



Arttu Aho, Joonas Tiusanen

# Instrumenttimultiplekserin valmistuksen optimointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Tuotantotalous  
Opinnäytetyö  
10.1.2011

Tekijä(t) Otsikko	Arttu Aho, Joonas Tiusanen Instrumenttimultiplekserin valmistuksen optimointi
Sivumäärä Aika	76 sivua + 3 liitettä 10.01.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Kansainvälinen ICT-liiketoiminta
Ohjaaja(t)	Tuotantopäällikkö Marcus Palmqvist Lehtori Thomas Rohweder
<p>Tutkimus suoritettiin Planmeca Oy:n tuotantotiloissa. On huomattu, että instrumenttimultiplekserituotannon tehokkuus ei ole sillä tasolla, jolla sen tulisi olla. Tästä syystä tehokkuutta tulisi nostaa ja ennen kaikkea tuotannon jalostavan työn osuutta tulisi kasvattaa. Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa, millaisin menetelmin näitä huomattuja epäkohtia voisi parantaa. Kun tuotantoa seurattiin, kävi selväksi, että useita eri osa-alueita tuotannossa tulisi kehittää, jotta haluttu muutos saavutettaisiin. Työn tutkimuskysymys on, kuinka tehostaa instrumenttimultiplekserituotantoa ja kuinka tuotannon jalostavan työn osuutta voitaisiin kasvattaa.</p> <p>Tutkimuksen tekemisessä käytettiin sekä kvalitatiivisia, että kvantitatiivisia menetelmiä. Työntekijäkyselyllä kartoitettiin tuotantotiimin ja tuotannon dynamiikkaa. Sen lisäksi työntekijöitä haastateltiin, jotta saatiin syvempi näkemys siitä, millaisia ongelmakohtia tuotannossa heidän mielestään on ja millaisia kehitysehdotuksia heillä itsellään on tuotannon parantamiseksi. Muutosprosessia ja layoutia koskevaa kirjallisuutta tutkittiin työhyvinvointia koskevan kirjallisuuden lisäksi.</p> <p>Tutkimalla tuotannon nykytilaa poimittiin tiettyjä asioita, joiden ratkaisemisella toivotut vaikutukset olisi mahdollista saavuttaa. Näitä olivat layoutratkaisut, testilaitteet ja työnjohdolliset asiat. Kun nykytila oli saatu selvitettyä, nykytilan ja tavoitetilan eroja analysoitiin. Kohdat joiden päätettiin olevan kehittämisen tarpeessa valittiin ja niille luotiin kehitysehdotuksia. Näitä muutoksia olivat testilaitteiden päivittäminen nykyisiä vaatimuksia vastaaviksi, layoutin muuttaminen tehokkaammaksi materiaalivirtoja ajatellen ja ehdotukset työntekijöiden työhyvinvoinnin kehittämiseksi.</p> <p>Tutkimuksessa tultiin siihen lopputulokseen, että edellä mainittuja asioita kehittämällä voidaan tehostaa koko tuotantoprosessia ja nostaa jalostavan työn osuutta tuotannossa. Mikäli kehitysehdotukset toteutetaan yrityksessä, tulisi suorittaa jälkiseurantaa, jotta saadaan selkeä kuva siitä, miten muutokset ovat prosessin tehokkuuteen lopulta vaikuttaneet.</p>	
Avainsanat	Tuotantoprosessi, layout, testaus, jalostava työ, työnjohtaminen

Author(s) Title	Arttu Aho, Joonas Tiusanen The Optimization of Instrument Multiplexer Production
Number of Pages Date	76 pages + 3 appendices 10 January 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Global ICT-business
Instructor(s)	Marcus Palmqvist, Production Manager Thomas Rohweder, Lecturer
<p>This study was conducted at the production facilities of Planmeca Oy. The efficiency of the instrument multiplexer production at the plant has not been satisfactory, thus making it important to study what could be done in order to improve the production of this device. By studying the actual process of manufacturing instrument multiplexers, it became clear that multiple different areas of the process could be modified in order to achieve more efficient production. The research question is how to improve the production process of the instrument multiplexers and how to increase the portion of refining work in the process.</p> <p>The methods used in this study were both qualitative and quantitative. An inquiry was conducted among the production workers in the team to gain an insight to the dynamics of the teamwork and production. Also an interview with the workers was conducted to gain more information about their own improvement suggestions as well as points that should be looked at in the production process. Literature concerning the change processes and layout planning were looked at aswell in addition to literature about work well-being.</p> <p>By studying the current state of the production, points of interest were picked and what could be done to improve them. These include layout solutions, testing equipment and managerial issues. When the current state had become clear, analysis of the desired state and current state of the process was conducted. The points which should be improved were determined and suggestions how that desired state could be reached were made. These include changes in the layout, managerial changes concerning the change process and workforce and changes in the testing equipment.</p> <p>It was concluded that making changes in the layout, testing equipment and management of the workforce, the portion of refining work of the instrument multiplexer production could be increased to a desired level as well as the whole process could be improved. In case the suggested changes are brought to practice, some inquiries should be made in order to see what effect the changes have had.</p>	
Keywords	Production process, refining work, testing, layout

## Käsitteet

MUX	Instrumenttimultiplekseri. Hammashoitoon käytettävien instrumenttien kanavointilaite.
LAM2000	Ohjelmisto tuotteiden valmistusmenetelmien kuvaamiseen. Tuottaa muun muassa valmistusajat tuotteille menetelmien mukaisesti.
LEAN	Lean System. Toiminnanohjaus (ERP), Tieto-yrityksen kehittämä ohjelmisto. Ohjelmistolla on mahdollisuus hallita teollisen liiketoiminnan ydinprosessit.
PROPO-VENTTIILI	Proportionaaliventtiili instrumenttimultiplekserissä. Venttiili, jolla voidaan säätää muun muassa paineilman virtauksen määrää instrumentille.
PILOT-VENTTIILI	Venttiili instrumenttimultiplekserissä, joka auki ollessaan sulkee instrumentin käyttöpaineen, käytännössä siis toiminnallisuuden instrumentilta. Pilot-venttiiliä käytetään esimerkiksi dooriovarrella.
DOORIO-VARSI	Instrumenttiletkujen varsi, joka taipuessaan eli kun instrumentti otetaan käyttöön, kytkee esimerkiksi pilot-venttiiliin kiinni.
JIGI	Teline, johon kappale voidaan kiinnittää, jotta mahdollistetaan tarkempi työskentely. Jotkin jigit voivat myös ohjata työkalua.

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tausta ja aiheen valintaan johtaneet tekijät	1
1.2	Liiketoimintaongelma	1
1.3	Tavoite ja tutkimuskysymys	2
2	Planmeca	4
2.1	Tietoa Planmecasta	4
2.1.1	Historia	5
2.1.2	Tuotteet	6
2.1.3	Kansainvälisyys	6
2.2	Instrumenttimultiplekseri	6
2.3	LAM2000	9
2.4	Lean-ohjelmisto	10
3	Menetelmät	10
3.1	Kvalitatiiviset menetelmät	11
3.1.1	Haastattelut	11
3.1.2	Kysely	11
3.1.3	Tutustuminen työsuoritukseen	11
3.1.4	Kirjallisuuteen tutustuminen	12
3.2	Kvantitatiiviset menetelmät	12
3.3	Aikataulutus	12
4	Tuotannon johtamisen käytäntöjä ja menetelmiä	13
4.1	Henkilöstö ja työhyvinvointi	13
4.1.1	Vaikutukset yrityksen talouteen	14
4.1.2	Vaikutukset tuottavuuteen ja kustannustehokkuuteen	15
4.1.3	Vaikutukset laatuun	16
4.1.4	Työhyvinvoinnin mittaaminen	16
4.2	Layoutsuunnittelu	17
4.2.1	Tuotantolinja	17
4.2.2	Funktionaalinen layout	18
4.2.3	Solulayout	18
4.2.4	Layoutin valinta ja tavoitteet	18

4.3	Testilaitteet	19
4.4	Materiaalivirrat	20
4.4.1	Virtauksen mittaaminen	21
4.4.2	Virtausyksikön määrittely	22
4.4.3	Prosessin rajojen määrittely	22
4.5	Leanprosessi	23
4.6	Muutosprosessin hallinta	25
5	Nykytila	32
5.1	Tuotannon tehokkuus	32
5.2	Henkilöstökysely	34
5.2.1	Osaaminen	35
5.2.2	Johtaminen	36
5.2.3	Työyhteisö	36
5.2.4	Vapaa vastausosio	36
5.3	Henkilöstö	37
5.4	Nykyinen layout	38
5.4.1	Työpisteiden ja hyllystöjen rooli mux-tuotannossa	40
5.4.2	Nykyinen materiaalivirta	41
5.5	Testilaitteet	43
5.5.1	Moduulitestilaite	43
5.5.2	Mux-block — testilaite	44
5.5.3	Turbiinitestilaite	44
5.5.4	Testilaitteiden huolto	45
5.6	Materiaalivirrat	46
6	Tulokset	49
6.1	Analyysi nykytilan ja tavoitetilan eroista	49
6.1.1	Henkilöstö	50
6.1.2	Layout	52
6.1.3	Testilaitteet	54
6.1.4	Materiaalivirrat	56
6.1.5	Lean-prosessi	57
6.1.6	LAM-järjestelmä	57
6.2	Kehitysehdotukset	58
6.2.1	Henkilöstö	58
6.2.2	Layout	61
6.2.3	Testilaitteet	65

6.2.4	Materiaalivirrat	66
6.2.5	Lean-prosessi	67
6.2.6	LAM-järjestelmä	67
6.2.7	Muutosprosessin hallinta	67
7	Johtopäätökset	72
	Lähteet	76
	Liitteet	
	Liite 1. Mux-työntekijäkysely	
	Liite 2. Kyselyiden tuloksista luodut kaaviot	
	Liite 3. Planmeca Compact series	

# 1 Johdanto

## 1.1 Insinööriyön tausta ja aiheen valintaan johtaneet tekijät

Toimeksianto tämän lopputyön tekemiseen saatiin Planmeca Oy:n Unit-tuoteverstaan tuotantopäälliköltä Marcus Palmqvistilta. Aiheen lopputyöhön saimme Planmecalla suoritettua työharjoittelun päätteeksi, sillä tuotannossa oli käsitys siitä, että instrumenttimultiplekserin tuotannossa on kehityspotentiaalia. Kyseisen osakoonnoksen tuotannon tehokkuudessa on parantamismahdollisuuksia, sillä tuotannon tehokkuutta ilmaisevat mittarit osoittavat pitkän aikavälin tehokkuudeksi noin 80 %. Tähän lukuun vaikuttavat tietysti kokoonpanotyöntekijöiden ominaisuudet, tuotantotilat, työmäärät ja tehoarvot tuottavien mittareiden ominaisuudet, kuten työteholle asetettu perustaso.

Näitä näkökulmia muiden ohella tutkimalla ja kehittämällä, pyrkimyksenä on nostaa työntekijöiden tehokkuutta. Instrumenttimultiplekserikoonnoksen tuotannon kustannuksien kannalta jo kymmenen prosentin tehokkuuden parannuksella olisi useiden tuhansien eurojen vuotuinen säästövaikutus.

Mux-tuotannon pullonkaulana voidaan pitää valmiiden koonnoksien testausta. Koonnoksien testaamiseen on linjalla kaksi kappaletta testilaitteita. Yhden instrumenttimultiplekserin testaaminen laitteella kestää suhteellisen kauan, mutta jos otetaan huomioon linjalta valmistuvien koonnoksien määrä päivässä, voidaan olettaa, että testilaitteet ovat suuren osan ajasta käyttämättöminä. Tämä ei sovi tilanteeseen, jossa testaamattomia yksiköitä on hyllyssä useita odottamassa. Tutkimuksessa on siis otettava huomioon, miten testilaitteiden käyttöaste saadaan paremmaksi, mahdollisesti myös tutkien niiden toiminnan nopeuttamista.

## 1.2 Liiketoimintaongelma

Mux-solu on tällä hetkellä varsin toimiva osa Compactin tuotantoa. Työtehokkuus on LAM2000-järjestelmän mukaan varsin hyvä ja riittävä tällä hetkellä. Tuotantopäällikön mielestä mux-solua on kuitenkin mahdollista kehittää merkittävästi. Mux-kokoonpanosolun prosesseja ja toimintaa on seurattu vuosien varrella ja annettu kehitysehdotuksia, mutta niitä on ollut vaikea toteuttaa erilaisista syistä johtuen. Ilmenneitä syitä ovat olleet henkilökunnan mukaan riittämätön tutkiminen ja resurssien



puute. Kuitenkin on odotettavissa, että Planmeca jatkaa kasvua hammashoitokone markkinoilla ja tuotannon pitää pystyä vastaamaan mahdolliseen kysyntään tulevaisuudessa. Tasainen kasvu on myös merkki siitä, että jossain vaiheessa tuotanto ei pysty vastaamaan kysyntään, ellei tuotannossa tapahdu jatkuvaa kehitystä kaikilla osa-alueilla.

### 1.3 Tavoite ja tutkimuskysymys

Työssä tutkitaan mahdollisuuksia kasvattaa jalostavan työn osuutta mux-kokoonpanossa ja parantaa solun prosesseja eri osa-alueilla. Työssä perehdytään Lean-menetelmiin, tilansuunnitteluun ja prosessien hallintaan. Jotta suunnitellut parannusehdotukset toimisivat optimaalisella tavalla, tulee myös tutustua työhyvinvointiin tuotannon henkilökunnan kannalta. Tavoitteena tässä työssä on nopeuttaa tuotantoa, antaa valmiudet tuottaa laadukkaampia osakokoonpanoja ja tuottaa rahallista säästöä Planmeca Oy:lle. Tehokkuutta on epävirallisena tavoitteena parantaa 10 %, joka vastaa noin 25 000 €n säästöjä vuositasolla. Tehokkuuden parantamisen myötä on mahdollista myös suorittaa kokoonpanossa saman verran osakokoonpanoja vähemmällä työtunneilla, mistä yllä mainittu rahallinen säästö tulee. Laadukkuutta pyritään parantamaan uusien prosessien ja tuotannollisten menetelmien suunnittelun osalta. Päällimmäisenä tavoitteena on siis kasvattaa jalostavan työn osuutta mux-tuotantoyksikössä.

#### *Tutkimuskysymys*

Tutkimuskysymykseksi muodostui, kuinka parantaa instrumenttimultiplekserin tuotannon tehokkuutta, kehittämällä henkilöstöön, tuotantotiloihin ja menetelmiin liittyviä osa-alueita ja tuotantoa virtauttamalla.

Tutkimuskysymys asetti itse tutkimuksen tekemiselle useita eri näkökulmia, sillä kokoonpanotuotannossa lopputulokseen vaikuttavat tekijät eivät ole yksiselitteisiä eikä vain yhteen osa-alueeseen paneutumalla voida saada selkeästi näkyviä tuloksia, varsinkaan kun työtehokkuus pitkällä aikavälillä mitattuna on jo itsessään kohtalainen.

Ennen varsinaisten tutkimusten aloittamista oli varsin selvää, että itse työntekijöihin liittyvät osa-alueet voivat osoittautua haasteellisiksi, sillä menetelmämuutokset

varsinkin suuremmissa mittakaavassa voivat aiheuttaa vastahakoisuutta. Työnjohdolliset toimet ovat suuressa roolissa tämän osa-alueen kohdalla erilaisten motivaatiotekijöiden ohella.

Osa-alueet, jotka alustavalla pohdinnalla valittiin parantamisen kohteiksi, ovat seuraavat.

### *Layout*

Tuotantoyksikön tilojen layout pyritään mukauttamaan tehokkaamman tuotannon saavuttamiseksi. Tämänhetkisessä layoutissa on hyllypaikat esimerkiksi testamattomille laitteille turhaan asetettu liian kauaksi itse fyysisestä testauspisteestä. Nykyinen layout myös mahdollistaa ihmisten turhan liikkumisen, kun teollisessa tuotannossa tavaran olisi tarkoitus liikkua ihmisten sijasta.

### *Testilaitteet*

Testilaitteiden toimintaa tehostetaan, mikäli mahdollista. Tämä siksi, koska yhden laitteen testaaminen vie melko pitkän ajan. Käytännössä testilaitteiden muokkaaminen ei kuitenkaan ole kriittistä, sillä ne ovat tälläkin hetkellä suuren osan päivästä käyttämättöminä. Testaamiseen kuluvan ajan voisi käyttää seuraavan laitteen kokoonpanemiseen.

### *Materiaalivirrat*

Materiaalivirtoja pyritään mukauttamaan, tehokkaamman tuotannon mahdollistaviksi. Sisään tulevien komponenttien saapumisen ja ulos menevien valmiiden laitteiden materiaalivirran asettaminen sellaiseksi, että kaikkia komponentteja on tarpeeksi hyllyssä, jotta ne eivät loppuisi kesken ja että hyllyt eivät olisi täynnä testaamattomia laitteita, jotka käytännössä vain vievät tilaa turhaan.

### *Työntekijät*

Työntekijöiden työsuoritusten optimoiminen, joka tarkoittaa sitä, että käytännössä osa työajasta kuuluu virallisten ja sallittujen taukojen ulkopuoliseen tauon pitämiseen. On tavallista, että esimerkiksi laitteen ollessa testissä, työntekijä saattaa lukea lehtiä tai kuluttaa muuten aikaa muuhun kuin työhön. Valvontaa on, mutta sen koetaan sitovan työnjohdon aikaa. Tämän takia asiaan on keksittävä ratkaisu, jonka toteuttamiseen kaikki saadaan sitoutumaan. Tämä voisi olla esimerkiksi tietty määrä tuotettuja tuotteita päivässä.

### *LAM-tuotantoajat*

LAM-järjestelmään kirjatut normaalituotantoajat eivät ole täysin nykyhetkeä vastaavia, joten ne tulee saattaa sellaisiksi. LAM-järjestelmän tuotantoaikoja käytetään muun muassa työnjohdon apuvälineenä suoritteiden tutkimiseen. Niiden mukaan lasketaan yhden laitteen valmistamiseen kuluva aika. Jos nämä ajat eivät ole ajan tasalla, ne eivät myöskään anna oikeata kuvaa siitä, millaisella tehokkuudella työntekijät toimivat. Siksi on tärkeää saada tuotteiden määritellyt valmistusajat oikeaksi. Kun uusia LAM-tuotantoaikoja aloitetaan mittaamaan kehitysehdotuksien jälkeen, on oletettavaa, että ne lyhenevät. Se on myös merkki siitä, että kehitysehdotukset ja muutokset ovat olleet toimivia.

## 2 Planmeca

Tässä luvussa käsitellään Planmeca Oy:n taustaa. Luku sisältää myös lyhyen kuvauksen keskeisen osan, instrumenttimultiplekserin toiminnasta. Tämä osa on se, jonka valmistukseen tässä opinnäytetyössä keskitytään.

Luvussa on myös lyhyet kuvaukset Planmecassa käytettävistä ohjelmistoista, joilla on tämän lopputyön suhteen jonkinlainen merkitys.

### 2.1 Tietoa Planmecasta

Planmeca on osa emoyhtiö Planmeca Groupia, joka keskittyy terveydenhuollon alaan. Planmeca Groupin päätoimipiste on Helsingissä. Planmeca Oy on maailman suurin

yksityinen hammasterveydenhuollon alan yritys, ja sen liikevaihdon arvioidaan olevan vuonna 2010 noin 600 miljoonaa euroa. Planmeca Group työllistää noin 2300 henkeä ympäri maailmaa.

### 2.1.1 Historia

Planmeca Oy:n perusti vuonna 1971 Heikki Kyöstiä. Vuonna 1971 yhtiö alkoi valmistaa hammashoitotuoleja ja hyllyköitä. Ensimmäinen potilastuoli kehitettiin 1975 ja ensimmäinen hoitokone 1979.

1980-luvulla kansainvälistyminen oli nopeaa, joten Planmeca perusti sisaryhtiöitä USA:han, Italiaan ja Ruotsiin. Aikakausi myös merkitsi monia läpimurtoja tekniikan osalta. 1983 Planmeca kehitti mikroprosessoriteknologiaa ja esitteli 1983 mikroprosessorikontrolloidun potilastuolin. 1986 Planmeca esitteli ensimmäisen mikroprosessorikontrolloidun röntgenpanoraamalaitteen. Myöhemmin mikroprosessoriteknologiaa sovellettiin myös hammashoitokoneisiin ja vuonna 1986 esiteltiin ensimmäinen versio, joka käytti hyväksi mikroprosessoriteknologiaa.

1990-luvulla vallankumouksellisin edistysaskel koettiin, kun Planmeca esitteli International Dental Show'ssa (IDS) digitaalisen kuvantamisen laitteen. 1999 Planmeca esitteli hammaslääkärikeskuksille integroidun informaatiojärjestelmän, joka mahdollisti tiedon saamisen LCD-näytöstä, joka on kiinnitettynä hammas-hoitokoneeseen.

2000-luvulla Planmeca on laajentunut digitaalisen kuvantamisen edelläkävijänä. 2005 Planmeca esitteli Cone Beam Volumetric Tomography (CBTV)-järjestelmän 3D-kuvantamista varten.

Markkinoinnin kannalta 2000-luku on ollut Planmecalle suotuisa. Planmeca on kasvattanut markkinaosuuttaan hammashoidon kouluttamisessa. Yhteistyö eri yliopistojen kesken tuotteiden osalta on yleistä, ja yliopistotilaukset ovat yleisiä tuotteiden joustavuuden ja toimituksien varmuuden takia. Yliopisto yhteistyö on osa Planmecan liiketoimintaa nykypäivänä (Planmeca Group 2010).

### 2.1.2 Tuotteet

Planmecan tuotteet suunnitellaan ja valmistetaan Helsingissä. Planmecan tuotteet on suunnattu yksityisille ja julkisille klinikoille sekä opetusympäristöihin, esimerkiksi yliopistoille. Tuotteet on jaettu kolmeen kategoriaan, jotka ovat

- hammashoitolaitteet
- röntgenlaitteet
- digitaalisen kuvantamisen ohjelmistot

### 2.1.3 Kansainvälisyys

Planmecalla on monipuoliset jakelukanavat, ja yli 98 % valmistetuista tuotteista myydään Suomen ulkopuolelle. Planmecalla on vahvat markkinat ympäri maailmaa, kuten USA:ssa, Japanissa ja useissa Euroopan maissa. Planmeca tekee myös yhteistyötä ja toimittaa hamashoitolaitteita eri yliopistoille.

## 2.2 Instrumenttimultiplekseri

Mux toimii rajapintana hoitokoneen ja instrumenttien välissä. Hoitokone on kytketty mallista riippuen paineilmaverkkoon, vesiverkkoon ja sähköverkkoon. Kone syöttää esimerkiksi paineilmaa muxiin, joka ohjaa muun muassa ajoilman ja sähkön instrumentille.

Mux rakentuu siten, että mihin tahansa muxin soluun voidaan kytkeä mikä tahansa instrumentti. Tällöin mux tunnistaa instrumentin ja osaa ohjata sille ilman, sähköä tai vettä. Esimerkiksi ilmanpaineella toimiva hammaslääkärin pora kytkettynä muxin soluun, saa hoitokoneesta käyttövoimakseen paineilmaa. Sähköllä toimiva pora saa sähköä ja sprayvesiruisku vettä sekä ilmaa.

Muxiin kytkettäviä instrumentteja on useita, ja instrumentin letkussa olevasta vastuksesta, mux tietää, mitä se siihen syöttää. Laitteen operoija voi jalkaohjaimesta säätää ilmanpaineen tai veden määrää tarpeen mukaan, esimerkiksi kuinka suurella nopeudella hän haluaa poran pyörivän.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 1), on instrumenttikonsoli. Konsoli sisältää mux-kokoonpanon, johon instrumentit kiinnittyvät. Kuvassa ovat mukana myös Doorio-varret. Nämä varret toimivat muun muassa kytkimenä instrumenttien toiminnalle. Instrumenttien letkut kiertävät Doorio-varsiensa rullien kautta mux-yksikköön.

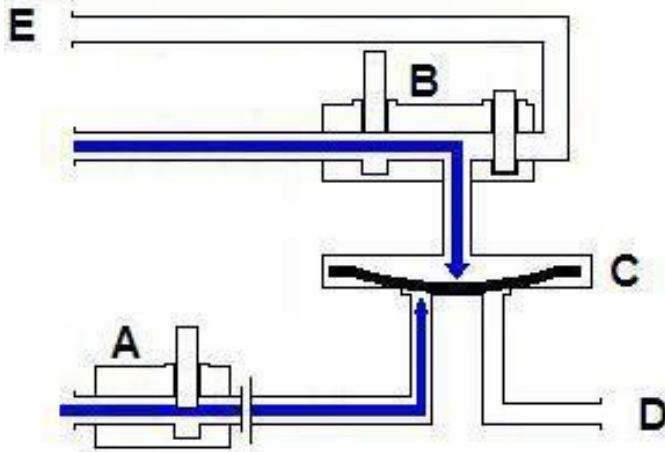


Kuva 1. Instrumenttikonsoli Doorio-varsiilla. COi101K1\_low\_web.jpg (Planmeca 2010)

### *Muxin toimintaperiaate*

Seuraavat kuvat osoittavat muxin toimintaperiaatteen yksinkertaistettuna. Kuvassa 5 kirjaimella A esiintyvä komponentti on Propo-venttiili. Mux-kokoonpanossa, jossa voi olla viisi mux-lohkoa, on aina vain yksi Propo-venttiili, joka ohjaa ilman ja veden kaikkiin lohkoihin pääkanavaa pitkin, kuvassa siis näkyy yhden lohkon toiminta.

Sininen viiva kuvaa tässä tapauksessa paineilmaa. Kirjain A on Propo-venttiili, B on Pilot-venttiili, C on mux-kalvo, D on kanava instrumentille ja E on paluuilmakehanava.

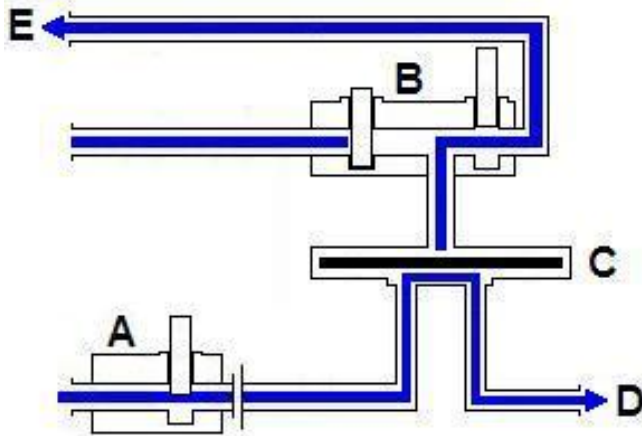


Kuva 2. Mux-lohko, Pilot-venttiili avoinna

Kuvassa 2, Pilot-venttiili on avoinna. Tämä tarkoittaa sitä, että se päästää paineen mux-kalvolle. Tämä on muxin perustila, jossa se on silloin kun instrumentit eivät ole käytössä. Tässä tilassa laite on siis myös silloin, kun siihen ei johdeta virtaa sähköverkosta.

Tämä toimii myös varotoimenpiteenä, sillä silloin kun Pilot-venttiili on auki, ilmanpaine puristaa mux-kalvoa siten, että se sulkee paineen instrumenteiltä. Tällöin muun muassa ilmanpaineella toimiva pora ei voi pyöriä. Propo-venttiili eli kirjaimella A ilmaistu venttiili on portaattomasti säädettävä hoitokoneen jalkaohjaimesta. Tällä toimenpiteitä suorittava henkilö voi ohjata paineen suuruutta eli kuinka nopeasti esimerkiksi pora pyörii. Kun Pilot-venttiili on auki, Propo-venttiilin ohjaama paine ei kuitenkaan voi saavuttaa instrumenttia.

Pilot-venttiilin ohjaus tapahtuu esimerkiksi Doorio-varren liikkeellä, siis sellaisessa koneessa jossa se on käytössä. Käytännössä siis kun instrumentti otetaan telineestä käyttöön ja Doorio-varsi taipuu, siinä oleva kytkin sulkee Pilot-venttiilin sallien paineen kulkea Propo-venttiililtä instrumentille.



Kuva 3. Mux-lohko, Pilot-venttiili kiinni

Kuvassa 3, Pilot-venttiili on sulkeutunut eli instrumentti on otettu käyttöön. Tällöin Pilot-venttiili ei päästä painetta mux-kalvolle, jolloin paine pääsee kulkemaan Propo-venttiililtä instrumentille. Kuten kuvasta voimme nähdä, paine kulkee Propo-venttiililtä kalvon alapuolella olevasta kammiosta instrumentille. Ylimääräinen paine eli pakoilma pääsee tällöin myös kiertämään mux-kalvon, jolloin pakoilma pääsee paluuilmanakanavaa pitkin poistumaan.

### 2.3 LAM2000

LAM2000-ohjelmisto on tarkoitettu tuotannollisen yrityksen työmenetelmien analysoimiseen ja kehittämiseen laskennallisen ajan määrittämisen avulla. Ohjelmistolla ylläpidetään yrityksessä valmistettavien tuotteiden normaaliajajat. (LAM2000-ohjelmisto 2010.)

Planmecassa LAM2000-ohjelmistolla on määritelty ajallisesti työvaiheiden pituudet. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ohjelmisto antaa tietyn ajan tietylle työvaiheelle ja työajat on mitattu oikeassa ympäristössä ajalla, jolla työvaihe on mahdollista suorittaa. Työvaiheiden yhdistämisellä saadaan aikaiseksi yhden kokonaisen koneen varattu työaika. LAM2000:n määrittämällä työajalla ja tuotannossa toteutettuun työaikaan konetta kohden voidaan laskea eri solujen tehokkuus.



Häiriötunnit tuotannossa syntyvät siitä, että jotain tiettyä osakoonnosta ei ole määritelty LAM2000-ohjelmassa, ja näin sen tekeminen on ns. ylimääräistä työtä. Periaatteessa kaikki tehty työ, jota ei ole LAM2000:ssa määritelty, on häiriötunteja. Häiriötunteja ovat myös osapuutokset ja erilaiset tiimipalaverit. Kuitenkin mux-solussa ei juurikaan ole ongelmia häiriötuntien kanssa. Häiriötunnit vaikuttavat tehokkuuden laskentaan tuotannossa.

## 2.4 Lean-ohjelmisto

Lean System Toiminnanohjaus (ERP) on Tieto-yrityksen kehittämä ohjelmisto. Ohjelmistolla on mahdollisuus hallita teollisen liiketoiminnan ydinprosessit. Lean-ohjelmisto voidaan koota moduuleista sopimaan yrityksen tarpeisiin (Tieto 2010).

Keskeisin moduuli, joka liittyy opinnäytetyöhömmee, on toiminnanohjaus. Toiminnanohjausmoduuli mahdollistaa töiden ajoittamisen, avaamisen ja mahdollisuuden seurata tietyissä määrin työn edistymistä. Töiden optimoiminen tuotannon resursseihin perustuu LAM2000-ohjelmiston antamiin valmistusaikoihin, jotka on syötetty Lean-ohjelmistoon. Lean-ohjelmisto antaa myös tietoja toteutuneista töistä, jotta työnjohtajat voivat seurata viikottaisia valmistusmääriä koneiden osalta. Lean-ohjelmisto myös sisältää ennusteita ja tilauskannat, joita käydään läpi alkuvuikosta työnjohtajien kesken. Nämä tilauskannat ja ennusteet antavat hyvin tietoa siitä, minkälaisella työmäärällä viikosta voidaan selvitä. Tämä mahdollistaa esim tuotannontyöntekijöiden siirtämisen muihin tuotannon tehtäviin, jos työmäärä ei vaadi täyttä kapasiteettia työntekijöiden suhteen. Lean sisältää myös ajoitustyökalun, jolla voidaan ajoittaa töiden alkamispäivät töiden määrän ja rakenteiden perusteella. Tämä mahdollistaa tehokkaan ja liukuhihnamaisen työtahdin tuotannossa.

## 3 Menetelmät

Tässä luvussa käydään läpi kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset menetelmät, joilla tämän työn tavoitetta lähdettiin ratkaisemaan. Tutkimuksen monien näkökulmien johdosta ei käytetty vain yhtä tai kahta menetelmää. Menetelmien valinnalla pyrittiin vastaamaan mahdollisimman hyvin tavoitteen asettamiin haasteisiin ja kehityskohteisiin.

### 3.1 Kvalitatiiviset menetelmät

Kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät ovat sellaisia, joilla pyritään vastaamaan kysymyksiin, miksi ja kuinka. Tietoa kerätään, muttei numeerisella tavalla. Näillä menetelmillä pyritään siis ymmärtämään ilmiötä eikä tekemään tarkkoja laskelmia. Seuraavat luvut käsittelevät tässä insinööriyössä käytettäviä kvalitatiivisia menetelmiä.

#### 3.1.1 Haastattelut

Ongelmien kartoitukseen pyrittiin vastaamaan haastattelemalla mux-tiimin työntekijöitä. Haastattelemalla pyrittiin saavuttamaan selkeämpi kuva siitä, millä tavalla nykyinen toimintatapa toimii. Lisäksi työntekijöiltä itseltään kysyttiin millä tavalla he haluaisivat työntekoa tehostettavan. Tiimin työntekijät ovat asiantuntijoita omalla työpisteellään, joten heidän näkemyksensä on tärkeä huomioida, kun halutaan luoda tehokkaampi työpiste. Heidän näkemyksensä huomioonottaminen luo lisäksi vähemmän kitkaa itse muutoksien suunnittelussa.

#### 3.1.2 Kysely

Työntekijöillä teetettiin kysely, jossa kartoitettiin heidän mielipiteitään ja kehitysideoitaan. Kyselyyn liitettiin myös tiimityöskentelyä koskevia asioita, jotta saatiin parempi kuva tiimin sisäisestä dynamiikasta ja siitä, millaisella tavalla tiimi työskentelee ryhmänä. Kyselyn perimmäinen tarkoitus oli kuitenkin tiedonkeruun ohella antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua kehittämiseen, jotta työn toteuttamisessa kehittyvää kitkaa saatiin vähennettyä.

#### 3.1.3 Tutustuminen työsuoritukseen

Haastatteluiden lisäksi tietoa kerättiin seuraamalla mux-kokoonpanojen valmistus- ja testaustapoja. Tällä tavalla saatiin selkeä kuva siitä, missä työvaiheissa kuluu enemmän aikaa tuottamattomaan toimintaan ja missä vähemmän. Tämä mahdollisti tulkinnan siitä, millä tavalla muun muassa layoutia voitaisiin muuttaa, jotta työntekijöiden ei tarvitsisi kävellä pitkiä matkoja hakemaan komponentteja. Lisäksi näin voitiin selvittää, voidaanko testaamista ketjuttaa jollakin tavalla, niin että laitteiden käyttöaste paranisi.

### 3.1.4 Kirjallisuuteen tutustuminen

Kirjallisuutta tutkittiin työn eri osa-alueita koskevien asioiden, muun muassa työmenetelmien virtauttamisen osalta. Lisäksi työhyvinvoinnin merkitystä tutkittiin, jotta mahdollistettaisiin mahdollisimman kitkaton siirtymä, mikäli muutoksia tulisi.

### 3.2 Kvantitatiiviset menetelmät

Kun tulkitaan mahdollisuuksia tehostaa työntekoa, on perusteltua tutkia millä tavalla työaika jakautuu eri työvaiheiden osalta. Siksi läpimenoaikoja laskettiin nykyisellä työtavalla ja myöhemmin tulevalla ehdotetulla työtavalla. Tällä tavoin voitiin myös tulkita eri mahdollisuuksia kehitysehdotuksissa niiden tuottaman laskennallisen hyödyn perusteella.

#### *Simulointi*

Simuloinnilla tarkoitetaan tutkimusmenetelmää, joka perustuu tutkittavan asian mallintamiseen matemaattisia menetelmiä hyödyntäen. Matemaattisen mallin avulla voidaan tutkia, miten eri muutokset vaikuttavat tutkittavaan kohteeseen tai asiaan suorituskyvyn osalta. Simulointia yleensä käytetään mittaamaan tehtaan suorituskkyä, mutta olemme rajoittaneet simuloinnin mux-soluun. Simulointia käytetään yleensä, kun ongelma on niin laaja tai monimutkainen, että sen toteuttaminen analyyttisten yhtälöiden avulla on pois suljettua. Simulointi on monesti ainoa tapa mitata muuttuvassa tehdasympäristössä sen käyttökelpoisuutta.

Simulointi yleensä toteutetaan ohjelmistoilla, jotka on suunniteltu tuotantolaitosten mallintamiseen. Simulointi kuitenkin suoritetaan Planmecalla ns. käsin, koska sopivaa ohjelmistoa ei tällä hetkellä ole ja simuloinnin kohde on vain yksi tuotannon osa eikä kokonainen tuotantolaitos.

### 3.3 Aikataulukutus

Taulukossa 1 esitetty aikataulukutus esittää tämän insinööriyön suunnitellun ajankäytön. Eri työvaiheille taulukossa suunnitellut aikamäärät ovat suuntaa-antavia, eivätkä

välttämättä pidä täysin paikkaansa. Työn aloitus ja päätös ovat toisiinsa liittyviä tapahtumia, jolloin niillä on yhteinen alku- ja päätöshetki.

Taulukko 1. Aikataulukko

Työvaihe	Alkaa	Päätyy
Työn aloitus	15.09.2010	-
Haastattelut	1.10.2010	15.10.2010
Työvaiheisiin tutustuminen	1.10.2010	30.10.2010
Työntekijäkysely	18.10.2010	20.10.2010
Kirjallisuuteen tutustuminen	1.11.2010	15.12.2010
Materiaalivirtojen simulointi	16.12.2010	22.12.2010
Työn päätös	-	10.1.2011

Taulukkoon 1 ei ole merkitty insinööriyön kirjoittamiseen liittyviä ajankohtia, vaan kirjoittaminen etenee riippuen työvaiheista ja on siten sidoksissa niihin. Työn lopputarkastus on jätetty taulukkoon merkitsemättä työvaiheiden ulkopuolisena tapahtumana, sillä se tapahtuu vasta, kun varsinainen tutkimus on valmis ja siten päättynyt.

#### 4 Tuotannon johtamisen käytäntöjä ja menetelmiä

Tässä luvussa käydään läpi kaikki teoria, jota työn kirjoittamisessa käytettiin. Teoria kattaa kaiken tuotannon pohjapiirroksista ja testilaitteista muihin asioihin, jotka todettiin tärkeiksi työtä tehdessä. Teoriaa käytettiin ohjenuorana, johon tukeuduttiin, kun tutkittiin nykyistä tilannetta mux-tiimissä, ja tilannetta, johon tämän työn tekemisellä pyrittiin. Seuraavaksi esitellään luvuittain eri teorian, joihin työn tekemisessä tutustuttiin.

##### 4.1 Henkilöstö ja työhyvinvointi

Kun tarkoituksena on kehittää tuotannon tehokkuutta paremmaksi ja lisätä jalostavan työn osuutta tuotantoprosessissa, on tärkeää muistaa, että työntekijöiden vaikutus

asiassa on erittäin suuri. Henkilöstö vaikuttaa ratkaisevasti tehdyn työn määrään ja laatuun. Tässä luvussa käydään läpi asioita, joita kehittämällä työyhteisössä ja tässä tapauksessa mux-tiimissä voidaan parantaa laatua ja henkilöstön työhyvinvointia, joka suoraan vaikuttaa työn tulokseen. Lähdemateriaalina on Otalan ja Ahosen Työhyvinvointi tuloksen tekijänä -teos (Ojala & Ahonen 2003).

Työhyvinvointi on tärkeä asia, jonka vaikutukset yrityksen toimintaan ovat suuret. Hyvinvoiva työyhteisö tuottaa parempaa laatua, ja sen työmotivaatio on ratkaisevasti parempi. Tässä insinööriyössä yhtenä kantavana asiana pidetään mux-tiimin henkilöstön vaikutusta työtehokkuuteen, sillä konkreettisempiin asioihin kuten layoutiin puuttamalla ratkaistaan vain menetelmien vajavaisuuksia, mutta vaikuttamalla myönteisesti työntekijöihin, voidaan nostaa tehokkuutta entisestään.

Hyvän työhyvinvoinnin voidaan odottaa pienentävän sairauspoissaoloja, parantavan motivaatiota ja työyhteisön ilmapiiriä, parempaa yhteistä osaamista yhteisössä ja parempaa työntekijöiden sitoutumista työhönsä, joka taas vaikuttaa myönteisesti työpaikan imagoon ja haluttavuuteen.

#### 4.1.1 Vaikutukset yrityksen talouteen

Työhyvinvointiin panostaminen voi aiheuttaa yritykselle merkittäviä säästöjä. Sijoitus, joka ohjataan työhyvinvointiin maksaa itsensä ennen pitkää takaisin, ja tutkimukset ovat osoittaneet, että yritys voi saada työhyvinvointiin sijoittamansa summan 10–20-kertaisena takaisin. (Ojala & Ahonen 2003: 72.)

Vaikutuksia, joita hyvä työhyvinvointi luo yritykselle on useita ja ne jakautuvat välittömiin, välillisiin ja lopullisiin talousvaikutuksiin. Välittömiä ovat muun muassa tehokkaan työajan kasvaminen sekä sairaus- ja tapaturmakulujen laskeminen, välillisiä työn tuottavuuden kasvu ja laadun parantuminen ja lopullisia kannattavuuden kasvaminen ja kilpailukyvyn kasvaminen.

Panostamalla työhyvinvointiin yrityksellä on mahdollisuus säästää vuotuisesti 1000–2500 euroa per työntekijä. Tähän tulokseen pääsi Työterveyslaitoksen Pientyöpaikkaohjelma laskelmissaan. Nämä säästöt muodostuvat muun muassa sairauspoissaolojen vähentymisestä ja tuottavuuden kasvusta. Kannattavimmaksi

osoittautui esimiestyön kehittäminen ja ammatillisen osaamisen kehittäminen (Huuskonen ym. 2000.)

#### 4.1.2 Vaikutukset tuottavuuteen ja kustannustehokkuuteen

Ottaen huomioon mux-tiimin työympäristön, työmenetelmät ja tehokkuuden muiden asioiden ohella, jotka saattavat vaikuttaa tiimin kokonaistehokkuuteen, havaitaan seuraavanlaisia asioita, joita työhyvinvoinnin ja kilpailukyvyn välisestä riippuvuudesta on todettu (Ojala & Ahonen 2003: 74–77).

##### *Osallistumis- ja vaikutusmahdollisuudet parantavat tuottavuutta*

On tehty tutkimus, että sellaisilla yksipuolista työtä tekeillä työntekijöillä, joilla on heikko työyhteisön tuki ja jotka kokevat vaikutusmahdollisuutensa pieniksi, on selvästi enemmän sairauspoissaoloja kuin muilla työntekijöillä (Vahtera & Kivimäki 2000: 971–975). Puuttamalla tällaisiin asioihin, työnantajalla on mahdollisuus korottaa huomattavasti työntekijöiden tehokasta työaikaa ja siitä johtuen yrityksen kannattavuutta.

##### *Monitaitoisuus lisää tuottavuutta*

Samat asiat, joilla on vaikutus työntekijöiden työssä jaksamiseen, vaikuttavat tuottavuuteen ja kannattavuuteen. Kun henkilöstöstä koulutetaan monitaitoisempaa ja heidän yhteistyötaitojaan kehitetään, yrityksen tuottavuus ja kannattavuus paranevat. Näiden lisäksi johdon esimiestaitojen kasvattaminen vaikuttaa samalla tavalla.

##### *Koulutus lisää tuottavuutta*

On tutkittu, että yritykset jotka panostavat henkilöstön koulutukseen, kasvavat sellaisia yrityksiä nopeammin, jotka eivät tee sitä (Ylöstalo 1999). Sen lisäksi Motorola on laskenut saavansa jokaisen henkilöstönsä koulutukseen käytetyn dollarin takaisin 30-kertaisena.

#### 4.1.3 Vaikutukset laatuun

Hyvinvoiva henkilöstö tuottaa parempaa laatua ja sitä kautta tyytyväisiä asiakkaita. Tyytyväiset asiakkaat pysyvät todennäköisemmin myös yrityksen palveluiden piirissä. Tämä taas antaa yritykselle mahdollisuuden kehittyä ja viedä palveluaan eteenpäin paremmin vastaamaan asiakkaiden toiveita. Tällöin asiakkaan tarpeisiin voidaan vastata jo ennakoiden. Voidaan siis sanoa, että yrityksen sisäinen ilmapiiri ja työhyvinvointi heijastuu suoraan asiakastyytyväisyydessä. (Ojala & Ahonen 2003: 80.)

#### 4.1.4 Työhyvinvoinnin mittaaminen

Jotta voidaan arvioida onko työhyvinvoinnilliset toimenpiteet tuottaneet tulosta, on johdon aktiivisesti analysoitava työntekijöitä koskevaa tietoa. On usein edullista jo tiettyä kehityshanketta tai muutosprosessia suunniteltaessa sopia, millaista seurantaä käytetään. On hyvä sopia tavoitteet ja miten niitä mitataan.

##### *Työhyvinvointimittareita*

Hyviä mittareita suuntaviivojen tarkasteluun ovat seuraavat:

- sairauspoissaolot
- työtapaturmatilastot
- vaihtuvuus
- asiakaspalautteet ja asiakastyytyväisyystutkimukset (Ojala & Ahonen 2003: 233).

Mux-tiimin tapauksessa halutaan tutkia työhyvinvoinnin vaikutusta tuottavuuteen, jolloin on tarpeellista seurata sairauspoissaolojen kehittymistä, työtapaturmien aiheuttamia poissaoloja ja kannattavuuslukuja, kaikkia yhtä aikaa.

##### *Kokonaisvaltaiset mittarit*

Työhyvinvointimittareiden lisäksi voi suorittaa hieman kokonaisvaltaisempia mittareita eli kyselyitä (Ojala & Ahonen 2003: 233–234). Tällaisia ovat esimerkiksi:

- työilmapiiri
- työn stressi-, kuormitus- ja tyytyväisyystekijät
- työtyytyväisyys
- työn muutokset
- koetut kehittämistarpeet
- organisaation jaksaminen
- johtajuus ja johtaminen.

Mux-tiimin tapauksessa käytetään omiin tarpeisiin muokattua Leenamaija Otalan kompassikyselylomaketta, joka sisältää elementtejä edellä mainituista kyselytyypeistä, jotta saataisiin kokonaisvaltainen kuva tiimin tilasta. Tämän kyselyn uusiminen muutosprosessin päätyttyä saadaan tutkittua, miten muutos on vaikuttanut. Muokattu kyselylomake löytyy liitteestä 1.

## 4.2 Layoutsuunnittelu

Oletus siitä, että tuotantotilan layout ei ole optimaalinen, johti tutustumaan layoutsuunnittelun periaatteisiin. Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayouttiin, funktionaaliseen layouttiin ja solulayouttiin (Haverila ym. 2009).

Alla on käsitelty mahdolliset layouttyypit. Kolme eri layouttyyppiä sovelletaan lopullisessa layoutratkaisussa.

### 4.2.1 Tuotantolinja

Tuotantolinja on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Valmistus on tehokasta ja automatisoitua. Työnkulku on selkeää ja eri työvaiheiden välillä voidaan käyttää mekaanisia kuljettimia. Suuri volyyymi ja korkea käyttöaste ovat tyypillisiä tuotantolinjalle. Tämä tarkoittaa sitä, että valmistuskustannukset muodostuvat pieniksi. Tuotantolinja sietää huonosti häiriöitä. Avainasiana voidaan pitää laadunvalvontaa, koska häiriöt tuovat suuria kustannuksia. Tuotantolinjan rakentamisen jälkeen kapasiteettiä on vaikea kasvattaa. Jotta olisi järkevää rakentaa tuotantolinja, tulisi



valmistettavan tuotantosarjan olla pitkä. Tuotantolinjaa voidaan pitää yhtenä kokonaisuutena (Haverila ym. 2009: 475).

#### 4.2.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpisteet on määritelty työtehtävien ja samankaltaisuuden mukaan. Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja tuotantomäärät vaihtelevat. Automaatiota voidaan soveltaa erittäin rajoitetusti, koska koneet ja työkalut eivät välttämättä ole yksilöityjä tietylle työlle, vaan niitä voidaan käyttää monien eri tuotteiden tekemiseen. Funktionaalisisessa layoutissa muodostuvat ongelmaksi suuret välimatkat ja varastot, jotka aiheuttavat kuluja verrattuna tuotantolinjaan, ja laatu kärsii. Tuotantolinjaan verrattuna funktionaalinen layout on helpompi ja halvempi toteuttaa. Kuitenkaan funktionaalisisella layoutilla ei saada niin paljoo tuotteita tehtyä kuin tuotantolinjalla eikä tehokkuus ole yhtä suurta (Haverila ym. 2009: 476).

#### 4.2.3 Solulayout

Solulayout muodostaa itsenäisen työryhmän, joka koostuu koneista, työkaluista ja ihmisistä. Solulayout on välimuoto funktionaalisisesta layoutista ja tuotantolinjasta. Solulayoutin läpimenoajat ovat huomattavasti hitaampia kuin edellä mainittujen. Materiaalivirtojen tulisi olla selkeitä ja välivarastoja ei pitäisi olla. Solulayout on joustavampi tuotteiden valmistuksen suhteen. Asetusajat siirryttäessä toisesta tuotteesta toiseen ovat pieniä. Solulayout on tehokkaampi kuin funktionaalinen layout oman tuoteryhmän tuotteissa. Solulayoutissa tuotannonohjaus on helppoa ja valmistettavien tuotteiden määrä vaihtelee suuresti. Koska valmistus on keskitetty yhdelle valmistusalueelle, on laaduntarkkailu helpompaa ja tehokkaampaa. Solulayoutissa työntekijä voi itse vaikuttaa enemmän mm. tuotteen valmistukseen, työnjakoihin ja tehtävien kierrättämiseen (Haverila ym. 2009: 477).

#### 4.2.4 Layoutin valinta ja tavoitteet

Layouttyyppiä valittaessa pitää miettiä mitä tuotetaan, kuinka paljon ja myös tuotteiden eri variaatioita, koska nämä vaikuttavat suunniteluvaiheessa ja erityisesti siihen, mihin layouttyyppiin kannattaa kallistua. Tuotantolinjatyylliselle layouttyypille optimaaliset valmistusmäärät ovat isoja ja tuotteiden eri variaatiot ovat pieniä. Taas solulayoutissa tuotantomäärät ovat huomattavasti pienempiä, mutta tuotteiden

variaatioiden määrä on suurempi. Funktionaalisessa layoutissa tuotantomäärät ovat pieniä, mutta tuotteen variaatioita on paljon. Eräs tapa valita layouttyyppi on käyttää pisteytysjärjestelmää eli hyötyarvomatriisiä. Tässä taulukossa pisteytetään eri tekijälle painoarvoja. Painoarvostetut pisteet lasketaan yhteen, jolloin muodostuu paras vaihtoehto. Hyötyarvomatriisin antama tulos ei ole koskaan optimaalinen tulos vaan kompromissi (Haverila ym. 2009: 479-488).

Hyvän layoutin tavoitteet voivat olla seuraavia:

- materiaalivirrat ovat selkeitä
- materiaalien siirtotarve on pieni
- layout on helposti muokattavissa ja on joustava
- kuljetusmatkat ovat lyhyitä
- materiaalin vastaanotto ja jakelu tehokasta
- neliöt on käytetty tehokkaasti
- työturvallisuus on taattu
- erityisosaamista vaativien tehtävien valmistus on sijoitettu samaan paikkaan
- valmistusvaiheiden tarpeet on otettu huomioon.

Tavoitteet ovat siis tavoitteita, eikä niihin aina päästä. Aina joutuu tekemään kompromisseja saavuttaakseen parhaan ja toimivimman lopputuloksen.

#### 4.3 Testilaitteet

Planmecalla testilaitteiden valmistukseen tulee yleensä aloite tuotekehityksestä. Kun tuotekehitys luo uuden laitteen tai muokkaa vanhaa, usein myös nämä laitteet vaativat testaamista. Jos kyse ei ole tuotekehityksen aloitteesta, voidaan testilaitteita luoda myös menetelmäsuunnittelijoiden pyynnöstä. Joissain tapauksissa vanhat testilaitteet alkavat olla tekniikaltaan ja käytettävyydeltään vain vanhanaikaisia, jolloin tarvitaan uusi testilaitte.

Kun aloite uuden laitteen valmistukseen tulee, alkavat testausuunnittelija tai menetelmäsuunnittelijat työkaluvalmistuksen henkilöstön kanssa pohtia, mitä uudelta laitteelta vaaditaan ja miten se voidaan toteuttaa. Kun esimerkiksi mux-testilaitetta suunnitellaan, luodaan ensin sekvenssikaavio toimista, jotka testilaitte suorittaa, ja

niiden järjestyksestä. Muxin tapauksessa testilaitteen tulisi testata venttiilien toiminta, paineiden pysyvyys ja painevuodot veden ja ilman osalta jne.

Koska mux on melko monimutkainen laite, ei siihen tarkoitetun testilaitteen luominen ole suoraviivaista. Tällä hetkellä mux-moduuleille on kaksi testilaitetta, jotka on paremmin selitetty nykytilan kartoituksessa. Toinen näistä laitteista on automaattinen ja toinen manuaalinen. Manuaalisessa laitteessa voi paineita ja venttiileitä käyttää käsin. Automaattinen testilaitte suorittaa samat toimet kuin manuaalinen, mutta siitä puuttuu kaksi ominaisuutta, jotka vaativat manuaalisen laitteen käyttöä. Automaattisessa laitteessa on myös vaadittava laitteisto, mutta testaus vaatii silti optista tarkastelua käyttäjältä itseltään.

Olemassaolevat laitteet ovat varsin suuria ulkomitoiltaan, ja niitä on vain kaksi, yhden pöydän ääressä. On siis perusteltua harkita uusien testilaitteiden valmistusta jo pelkän laitteiden lukumäärän vuoksi.

#### 4.4 Materiaalivirrat

Materiaalivirtoja läpimenoaikojen osalta tutkimalla pyrimme tulkitsemaan, pitävätkö LAM-ajat eli lasketut valmistusajat millään tavalla paikkaansa, sillä ne ovat jo vanhentuneita. Vaikka perustuote on sama, on jokin menetelmä voinut muuttua, jolloin valmistusaika luonnollisesti muuttuu. Lam-aikoja ei ole mitattu pitkään aikaan, jonka takia syntyi epäily nykyisten aikojen virheellisyydestä.

Lam2000-ohjelmisto pureutuu valmistuksen aikoihin erittäin tarkasti, esimerkiksi yhden ruuvin nostaminen ja asettaminen paikalleen voi olla aikayksikkö, jolle on annettu oma arvonsa. Periaatteessa lam-aika on läpimenoaika tuotteelle, mutta ennen kuin paneudutaan ruohonjuuritason aikoihin, lasketaan keskimääräinen läpimenoaika yhdelle muxille.

Materiaalivirroista tutkitaan teoriaa, jonka pohjalta lasketaan, mikä tilanne on tällä hetkellä mux-linjalla. Lähdemateriaalina on *Managing business process flows* -teos (Anupindi ym. 2006: 78–80).

#### 4.4.1 Virtauksen mittaaminen

Keskimääräinen virtausaika eli yhden kappaleen läpimenoaika tietyssä prosessissa voidaan määrittellä kahdella itsenäisellä tavalla: suoraan tai mittaamalla aikaa epäsuorasti käyttämällä Littlen lakia. Suora mittaus voidaan tehdä seuraavalla tavalla:

1. Tarkkaile prosessia tietyllä pitkäköllä aikavälillä.
2. Ota satunnainen otanta virtausyksiköjä tällä tietyllä aikavälillä.
3. Laske jokaiselle virtausyksikölle otannassa sen virtausaika eli aika, joka sillä kestää kulkea prosessin läpi alusta loppuun.
4. Laske kaikkien yksiköiden virtausaikojen keskiarvo.

Käytettäessä epäsuoraa lähestymistapaa mitataan keskimääräinen läpisyöttö tai virtausmäärä ( $R$ ) ja keskimääräinen varastomäärä ( $I$ ), ja näistä lasketaan keskimääräinen virtausaika ( $T$ ), käyttäen Littlen lakia:

$$I = R * T$$

Tästä johtuen epäsuora menetelmä vaatii seuraavat askeleet:

1. Tarkkaile prosessia tietyllä pitkäköllä aikavälillä.
2. Mittaa kyseisellä aikavälillä tuotettujen yksiköiden lukumäärä ja laske virtausmäärä ( $R$ ) jakamalla tuotettujen yksiköiden määrä tarkasteluajavälin pituudella.
3. Satunnaisissa pisteissä ajalla laske varaston sisältämät yksiköt (prosessissa olevat yksiköt) ja laske näiden lukumäärien keskiarvo, josta saadaan keskimääräinen varastomäärä ( $I$ ).
4. Laske keskimääräinen virtausaika ( $T$ ) käyttäen Littlen lakia.

$$I = R * T \quad \Leftrightarrow \quad T = I / R$$

Molemmat lähestymistavat vaativat, että sisääntulo- ja ulostulopisteet ovat tarkasti määriteltynä. Jos käytetään epäsuoraa menetelmää, on myös varmistettava, että virtausaika, varasto ja virtausmäärä on määriteltynä johdonmukaisesti ja yhteneväisesti. Vaikkakin virtausaikateoria antaa mahdollisuuden suureen liikkumavaraan sopivien

määritelmien valinnassa jokaiselle eri konseptille ja karkeat määritelmät seuraavat melko luonnollisesti käyttötapauksen viitekehystä, on oltava valinnoissa tarkka ja johdonmukainen. (Anupindi ym. 2006).

#### 4.4.2 Virtausyksikön määrittely

Virtausyksikköä määriteltäessä on useita vaihtoehtoja oikean vaihtoehdon riippuessa analyysin luonteesta ja tarkoituksesta. Ajatellaan esimerkiksi usean tuotteen yrityksen tuotepäällikköä, joka on kiinnostunut oman melko pienen tuotekirjonsa linjan suorituskyvystä. Tässä tapauksessa hänelle on selvää, että kannattaa määritellä vain tietyn linjan tuotteen valmistuksen suorituskyky. Kuitenkin, jos suorituskykyä tarkastellaan koko yrityksen kattavalta näkökulmalta, on laajennettava virtausyksikön määritelmä kattamaan koko yrityksen tuotekirjo. Sellaisessa tapauksessa on pohdittava, kuinka koota yhteen monien eri tuotteiden yksiköt, jotka koostavat tuotekirjon. (Anupindi ym. 2006)

#### 4.4.3 Prosessin rajojen määrittely

On myös vaihtoehtoja siitä, mitä prosessin rajoiksi määritellään. Milloin on virtausyksikkö valmis? Onko se sillä hetkellä, kun sen valmistus on päättynyt ja se siirtyy valmistuneiden yksiköiden varastoon, silloin kun se on toimitettu asiakkaalle vai silloin kun siitä saadaan maksu? Mikä on hylätyn tuotteen poistumiskohta (sikäli kun se otetaan tutkimukseen mukaan)? Samanlainen valintojen mahdollisuus on myös prosessin alkukohtan määrittelyssä. Joissakin tapauksissa alkukohta voidaan määritellä siksi hetkeksi, kun kaikki tuotantoon tarvittavat komponentit tai osat ovat valmiina valmistusta varten; toisissa tapauksissa sopiva valinta alkuajankohdaksi on se, kun virtausyksikön jotakin osaa aletaan valmistaa (Anupindi ym. 2006).

Samanlaisia valintoja on olemassa myös palvelutilanteessa. Esimerkiksi jos ajatellaan asiakasta, joka on lähdössä lentomatkalle. Milloin prosessi alkaa? Kun asiakas tekee check-inin, kun hän astuu lentokoneeseen, kun hän saapuu lentokentälle, tai ehkä silloin kun hän lähtee kotoaan lentokentälle? Riippuen tutkittavasta tapauksesta kukin näistä vaihtoehdoista voisi olla "oikea vaihtoehto". Muistettakoon, että kun valitsemme yhden näistä vaihtoehdoista, pitää varaston määritelmän olla vastaava valinnan kanssa. (Anupindi ym. 2006: 78–80.) Muistetaan, että varaston määritelmä on virtausyksiköiden määrä prosessin rajojen sisällä.

Tiivistettynä tärkeää on se, että jokainen sopiva määritelmäjoukko virtausyksiköille ja prosessin rajoille tuottaa erilaisen tulkinnan ja erilaisen numeerisen arvon virtausajalle, varastolle ja virtausmäärälle.

#### 4.5 Leanprosessi

Sana lean juontuu japanilaisen autovalmistajan kehittämästä toimintatavasta, josta puhutaan myös lean-filosofiana. Toyotan kehittämä Toyota Production system pyrkii poistamaan prosesseista kaiken aktiviteetin, joka ei tuo lisäarvoa tuotteelle. Lean-ajattelutapa on valloittanut maailmaa, ja monessa yrityksessä se on käytössä. Lean-ajattelutapa ei rajoitu vain teollisiin yrityksiin. Lean sai alkunsa 1950-luvulla, ja se on Toyotan mukaan vieläkin kehitysvaiheessa.

Leanin tarkoitus on poistaa tuotannosta tuottamattomat prosessit, jotka eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle tai tuotteelle. Leanissä on määritelty seitsemän eri kohtaa, josta tuottamattomat aktiviteetit syntyvät. Ensimmäinen vaihe lean-ajattelutavassa on tunnistaa nämä seitsemän ongelmaa, ennen kuin voi alkaa kehittää parannuksia.

Leanin tarkoitus ei ole lisätä työntekijöiden työtaakkaa eikä työnopeutta, vaan tehostaa tuotantoa ja poistaa turhat aktiviteetit. Näiden poistaminen seitsemän määritellyn kohdan avulla voidaan tuotannosta tehdä tehokkaampi, nopeampi ja laadukkaampi. Tämä voi myös tarkoittaa eri työtehtävien uudelleenkartoitusta, jotta ne sopisivat uuteen lean-työympäristöön. Lean-toimintamalli ei rajoitu ainostaan vain seitsemän hukatekijän tunnistamiseen ja poistamiseen, vaan kyse on jatkuvasta parantamisesta ja kehittämisestä.

##### *Seitsemän hukakohtaa*

Seuraavassa luvussa käydään läpi leanin määrittelemät seitsemän kohtaa, jotka tulisi tunnistaa, jotta tuotantoa voitaisiin kehittää ja parantaa.

- Ylituotanto

Syntyy siitä kun tuotteiden tuotanto on suurempaa kuin menekki. Tuotteista syntyvät varastot ovat kalliita, koska ne eivät siirry eteenpäin

- Liiallinen varasto

Aiheuttaa kuluja. Tuotteet seisovat, eivätkä asiakkaat ole valmiita maksamaan siitä. Suuren varastot ovat myös kalliita ja hankalia ylläpitää.

- Virheet

Virhekatteeriaan kuuluu myös laatu. Asiakas maksaa laadukkaasta tuotteesta, ja kustannuksia syntyy silloin, kun laatu ei vastaa asiakkaan tarpeita. On myös kiinnitettävä huomiota alihankkijoilta tuleviin osiin ja niiden laadukkuuteen. Laadukkuus yhtiön sisällä ja alihankittavilta tuotteilta säästää rahaa niin tuotteiden kuin laadunvalvonnan osalta.

- Liike

Syntyy siitä, kun tuotetta tai kokoonpanoon tarvittavia osia joutuu siirtelemään turhaan. Tähän kulutettu aika ei luo arvoa tuotteelle. Liike pitäisi yrittää minimoida. Turhan liikkeen voi minimoida tilansuunnittelulla ja työpisteiden siirtelyllä.

- Ylitekeminen

Tarkoittaa sitä, että tuotetaan tuotteita enemmän kuin on menekkiä. Ylituotanto synnyttää myös puskureja tuotteiden suhteen, mikä hankaloittaa loppupään tuotannon toimimista.

- Siirtely

Tuotteiden siirtely tulisi suunnitella niin, että keskeneräistä tuotetta ei tarvitsi siirrellä tuotannon sisällä. Tuotannossa tulisi liikkeen olla mahdollisimman pientä.

- Odottelu

Odottelua syntyy, kun tuotteet seisovat tehtaalla esimerkiksi osapuutteen takia. Asiakas ei maksa tuotteen seisomisesta tuotannossa vaan kulut tulevat yritykselle. Myös koneiden rikkoutuminen tai epäkuntoon meneminen synnyttää kuluja, jotka ovat estettävissä säännöllisillä huolloilla.

Nämä ovat ne seitsemän kohtaa, jotka lean on määritellyt tunnistettavaksi. Työssä ei käsitellä kaikkia kohtia vaan niitä, jotka ovat olennaisiksi mux-tiimin parantamisen

suhteen. Lean-prosessi on tarkoitettu kokonaiselle tehtaalle ja työ kuitenkin vain käsittelee osaa tehtaan tuotannosta. Olennaisimmat seitsemästä kohdasta työn kannalta ovat virheet, liike, siirtely ja odottelu.

Jatkon kannalta tulisi ottaa huomioon myös Kaizen-menetelmä. Kaizenin tarkoitus on pyrkiä jatkuvaan kehitykseen. Jatkuvan kehityksen edellytyksenä on prosessien pilkkominen ja niiden ymmärtäminen. Ilman parannuksen kohteina olevien prosessien ymmärtämystä, ei Kaizenia voida toteuttaa. Kaizen-menetelmä kattaa myös pienimmät prosessit ja tehtävät, koska ne muodostavat yleensä kokonaisuuden. Ideoiden ymmärtäminen ja huomioon ottaminen on tärkein asia. Pienimmätkin ideat parantamisen ja kehittämisen kannalta voivat johtaa suuriin muutoksiin. Kaizenin jatkuvaa parannusta voidaan alkaa toteuttaa, vasta kun ongelmakohtat on havaittu ja todettu. (The productivity press development team 2002: 1–5.)

Jatkossa Kaizenin säännöllinen toteuttaminen solussa voi eliminoida piilokulujen syntyä. Myös radikaalit muutokset ovat helpommin toteutettavissa, kun niitä on valmiiksi mietitty ja suunniteltu. Ajattelumalli luo mahdollisuuden parantaa resurssien puitteissa toimintaa pitkällä aikavälillä, jos siihen vain sitoutuu.

#### 4.6 Muutosprosessin hallinta

Työhyvinvoinnin näkökulmasta tutustuttiin Kotterin muutosprosessiin. Tätä prosessia noudattamalla pyritään saamaan kaikki muutoksessa mukana olevat työntekijät ja muu henkilöstö ymmärtämään muutos, sen tarpeellisuus ja mitä se pitää sisällään. Lisäksi työhyvinvoinnin kannalta tutkittiin työntekijäkyselyn avulla yleisiä mielipiteitä työvälaineistä, käytänteistä ja ryhmätyöskentelystä, jotta niihin voitaisiin tarvittaessa puuttua kehittämismielessä. Ensin käydään läpi Kotterin muutosprosessi teoksesta *Muutos vaatii johtajuutta* (Kotter 1996).

##### *Kotterin muutosprosessi*

Kotterin muutosprosessi koostuu kahdeksasta pykälästä. Nämä kahdeksan pykälää tukevat toisiaan ensimmäisestä viimeiseen, jotta saadaan selkeä ja looginen jatkumo muutosprosessille. Kun suunnitellaan ja toteutetaan muutosta jossakin prosessissa, oli se sitten jonkun tietyn yksikön sisäinen prosessi tai koko yritystä koskeva muutos, on



vaarana, että luontainen muutosvastaisuus estää muutosta toimimasta tai toteutumasta ajallaan.

Yleinen ongelma on, että aina on joku, joka vielä loogisten perustelujen ja toimivien mallien esittelyn jälkeenkin kieltäytyy hyväksymästä muutosta. Pahimmillaan tällaiset henkilöt voivat puhua työympäristössään muutosta vastaan ja yrittää luoda muutosvastaisuutta muissa kanssatyöntekijöissä, sellaisissakin, jotka ovat jo muutoksen tarpeellisuuden ymmärtäneet ja hyväksyneet sen.

Kotterin muutosprosessin kohtia hyödynnetään, jotta muutokset, jotka esitellään tutkimuksen lopputuloksena, voitaisiin helpommin saada osaksi mux-tiimin toimintaa.

Prosessi sisältää käytännössä ohjeita, joita voidaan soveltaa tällaiseen organisaatioon, joka ei kokoluokaltaan ole samanlainen kuin esitetyn Kotterin prosessin esimerkissä oletetaan. Prosessista voidaan kuitenkin poimia hyviä ohjenuoria.

#### Pykälä 1: Luodaan välttämättömyyden tunne

Kotterin muutosprosessin ensimmäinen askel on välttämättömyyden tunteen luominen. Pykälä on englanniksi nimeltään "Create Urgency". Ei tule kuitenkaan sekoittaa sitä kiireellisyyteen, vaikka niinkin voidaan asia ilmaista. Tarpeellisuus ja välttämättömyys on sille tarkempi ilmaisu.

Jotta muutosprosessi saataisiin liikkeelle, tulisi koko yritys saada haluamaan sitä. Se voidaan saavuttaa luomalla välttämättömyyden ja tarpeellisuuden ilmapiiri muutoksen ympärille. Tällä tavalla voidaan luoda motivaatiota muutoksen toteutukselle läpi yrityksen. (Kotter 1996: 31–43).

Jotta ilmapiiri saavutettaisiin, on pantava alulle avointa keskustelua muutoksesta, siitä millainen se on, mitä se käytännössä tarkoittaa ja miten se vaikuttaa eri osa-alueisiin. Tällä tavalla keskustelu leviää eri henkilöissä ja luo automaattisesti tunteen siitä, että ollaan oikealla asialla. (Kotter 1996: 31–43).

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Tunnistetaan mahdolliset uhat ja osoitetaan erilaisten tapahtumamallien avulla, mitä tulevaisuudessa voi tapahtua.
- Tutkitaan mahdollisuuksia, mitä pitäisi tai voisi käyttää hyväkseen.
- Aloitetaan rakentavia keskusteluita ja esitetään vakuuttavia syitä, jotta saadaan osapuolet ajattelemaan ja puhumaan muutoksesta.
- Pyydetään tukea asiakkailta ja ulkopuolisilta asianomaisilta voimistamaan valittuja argumentteja muutoksen puolesta.

Pykälä 2: Muodostetaan uskottava ja vaikutusvaltainen työryhmä

On vakuutettava asiaankuuluvat henkilöt siitä, että muutos on välttämätön. Jotta tämä ajatus saadaan iskostettua kaikkiin, vaatii se näkyvää tukea organisaation avainhenkilöiltä. Muutoksen hallitseminen ei riitä, vaan sitä on johdettava. Hyviä muutosjohtajia voidaan löytää organisaation kaikilta tasoilta, eikä heidän tarvitse olla aina yrityksen hierarkiassa johtotehtävissä. Kun nämä henkilöt on löydetty, on heistä muodostettava työryhmä. Ryhmän jäsenillä on myös hyvä tulla eri tehtävistä tai olla taustaltaan erilaisia. (Kotter 1996: 45–58.)

Tämän ryhmän tehtävä on muodostamisen jälkeen ajaa eteenpäin organisaatiossa välttämättömyyden ja tarpeellisuuden tunnetta koskien kyseessä olevaa muutosta (Kotter 1996: 45–58).

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Tunnistetaan organisaation todelliset johtajat.
- Avainhenkilöiltä tulisi pyytää henkistä sitoutumista tehtävään.
- Tarkistetaan muutostyöryhmä heikkouksien varalta ja varmistetaan, että siinä on hyvä sekoitus ihmisiä eri osastoilta ja tasoilta.

### Pykälä 3: Luodaan visio muutokselle

Kun muutosta aletaan suunnitella, on todennäköisesti olemassa jo lukuisia hyviä ideoita ja ehdotuksia, joita ei ole vielä käytetty. Näistä ehdotuksista ja ideoista kootaan visio muutoksen ajamiselle. Kun visio on olemassa, on työntekijöiden ja asianosaisten helpompi ymmärtää, miksi muutos on tarpeellinen. Se myös helpottaa toimien, joita on muutoksen saavuttamiseksi asetettu, vastaanottamista työntekijöiden keskuudessa, sillä niillä on selkeä tarkoitus ja tavoite. (Kotter 1996: 59–72.)

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Päätetään arvot, jotka ovat keskeisiä muutokselle.
- Kehitetään lyhyt tiivistelmä, joka vangitsee saavutetun näkemyksen organisaation tulevaisuudesta.
- Kehitetään strategia näkemyksen toteuttamiseksi.
- Varmistetaan, että muutostyöryhmä osaa kuvailla näkemyksen viidessä minuutissa.
- Harjoitellaan "näkemyshetkiä" usein.

### Pykälä 4: Jaetaan näkemystä muille

Menestys on paljolti kiinni siitä, mitä visiolla tehdään, kun se on kehitetty. Yrityksien sisällä liikkuu monia viestejä, ja juuri tämä saattaa hukkoa niiden joukkoon, ellei sitä pidetä jatkuvasti yllä. Sisällytetään näkemys siis kaikkeen, mitä tehdään. Näkemyksen jakamiseksi ei pidä siis vain kutsua kokouksia koolle, vaan sitä on levitettävä aina, kun siihen on mahdollisuus. Sitä tulee käyttää jokapäiväisessä työskentelyssä, jotta se jää kaikille tuoreeseen muistiin, jotta he voivat vastata siihen. (Kotter 1996: 73–86.)

On myös tärkeää toimia sanotun mukaan, sillä jos näkemystä toteutetaan muissakin asioissa kuin vain puheissa, on se paljon tärkeämpää ja uskottavampaa muiden silmissä. Muille tulee siis näyttää, mitä heiltä odotetaan. (Kotter 1996: 73–86.)

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Puhutaan usein muutosnäkemyksestä.
- Otetaan avoimesti ja rehellisesti kantaa ihmisten huoliin.
- Käytetään näkemystä toimintojen kaikkiin näkökohtiin – koulutuksesta suoritusarvioihin. Sidotaan kaikki tähän visioon.
- Johdetaan esimerkillä.

Pykälä 5: Poistetaan esteet

Muutosprosessia läpiviedessä saattaa ilmaantua esteitä. Nämä esteet voivat olla inhimillisiä tai rakenteellisia. Niistä on kuitenkin päästävä eroon, jos halutaan saavuttaa toivottu lopputulos eli muutoksen toteuttaminen. On siis tutkittava, onko muutoksen tiellä prosesseja tai rakenteita. (Kotter 1996: 87–100.)

Otetaan käyttöön muutoksen rakenne ja tutkitaan jatkuvasti, onko sille esteitä. Kun esteet poistetaan, annetaan muutoksen vaatimille henkilöille mahdollisuus toteuttaa visiota, täten ajaen muutosta eteenpäin.

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Tunnistetaan tai palkataan henkilöitä, joiden päätehtävänä on toimittaa muutos.
- Tutkitaan organisaation rakennetta, työnkuvauksia ja suorituskykyä, jotta varmistetaan niiden sopivuus visioon.
- Tunnistetaan ja palkitaan henkilöt, jotka ovat auttaneet muutosta tapahtumaan.
- Tunnistetaan henkilöt, jotka vastustavat muutosta ja autetaan heitä näkemäänsä, mitä tarvitaan.
- Toimitaan nopeasti esteiden poistamiseksi (inhimilliset tai muut).

Pykälä 6: Luodaan lyhyen aikavälin onnistumisia

Koska mikään ei motivoi yhtä hyvin kuin menestys, annetaan yritykselle maistainen voitosta pian muutosprosessin aikana. Muutoksesta riippuen lyhyt aikaväli voi olla kuukausi tai vuosi. Halutaan nopeasti saada lyhyellä aikavälillä työntekijöille näkyviin

tuloksia, jotka on saavutettu muutoksen avulla. Ilman onnistumisia ja hyviä tuloksia, negatiiviset ajattelijat saattavat vahingoittaa muutoksen kehitystä ja etenemistä. (Kotter 1996: 101–114.)

Yhden pitkän aikavälin strategian sijaan luodaan lyhyen aikavälin tavoitteita. Näiden tavoitteiden tulisi olla saavutettavissa ilman pelkoa epäonnistumisesta. Muutostyöryhmä saattaa joutua haasteen eteen, ja sen on tarpeellista työskennellä erittäin ahkerasti keksiäkseen näitä tavoitteita, mutta jokainen onnistuminen joka luodaan, motivoi asiaan kuuluvia osapuolia vielä lisää. (Kotter 1996: 101–114.)

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Etsitään varmasti onnistuvia projekteja, jotka voidaan toteuttaa ilman muutoksen kriitikoiden apua.
- Ei tule valita sellaisia aikaisia tavoitteita, jotka ovat kalliita saavuttaa. Halutaan olla kykeviä perustelemaan kaikkien projektien vaatimat sijoitukset.
- Käydään kattavasti läpi valittujen tavoitteiden edut ja haitat. Mikäli ei onnistuta aikaisen tavoitteen toteuttamisessa, se voi haitata koko muutosehdotuksen läpivientä.
- Palkitaan henkilöt, jotka auttavat saavuttamaan asetetut tavoitteet.

Pykälä 7: Kehitetään muutosta edelleen

Oikeat muutokset ovat syvältä luotaavia, siksi pikaiset onnistumiset ovat vasta alkua sille, mitä tulee tehdä, jotta saavutetaan pitkän tähtäimen menestys (Kotter 1996: 115–126).

Uudella järjestelmällä luotu uusi tuote on hieno asia, mutta jos luodaan kymmenen uutta tuotetta, järjestelmä todella toimii. Järjestelmää on kehitettävä jatkuvasti pidemmälle, jotta saavutetaan se kymmenes tuote. Jokainen menestys luo mahdollisuuden kehittyä eteenpäin siitä, mikä onnistui, ja se myös auttaa huomaamaan, mitä asioita voi parantaa.

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Jokaisen menestyksen jälkeen on tulkittava, mikä meni oikein ja mitä voi parantaa.
- Asetetaan tavoitteita, jotta jatketaan liikettä parempaan kuin mikä on jo saavutettu.
- Ymmärretään jatkuvan kehittämisen ajatus.
- Pidetään ideat tuoreina tuomalla muutostyöryhmään uutta verta ja uusia johtajia.

Pykälä 8: Liitetään muutokset vahvasti yrityskulttuuriin

Jotta muutos jäisi voimaan, tulisi siitä tehdä osa organisaation ydintä. Ponnistellaan, jotta varmistetaan, että muutos näkyy organisaation jokaisessa näkökulmassa. Se auttaa muutosta tulemaan vahvaksi osaksi yrityksen kulttuuria. (Kotter 1996: 127–138.)

On myös tärkeää, että yrityksen johtajat jatkavat muutoksen tukemista, niin olemassa oleva henkilöstö kuin uudetkin juuri organisaatioon tulleet johtajat. Jos menetetään heidän tukensa, saatetaan päätyä takaisin pisteeseen josta aloitettiin.

*Asioita, joita voidaan tehdä muutoksen hyväksi:*

- Puhutaan kehityksestä aina, kun se on mahdollista, kerrotaan onnistumistarinoita muutoksen ansioista ja kerrotaan edelleen muualta kuultuja asioita.
- Liitetään muutosihanteet ja arvot uuden henkilöstön palkkaamiseen.

Tunnistetaan julkisesti alkuperäisen muutostyöryhmän avainhenkilöt ja pidetään huoli siitä, että loput henkilökunnasta, uudet ja vanhat, muistavat heidän saavutuksensa.

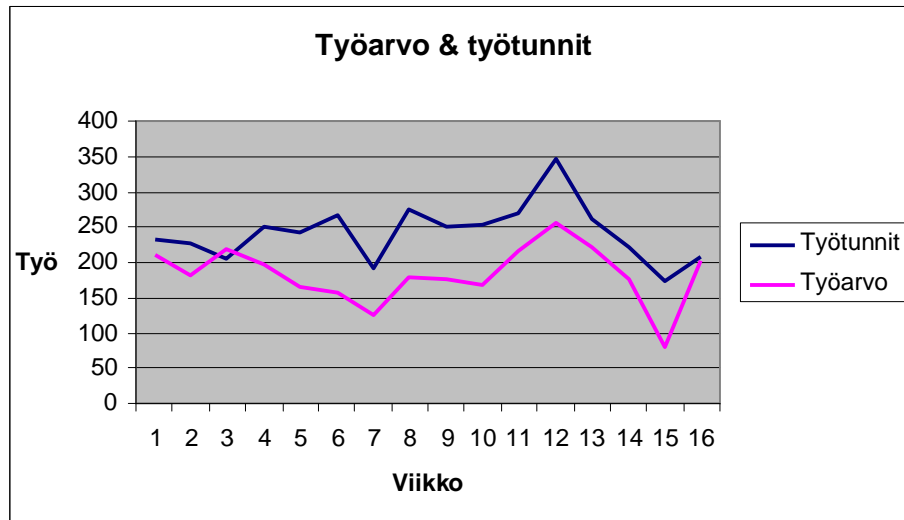
## 5 Nykytila

Tämä luku kuvaa nykytilaa Planmecan Unitin mux-tiimissä. Luvussa käydään läpi tietoja siitä, miten tiimi toimii ja minkälaiset toimintatavat sillä on. Luvussa esitellään myös työntekijäkysely ja analysoidaan sen tuloksia, jotta voitaisiin ottaa huomioon myös työntekijöiden huomaamat epäkohdat ja kohteet, jotka heidän mielestään tarvitsevat muutoksia. Tarkoitus ei ole toteuttaa työntekijöiden toiveita, vaan ottaa heidän toteamuksensa huomioon kehitysehdotuksissa. Tuotetun kyselyn vastaukset eivät muuta lopputyön tuloksia tai vaikuta työn sisältöön. Ongelmakohtat ovat jo aikaisemmin havaittuja.

Nykytila-luku pitää myös sisällään nykyisen layoutin analysointia, jotta voidaan suunnitella uusien muutoksien avulla tehokkaampi layout mux-kokoonpanoon. Pelkästään työntekijöiden haastattelu ja layoutin analysointi ei riitä, vaan pitää myös pureutua materiaalivirtoihin ja nykyisiin testilaitteisiin. Testilaitteiden osalta paneudutaan niiden toimintaan ja tutkitaan onko mahdollista esimerkiksi tehdä muutoksia niihin tulevaisuudessa tai tämän tutkielman valmistuessa. Nämä yllä mainitut kohteet muodostavat kokonaisuuden, jonka perusteella kehitysehdotus luodaan. Pelkästään tiettyä osaa uudelleen suunnitelemalla hyöty jää pieneksi ja jo aikaisemmin huomattut epäkohdat jäävät silti häiritsemään solun toimintaa.

### 5.1 Tuotannon tehokkuus

Seuraavassa kaaviossa (kuva 4) voidaan nähdä vuoden 2010 alusta mitatut instrumenttimultiplekseritiimin työtunnit verrattuna työarvoon. Yksi viikko kaaviossa on kahden viikon keskiarvo, sillä työarvoa ja tunteja seurataan kahden viikon jaksoissa palkanmaksusyistä. Käytännössä siis kaavion viikko 1 on vuoden 2010 viikot 1 ja 2. Työarvo on laskettu tuotantoon menneiden yksiköiden lukumäärästä ja yhden yksikön valmistamiseen tarvittavasta ennalta määritellystä ajasta. Aikamääritys tulee LAM2000-järjestelmästä. Kuvasta voidaan huomata, että keskiarvillisesti valmistukseen käytetään noin 20 % enemmän aikaa kuin työarvo on. Täten tehokkuus on noin 80 %.



Kuva 4. Työarvo ja työtunnit

Seuraavassa kaaviossa on toteutunut työteho samalla tarkasteluajanjaksolla kuin kuvassa 4. Työtehossa voidaan kaavion perusteella nähdä suuriakin vaihteluita, joista kuitenkin keskiarvo otettaessa muodostuu kuluvan vuoden keskiarvoksi 80 %.



Kuva 5. Työtehokkuus

Nykytilan kartoituksella ja kehitysehdotuksilla pyritään nostamaan tuotannon tehokkuutta edellä mainitusta 80 prosentista. Tiettyä prosentimääräistä tavoitetta ei ole, vaan kaikki parannus on tulkittava onnistumiseksi.



## 5.2 Henkilöstökysely

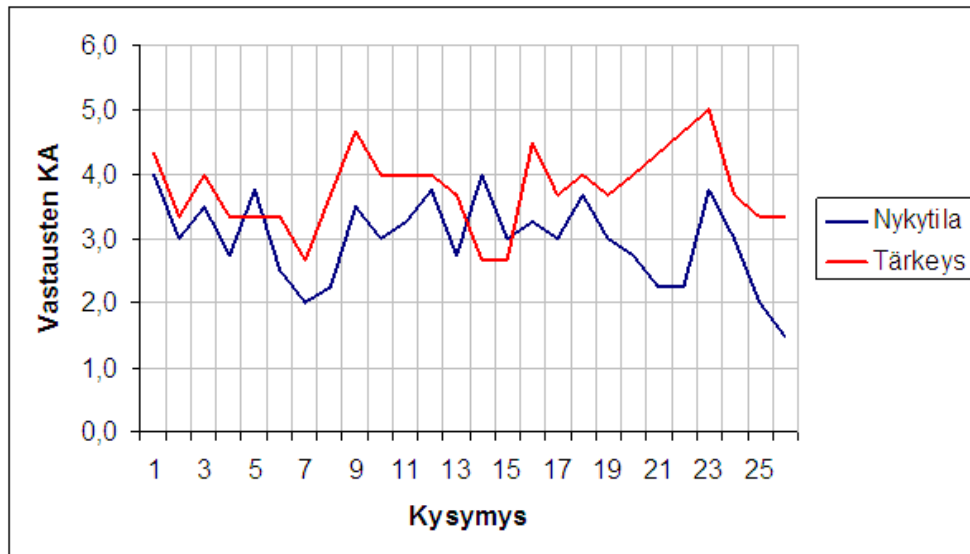
Henkilöstökysely jaettiin mux-tiimille, jotta saataisiin myös kuvan siitä, mitä tiimin työntekijöiden mielestä tulisi parantaa tai muuttaa. Henkilöstökyselyllä oli tarkoitus myös selvittää työntekijöiden halukkuus muutoksille ja samalla selvittää, miten saataisiin ns. myytyä muutostyöskoneet heille. Idea tuli suoraan Kotterin muutosprosessin neljännessä pykälästä.

Kysely oli erityisen hankala toteuttaa, koska mux-tiimi on lviimeaikoina kokenut suuria muutoksia. Henkilöstön vaihtuvuus on ollut suurta ja mux-tiimissä on tällä hetkellä vain muutama ns. vanha työntekijä, jotka osaavat tehdä kaiken työn, joka liittyy muxin kokoonpanemiseen ja testaamiseen. Tiimissä uudet työntekijät osaavat tehdä omat työnsä, joten se ei ole vaikuttanut kyselyn tuloksiin. Kuitenkin he vielä opettelevat uusia asioita eivätkä vielä osaa kaikkia erilaisia kokoonpanotöitä ja versioita muxista. Jos oletetaan, että työntekijöiden vaihtuvuutta on tulevaisuudessakin, on tärkeää, että kehitysehdotukset myös tukevat uusien työntekijöiden sopeutumista ja oppimista uudessa työtehtävässänsä mux-tiimissä. On tärkeää, että tehokkuus saadaan normaalille tasolle pian ja mutkattomasti, vaikka mux-tiimistä vaihtuisi henkilöitä.

Kyselylomake toteutettiin Leena-Maija Otalan kompassilomakkeen pohjalta, jotta se tukisi asetettuja tavoitteita. Kompassi lomake sisältää alun perin 40 kysymystä liittyen yrityksen työhyvinvointiin ja ongelmakohtien tunnistamiseen. Tältä pohjalta muokattiin lomake, joka sopii mux-tiimille. Lomake löytyy liitteestä 1.

Kyselylomake koostui neljästä eri osiosta. Osiot 1–3 käsittelivät osaamista, johtamista ja työyhteisöä. Viimeinen eli neljäs osa käsitteli hieman laajempaa aluetta. Alueeseen kuului mm. testilaitteiden, työtilojen, työkalujen, työkierron ja työohjeiden toiminta. Kyselylomakkeessa oli myös nykytilan arvioinnin lisäksi arvointi kysymyksen aihealueen tärkeydestä. Alla oleva kaavio esittää keskiarvon saaduista vastauksista nykytilan ja tärkeyden osalta. Nykytilalla tarkoitetaan asioita ja työmenetelmiä, jotka ovat käytössä tällä hetkellä solussa. Tärkeysmittari kertoo vastanneen henkilön mielipiteen asian tärkeydestä. Esim. Oletko tyytyväinen nykyisiin työkaluihin? Henkilö antaa arvosanan 4, eli hän on tyytyväinen työkaluihin. Henkilö myös antaa arvosanan asian tärkeydestä. Jos vastannut henkilö antaa arvosanaksi esimerkiksi 1, hänen mielestään työkalut eivät

ole niin tärkeä ja olennainen osa työskentelyä. Kuvaaja siis myös kuvaa vastaajien mielipidettä asian nykytilasta ja tärkeydestä.



Kuva 6. Kysymysten keskiarvo nykytilan ja tärkeyden osalta

Henkilöstökyselyn tuloksia käsitellään neljän osa-alueen pohjalta. Jokaisesta eri osa-alueesta on muodostettu kuviot havainnoimaan tuloksia. Kyselyn tuloksista luodut kuviot löytyvät liitteestä 2. Liitteessä 1 on kyselylomake, josta löytyvät esitetyt kysymykset.

### 5.2.1 Osaaminen

Ensimmäisessä osiossa kysyttiin työntekijöiden osaamiseen liittyviä kysymyksiä. Alue käsittää oman osaamisen ja yhteistyön tiimin kanssa. Myös jälkipuintia eri projektien osalta kysyttiin. Osaamiskohdassa tartuttiin tulevaisuuden tarpeisiin työmenetelmien suhteen ja siihen, millä tavalla niitä on toteutettu.

Ensimmäisenä nousi esille henkilökunnan oman osaamisen tarpeet kyseisessä solussa ja se, että niistä oltiin selvillä. Myös yksikön osaamistarpeet töiden kannalta olivat selvillä. Kyselystä selvisi, että työkiertoa järjestetään, mutta neljännessä osiossa tuli selväksi, että se ei toimi ja kaikki eivät osallistu työkiertoon.

Valmiiden projektien jälkipuinti on ryhmässä jäänyt vähäiseksi, ja se miten töitä voisi tehdä vielä paremmin. Esille nousi myös, että uusiin toimintatapoihin voitaisiin panostaa

enemmän. Kaiken kaikkiaan mux-tiimin henkilöt olivat tietoisia omasta osaamisestaan ja siitä, miten tarpeellista osaaminen on solussa.

### 5.2.2 Johtaminen

Toisessa osiossa käytiin johtamista kuvaavia kysymyksiä. Johtamisella ei tässä tapauksessa tarkoiteta esimiehiä vaan johtamista organisaatiossa. Työntekijöiltä kysyttiin organisaation ymmärtämistä tavoitteiden suhteen ja myös koko mux-tiimin. Kysyimme myös, miten mux-tiimi saa palautetta ja miten esimiehet osallistuvat palautteenantoon. Kysymyksissä nostettiin esille myös, miten työntekijät pääsevät vaikuttamaan toiminnan kehittämiseen ja ideoiden jakoon.

Työntekijöiden mielestä mux-tiimin tavoitteet ovat hyvin selvillä ja esimiehet tukevat ja antavat palautetta työntekijöille hyvin. Työntekijät kokivat saavansa tarpeellisen tuen työnsä tekemiseksi. Työmäärän mux-tiimi koki sopivaksi ja myös erittäin tärkeäksi. Ainoa asia, joka nousi esiin kehittämisen kannalta oli mux-tiimin keskinäinen kommunikointi. Kehityskeskusteluita soluna kaivattaisiin ja sitä pidettiin tärkeänä.

### 5.2.3 Työyhteisö

Kolmannessa osiossa kysyttiin, miten työilmapiiriä mitataan ja arvioidaan säännöllisesti. Esitimme myös kysymyksiä siitä, miten organisaatiossa seurataan yleistä työhyvinvointia ja onko mux-tiimillä tietoa siitä, miten tietoa saadaan tarvittaessa. Nostimme myös esille kysymyksiä siitä miten henkilökunta saa äänensä esille haluttaessa ja miten heitä perehdytetään ja ohjeistetaan.

Vastauksien perusteella tuli esille, että työilmapiiriä ei mitata tarpeeksi ja se koetaan tärkeäksi asiaksi. Työilmapiiri mittauksia pyritään tekemään vuosittain, mutta usein vastausprosentti jää pieneksi. Perehdyttäminen ei ole mux-tiimin mielestä tarpeeksi ohjeistettua ja vastuutettua. Mux-tiimi myös kaipaisi tilaisuuksia, jossa työntekijät voisivat saada mahdollisuuden keskustella asioista. Muissa kysymyksissä mux-tiimi osoitti olevansa tietoinen ja tyytyväinen organisaation toimintaan ja tiedonhankintaa.

### 5.2.4 Vapaa vastausosio

Vapaasti vastattavaan osioon teimme kuusi kysymystä, joissa kysyimme työntekijöiden tyytyväisyyttä testilaitteisiin, työtilaan, työkaluihin ja työohjeisiin. Työntekijöiden

mielestä testilaitteet ovat liian suuria ja vanhanaikaisia. Esiintyi myös kommentteja siitä, että testilaitteet eivät olisi tarpeeksi luotettavia. Työtilat ovat kaikkien mielestä liian pienet. Solussa työskentelee seitsemän ihmistä, ja lisäksi tilaa vievät hyllyt ja työpöydät. Mux-tiimille varatussa solussa on noin 50 neliometriä. Työkalut ovat mux-tiimin mielestä riittävän hyvät tämän päivän tarpeisiin. Kyselyssä esiintyi myös tyytymättömyys työkiertoon. Työkierrolla tarkoitetaan eri versioiden kokoamista ja eri työtehtävien tekemistä solussa.

### 5.3 Henkilöstö

Mux-tiimi on erillinen osa tuotantoa, aivan kuten muidenkin osakokonaisuuksien tiimit. Tämä tarkoittaa sitä, että tiimien työskentelyn tehokkuutta tarkastellaan erikseen. Tuotantopalkkio, joka on peruspalkan päälle tuleva lisä, muodostuu tuotantotiimien suoritusarvojen keskiarvosta. Täten yksittäisen tiimin huono suoriutuminen voi vaikuttaa koko tuotannon suoritteeseen ja sitä kautta palkkaan negatiivisesti. Tämä toimii toki toisinkin päin, eli erinomainen suoritus näkyy positiivisena kaikille.

Mux-tiimissä työskentelee normaalisti kerrallaan seitsemästä kahdeksaan henkilöä. Keskustelussa työnjohtajan kanssa tuli ilmi, että työntekijöiden vaihtuvuus on tiimissä ollut suurta. Tiimissä työskenteleekin tällä hetkellä vain muutama työntekijä, jotka ovat jo pidemmän aikaa koonneet muxeja. Luonnollisesti näillä henkilöillä on parempi osaaminen muxin kokoamisesta, mutta kuten tavallista, he jakavat osaamistaan muille tiimin jäsenille. Tämä tapahtuu muun muassa alkuperehdytyksessä. Vaihtuvuus ja joidenkin henkilöiden kokema epäreilu toiminta voi kuitenkin aiheuttaa jonkinasteista kitkaa työntekijöiden välillä. Vapaiden vastausten osiosta kävi työkierron osalta ilmi, että jotkut henkilöt saattavat henkilökohtaisiin syihin vedoten pidättäytyä tekemästä heille suunnattuja työtehtäviä, mikä ilmenee tyytymättömyytenä muissa työntekijöissä. Työtehtävien tasainen jako ei siis käytännössä toteudu niin hyvin kuin se voisi. Tähän asiaan tulee siis puuttua työn kehitysehdotuksissa.

Toinen asia, johon olisi syytä puuttua on se, että suoritelisien maksussa koko tuotannon työpanos otetaan huomioon. Voidaan siis olettaa, että tiimikohtaisella suoritelisällä voitaisiin vaikuttaa asenteisiin myönteisesti, jolloin voidaan odottaa tehokkuuden parantumista. On kuitenkin otettava tämän suhteen huomioon kaksi asiaa. Toinen on se, että tiimikohtaisten suoritteiden olisi koskettava kaikkia tiimejä,

jolloin muutos olisi paljon laajempi. Toinen taas se, että näinkin dramaattinen muutos palkanmaksussa saattaa aiheuttaa ja todennäköisesti aiheuttaakin vastahakoisuutta tiimien ja työntekijöiden keskuudessa, mihin on tartuttava muutosprosessien hallinnan menetelmin. Tämä siksi, että joissakin tiimeissä voidaan kokea toisten tiimien työn olevan helpompaa.

### *Haastattelu*

Työnjohtajan ja mux-tiimin kanssa pidetty palaveri avasi näkemystä tiimin tilasta vielä lisää. Jo kyselystä saadut tiedot laajenivat ja uusia näkemyksiä tuli esille tiimin nykytilasta.

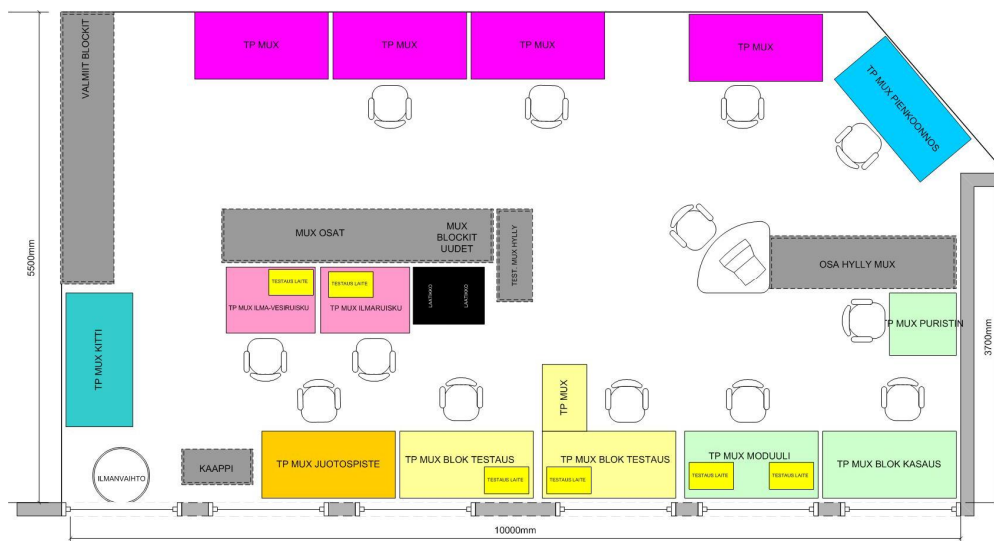
Joitakin työntekijöitä häiritsi se, että töihin tullessa ei ole aina selvyyttä siitä, kuka tekee mitään sinä päivänä. Töihin tullessaan voi mennä vapaan pöydän ääreen tekemään sitä tehtävää, mitä sillä pöydällä voi tehdä. Toiset saattavat tehdä koko päivän Muxin lohkoja ja toiset käyttää päivän testaamiseen. Tämä jaottelu ei kuitenkaan yleensä ole täysin selvä, ja työt jakautuvat periaatteessa sen mukaan, mihin aikaan töihin saapuu. Toinen asia, mikä on muistettava on se, että kaikki eivät osaa testata kaikkia koonnoksia. Tämä johtaa siihen, että kyvykkäimmät testaavat enemmän kuin muut. Kaiken kaikkiaan vaikuttaa siltä, että työhönopastus voisi olla tehokkaampi ja, että kaikilla olisi valmiudet samoihin töihin.

Toinen asia, joka kävi haastattelussa ilmi on se, että taannoin tiimiin oli siirretty neljä työntekijää muista tiimeistä. Seitsemän tai kahdeksan henkisessä tiimissä tällainen muutos on melko vaikuttava. Tällainen muutos muun muassa hidastaa tuotantoa, sillä kaikki uudet henkilöt pitäisi perehdyttää kyseiseen työnkuvaan yhtä aikaa. Resurssit siihen ovat valmiiksi tiimissä olevilla rajalliset senkin lisäksi, että tuotannon pitäisi pysyä tahdissa samalla kun uusia koulutetaan. Jonkinlainen tahdistus olisi syytä löytää, jotta tällaisilta sumilta vältyttäisiin.

## 5.4 Nykyinen layout

Jotta voitaisiin määrittää lähtökohdat ja nykytilanteet mux-tiimissä oli välttämätöntä tarkastella layoutkuvia Planmecan tietokannasta. Tarkastelu osoitti, että viimeisin layout, joka on tehty ei pitänyt enään paikkaansa mux-tiimin osalta. Koska muutoksia

ei ollut tallennettu layoutpiirustuksiin aikaisemmin, tai muutokset ovat tehty ilman layout suunnittelua, oli helpointa tehdä kokonaan uusi layout piirustus mux-tiimin käyttämistä tiloista. Lähtökohtana tilan päivittämiselle oli käyttää tarkoitukseen sopivaa tietokoneohjelmaa. Layoutin päivittäminen ajan\_tasalle vaati sen, että kyseinen tila mitattiin tarkasti, jotta saataisiin oikeat mittasuhteet niin tilan suuruudesta kuin käytettävistä hyllyistä, pöydistä jne. Mittaukset suoritettiin lasermittarilla, joka koettiin parhaaksi tässä tarkoituksessa. Oli tärkeää saada oikeat mitat kaikesta tilan sisällä käytettävistä työntekoon liittyvistä apuvälineistä, jotta voitaisiin mahdollisimman tehokkaasti käyttää hyväksi kaikki neliöt uudessa tilasuunnitelmassa. Tietokoneella tehtyä tilasuunnittelukuvaa on tarkoitus myös käyttää nykyisten materiaalivirtojen selvittämiseen ja demonstroitiin.



Kuva 7. Mux-tiimin tila, nykytilanne

Yllä oleva kuva esittää mux-tiimin tuotannon työskentelytilaa. Solussa työskentelee seitsemän tuotannon työntekijää ja kokonaispinta-ala on noin 50 neliometriä. Solussa on työskennelty niin, että kaikki seitsemän tuotannon työntekijää sijoittuvat omille työpöydilleen ja tekevät erilaisia koonnoksia riippuen tilauksista ja tarpeesta. Varsinaista järjestystä materiaalivirtojen suhteen ei ole. Eri työpisteet ovat saaneet värikoodit sen mukaan, mitä työtä työpisteessä tehdään. Tämä selventää kokonaiskuvan näkemistä ja hahmottamista nykyisestä järjestyksestä. Solussa ei ole juurikaan loogista materiaalivirtaa tällä hetkellä.

#### 5.4.1 Työpisteiden ja hyllystöjen rooli mux-tuotannossa

Riippuen moduulien tyypeistä, niiden osista, testauksen luonteesta tai muista asioista mux-tiimillä on käytettävissään useita eri työpisteitä, joilla on kaikilla jokin ensisijainen tehtävä.

##### *Hyllystöt*

Kuvassa hyllyt ovat harmaita. Ne käsittävät enimmäkseen kokoonpanoihin vaadittavia osia. Riippuen hyllystä ne voivat toimia puolivalmiiden moduulien tai blockien säilytyspaikkana tai vaihtoehtoisesti varastopaikkoina komponenteille, joista muxit kootaan.

##### *Työpöydät*

Violetit työpöydät ovat niitä, joissa kootaan mux-moduuleja. Näille pöydille työntekijä ottaa materiaalihyllyistä vaadittavat komponentit valmistettavan muxin tyyppin mukaisesti. Muxit kootaan yleensä 20 kappaleen sarjoissa. Toisin sanoen yksi työntekijä kokoaa kerrallaan monta mux-moduulia toistaen aina yhden työvaiheen, kunnes kaikki ovat valmiita. Riippuen testilaitteen käytöstä, valmiit moduulit laitetaan joko hyllyyn odottamaan testausta, tai vaihtoehtoisesti ne testataan heti.

Sinisellä merkityllä pöydällä kootaan myös moduuleita, mutta se on merkitty pienkoonnospöydäksi. Pienkoonnokset ovat joitakin pieniä komponentteja tai isompien kokonaisuusien osia, jotka voidaan koota valmiiksi suuremman koonnoksen nopeuttamista.

##### *Testauspöydät*

Vihreällä on merkitty moduulitestauspöytä ja mux-block -kokoonpanopöytä. Moduulitestauspöydällä valmiit moduulit testataan, ennen kuin niistä kootaan bloqueja viereisellä pöydällä. Testauksen jälkeen moduulit laitetaan joko hyllyyn odottamaan kokoonpanoa tai suoraan koottavaksi, jos kokoonpanopöytä ei ole käytössä. Block-kokoonpanopöydällä moduulit kiinnitetään toisiinsa pitkillä pinnoilla ja niihin

kiinnitetään valmiiksi juotettu piirikortti ja muut vaadittavat komponentit. Kun block on valmis, se laitetaan joko hyllyyn odottamaan testausta tai suoraan testattavaksi.

Vaaleankeltaisilla pöydillä testataan mux-blokkeja eli valmiita koonnoksia. Block-testaus on kattavin testaus, mikä muxille suoritetaan ja myöskin pitkäkestoisin. Testatut blockit laitetaan mustiin laatikoihin odottamaan siirtoa valmiiden muxien säilytyspaikkaan hyllyn alle. Täältä ne tullaan hakemaan asennettaviksi konsoleihin.

### *Juotospiste*

Tummemman keltaisella osoitetaan mux-juotospistettä, jossa pinnit juotetaan mux-piirikorttiin. Kun pinnit on juotettu korttiin kiinni, voidaan asentaa instrumenttiletujen rajapinnat kiinni kokoonpanoon. Pinnit johtavat virran instrumenteille eli käytännössä käyttövoiman sähkökäyttöisille instrumenteille.

### *Muut*

Vaaleanpunaisilla pöydillä testataan ruiskujen toiminta, käytännössä siis toimiiko muxin ruiskutoiminto. Pöytiä on kaksi, joista toisella testataan vain ilmaruiskua ja toisella ilma-vesiruiskua. Turkoosilla merkitty pöytä on mux-kitien valmistamiseen.

Testauspaikkoja on viisi kappaletta ja ne on sijoitettu lähekkäin. Työskentelypöytiä on yhdeksän kappaletta. Kaikissa työskentelypöydissä ei ole samoja työkaluja, vaan työskentelypöytien ominaisuudet ovat vaihtelevat riippuen tehtävästä työstä.

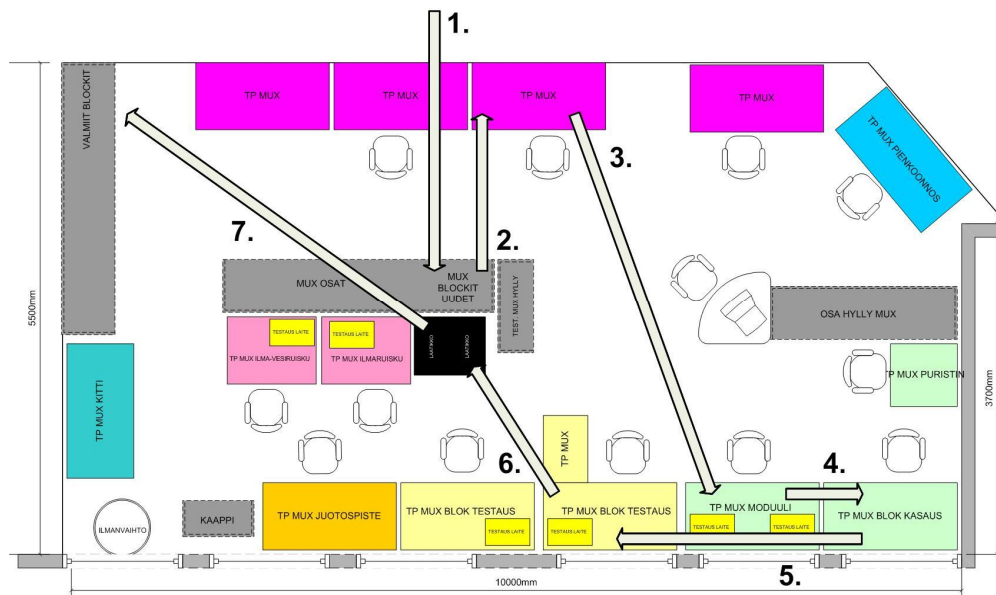
#### 5.4.2 Nykyinen materiaalivirta

Materiaalivirta nykyisessä layoutissa ei ole optimaalinen. Yleisimmän mux-tyypin, joka on valittu tarkastelukohteeksi (ilma ja vesi), materiaalivirta aiheuttaa turhaa kävelyä tavaroiden haussa eikä muutenkaan palvele tarkoitusta aivan niin kuin sen pitäisi. Seuraavassa esimerkissä käydään kyseisenlaisen mux-kokoonpanon materiaalivirta sellaisena kuin se tällä hetkellä on.

Kuva 8 on yksinkertaistettu esittämään tämänhetkisen tilanteen parasta mahdollista virtausta. Kuvassa olevat nuolet voivat normaalisti haarautua tilanteesta riippuen,



eivätkä ne aina välttämättä mene suoraan pisteestä toiseen, vaan saattavat olla hyllyssä puskurissa odottamassa.



Kuva 8. Mux-tiimin tila, nykytilanne, materiaalivirta

Kuvassa 8 voidaan nähdä nykytilanteen materiaalivirta. Virtaus kulkee seuraavalla tavalla:

1. Ensimmäiseksi osastonjärjestelijä tuo osahyllyihin niitä osia, jotka ovat lopussa.
2. Mux-moduuliin tarvittavat osat otetaan hyllystä työpöydälle, jossa niistä kasataan moduulit.
3. Valmiit moduulit kuljetetaan testipöydälle, jossa ne testataan virheiden varalta.
4. Testatut moduulit kootaan, mikä siis sisältää käyttötarkoituksesta riippuvan määrän moduuleita, esim. 4, ja piirikortin, joka on valmiiksi juotettu. Muitakin osia kuuluu koonnokseen, mutta tärkeimmät ovat nämä kaksi.
5. Valmis mux-block siirretään testiin, jossa koko blockin toiminta varmistetaan, ennen kuin sen voi kiinnittää hoitokoneeseen.
6. Valmiit ja testatut blockit laitetaan laatikkoon odottamaan siirtoa, joka tapahtuu, kun se on täysi tai kun niitä ei ole muualla valmiina.

Laatikko siirretään täytenä valmiiden blockien hyllyn alle, mistä se voidaan hakea seuraavaan kohteeseen.

## 5.5 Testilaitteet

Testilaitteet ovat mux-tuotantotiloissa olevia koneita, joilla keskeneräiset ja valmiit muxit testataan. Muxiin liittyviä testilaitteita on pääasiassa kolmea erilaista tyyppiä, jotka on suunniteltu käyttötarkoitustaan varten. Mux-moduulit eli yksittäiset muxin lohkot testataan omassa testilaitteessaan. Moduuli on siis se, johon instrumentit kiinnittyvät, ja moduuleita on yhdessä mux-kokoonpanossa useita, jolloin valmiiseen konsoliin saadaan useita instrumentteja kiinni samanaikaisesti.

### 5.5.1 Moduulitestilaitte

Testilaitteeseen, jolla moduulit testataan, voidaan kiinnittää vain yksi moduuli kerrallaan. Käytännössä jokainen valmistunut moduuli testataan, ennen kuin ne yhdistetään mux-blockiksi. Mux-block on siis tiimin kokoama lopputuote, jossa on moduulit yhdistettynä toisiinsa, letkut kiinnitettynä ja piirikortti juotettuna. Testilaitteella pyritään seulomaan yksittäisten moduulien mahdolliset viat, jotta virheet voitaisiin korjata niiden osalta ennen kokoamista. Moduulitestilaitteita tiimillä on kaksi kappaletta, ja ne ovat molemmat yhdellä työpöydällä, joten testausta voi suorittaa yksi henkilö kerrallaan kahdella laitteella.

Moduulitestilaitteet ovat jo vanhoja. Ne ovat ulkomitoiltaan varsin suuria, vaikka niiden sisällä on paljon tilaa. Tämä saattaa mahdollistaa laitteiden fyysisen koon pienentämisen vaihtamalla kuoria. Laitteiden vanhuudesta johtuen niiden rajapinnat testattavien moduulien kanssa eivät ole parhaat mahdolliset. Toinen testerit on automaattinen ja toinen manuaalinen. Automaattinen testilaitte on ensisijainen moduulien testauksessa, mutta siitä puuttuu moduulin takaiskuventtiilien testausominaisuus.

Tämä ominaisuus on manuaalisessa testerissä, joten joskus moduulit on myös testattava tällä toisella laitteella. Manuaalisella laitteella voidaan yksitellen avata venttiileitä ja lisätä paineita; viat ilmenevät mittareita lukemalla ja erinäisiä ääniä kuuntelemalla.

Automaattitesteri koostuu kuorien sisään rakennetusta piirikortista ja letkusarjasta, joihin on kiinnitetty testijigi ja käyttöliittymä. Lisäksi laitteessa on erinäisiä venttiileitä ja

kytkimiä, joita ohjaamalla saadaan paineet ohjattua mux-moduuliin. Testilaitteen piirikorttiin on asennettu modifioitu hoitokoneen ohjelmisto, joka ohjaa toimintoja. Manuaalinen testeri sisältää pääpiirteittäin samat venttiilit, kytkimet ja letkut, mutta sen toimintoja käytetään manuaalisilla kytkimillä ja painearvoja luetaan analogisilta mittareilta.

Ominaisuudet, jotka automaattitestieristä puuttuvat, on rakennettu testeriin, mutta sen ohjelmisto ei pysty luotettavasti tulkitsemaan kyseisiä arvoja. Automatiikkaa ei siis voida täysin tuottaa testaamaan niitä.

### 5.5.2 Mux-block – testilaitte

Toinen testilaitetyyppi, joka tiimillä on tiloissaan käytössä, on mux-block – testeri. Näitä laitteita on kaksi, kahdella eri pöydällä. Toisin sanoen niitä voi käyttää kaksi henkilöä kerrallaan, mutta kumpikin vain yhtä laitetta kerrallaan. Block-testeri testaa valmiin muxin toimintaa. Käytännössä se testaa samoja ominaisuuksia kuin moduulitesteri, mutta kuitenkin kokonaisvaltaisesti koko blockin toimintaa testaten. Tässä vaiheessa se on siis koottu moduuleista ja piirikortista valmiiksi sellaiseen tilaan, jossa se asennetaan konsoliin. Block-testeri toimii siis mux-tiimin lopputesterinä, jolla varmistetaan, että vikoja ei ole. Kaikki valmiit muxit testataan block-testerillä, ennen kuin ne lähetetään eteenpäin.

Mux-block – testeri simuloi periaatteessa hoitokonetta. Tämä tarkoittaa sitä, että kun block kiinnitetään testeriin, se toimii kuin se olisi kiinni hoitokoneessa. Kaikkia muxin ominaisuuksia voidaan siis käyttää ja testata tällä laitteella. Testeriin kuuluu jigi, johon mux kiinnitetään. Sen toimintoja ohjataan jalkaohjaimella kuten hoitokoneessakin, testin tulokset vaan ovat nähtävissä testeriin kiinnitetyltä näytöltä. Näytöllä näkyy muun muassa turbiinitestauksen painekäyrä, jonka visuaalisella tarkastamisella voidaan todeta takaisinimun arvot. Testeri on periaatteessa PC, johon on liitetty testijigi ja muu vaadittava laitteisto.

### 5.5.3 Turbiinitestilaitte

Kolmas testilaitetyyppi on koko hoitokoneen lopputestissä käytettävä turbiinitesteri. Turbiinitesterin toimintaan ja käyttöön ei paneuduta sen enempää kuin että sillä testataan instrumentin turbiini takaisinimun varalta. Kun turbiini suljetaan eli

instrumentti sammutetaan, ei se saisi pysähtyessään imeä mitään turbiiniin. Takaisinimu on kuitenkin turbiineille ominaista. Takaisinimun on oltava tietyn alhainen, jotta muun muassa lima tai likainen vesi ei imeydy turbiiniin tekemään sille vahinkoa, kun potilasta hoidetaan. Tämä testilaitte on integroitu mux-tiimin lopputestilaitteeseen, joten sen testaaminen on vain osa itse mux-blockin testausta.

#### 5.5.4 Testilaitteiden huolto

Mux-tiimin testilaitteet ovat jo varsin vanhoja. Ne on rakennettu silloin kun nykyisenmallinen mux kehitettiin, eli 90-luvun puolenvälin aikoihin. Ne ovat siis jo auttamatta vanhanaikaisia ja vaativat silloin tällöin huoltoa. Nykyisellään testilaitteilla ei ole rutiininomaista eikä edes kausittaista huolto-ohjelmaa, vaan huollot tehdään silloin kun laitteet menevät epäkuntoon.

Vikoja, joita ajoittaisen huollon puute testilaitteissa aiheuttaa, on muutamia erilaisia. Ensinnäkin kanavat, joissa käytetään vettä testaamiseen, voivat vähä vähältä tukkeutua kalkin tai levän kerääntymisen johdosta. Tämä on ongelma ylipäänsä laitteissa, joissa joudutaan käyttämään vettä. Ongelma ilmenee varsinkin loma-aikoina esimerkiksi heinäkuussa, kun laitteet seisovat käyttämättömänä pari viikkoa. Tällöin kanaviin jäänyt vesi pilaantuu ja tukkii käytävät. Kun tällainen ongelma ilmenee, on syytä huuhdella testilaitteen kanavat desinfioivalla liuksella, jolloin toiminnallisuus saadaan palautettua. Mutta kuten sanottua, tällaista huoltoa ei suoriteta muulloin kuin silloin, kun ongelma ilmenee, ei ennaltaehkäisevästi. Testilaitteen ollessa epäkunnossa testaustoiminta luonnollisesti estyy tai hankaloituu aiheuttaen seisontaa tuotannossa, kunnes laite on saatu jälleen toimintaan. Tämä vaikuttaa epäedullisesti tehokkuuteen.

Toinen asia, joka voi testilaitteissa mennä rikki, on paineanturit, jotka mittaavat paineita. Tämä voi johtua siitä yksinkertaisesta syystä, että testilaitteet ovat auttamattoman vanhoja ja tekniikka on sen vuoksi epätoivotulla tasolla. Paineantureiden tai mittareiden vaurioituessa kuluu jälleen aikaa, kun ne vaihdetaan tai korjataan toimiviksi.

Huolto-ohjelman puute ja testilaitteiden ikä siis aiheuttavat testilaitteissa ongelmia. Niitä ei tule kovin usein, mutta huomioon ottaen mux-tuotannon ja tarpeen tehokkuuden nostamiseen ovat harvatkin viat jo liikaa.

## 5.6 Materiaalivirrat

Tässä luvussa käydään läpi kaksi tutkimusta ja tulkitaan niistä saatuja lukemia. Nämä kaksi tutkimusta ovat virtausajan määrittäminen ja yksittäisen moduulin valmistusaika.

### *Virtausajan määrittäminen*

Mux-tuotantoa mitattiin kahden tunnin aikavälillä, jotta saatiin kuva mux-moduulien tuotantoajoista. Tuotantoajat kertovat kuinka monta yksikköä moduuleita tiimi kokoaa ja testaa tietyssä ajassa. Aikaa tutkimalla voidaan laskea esimerkiksi kuinka kauan yhden yksikön valmistaminen kestää, kuinka paljon yksiköitä prosessi pitää sisällään jollakin tietyllä hetkellä ja kuinka monta yksikköä tiimi pystyy tuottamaan yhdessä päivässä tai missä tahansa määritetyssä ajanjaksossa. Tuotanto vaihtelee päivittäin, mutta sen lisäksi yhden vuoron aikana kokoaminen ja testaus ei ole jatkuvaa, vaan osa päivästä saattaa kulua pelkästään moduulien kokoamiseen, eikä yhtäkään testata, ja toisaalta osa päivästä voi olla pelkkää testaamista, riippuen siitä, onko yksiköitä valmiina hyllyssä odottamassa testausta.

Tutkimus aloitettiin kello 12:20 ja päätettiin kello 14:30. On huomattava, että tämä ajanjakso on todellisuudessa 2 tuntia ja 10 minuuttia, mutta ajanjaksolle osuva kahvitauko otettiin huomioon ja aikaa lisättiin kahvitaukoon kulunut 10 minuuttia. Sen lisäksi on otettava huomioon, että tutkimuksessa tutkittiin pelkkien mux-moduulien tuotantoa eikä kokonaisten blockien.

Kuten teoriaosassa todetaan, moduulien prosessiintulo on määriteltävä tarkasti ja tässä tapauksessa se oli määritelty olemaan se hetki, kun osat on saatu kokoamispisteeseen valmiiksi koottaviksi. Sen lisäksi määriteltiin prosessista tarkka poistumishetki. Tämä hetki on se, kun mux-moduuli on koottu, testattu ja todettu toimivaksi. Kun prosessin rajat eli sisääntulo ja poistuminen oli määritelty, edellä mainitun kahden tunnin aikavälillä laskettiin prosessissa olevien moduulien määrä kolme kertaa. Sinä hetkenä kun tutkimus aloitettiin, tunnin päästä tästä hetkestä ja lopulta viimeisen kerran kun tutkimus päätettiin.

Viimeinen asia, jota tutkimuksessa seurattiin oli kyseisen ajanjakson aikana valmistuneiden moduulien kokonaismäärä. Kun kaikki nämä asiat on kirjattu muistiin,

voidaan laskea virtausaika mux-tuotannolle. Seuraavasta taulukosta nähdään mittauksella saavutetut arvot, joita voidaan käyttää laskelmien tekemiseen. Prosessin sisältämien moduulien määrä on suuri, sillä jokainen työntekijä kokoaa kerrallaan 20 kappaletta moduuleita. Siten jos kolme henkilöä kokoaa moduuleita ja samanaikaisesti kaksi testaa omaa valmistussarjaansa, on prosessissa noin 90 moduulia.

Taulukko 2. Materiaalivirran mittaustulokset

Tutkimuksen kesto	2 tuntia
Prosessin sisältö klo 12:20	100 kappaletta
Prosessin sisältö klo 13:20	100 kappaletta
Prosessin sisältö klo 14:30	80 kappaletta
Kokonaistuotantomäärä aikavälillä	24 kappaletta

Kun nämä tulokset on saatu kirjattua, voidaan ensimmäiseksi laskea prosessin sisältämien moduulien lukumäärän keskiarvo.

$$I_{\text{kok}} = \frac{100 + 100 + 80}{3} = 93,33$$

Prosessi sisältää siis jonakin sattumanvaraisena hetkenä keskimäärin 93,3 kappaletta mux-moduuleita. Nämä voivat olla tilanteesta riippuen joko kokoamisvaiheessa, hyllyssä odottamassa testausta tai testauksessa. Seuraavaksi lasketaan virtausmäärä, joka määritellään muodossa moduulien määrä yhdessä tunnissa.

$$R = \frac{24 \text{ kpl}}{2 \text{ h}} = 12 \text{ kpl} / \text{ h}$$

Virtausmäärä on siis 12 valmistunutta moduulia per tunti. Jakamalla keskimääräinen prosessin sisältö virtausmäärällä, saadaan tietää, mikä on keskimääräinen virtausaika, eli kuinka pitkän ajan yksi moduuli keskimäärin viettää prosessissa.

$$T = \frac{93,33 \text{ kpl}}{12 \text{ kpl} / \text{ h}} = 7,7778 \text{ h}$$

Yhdellä moduulilla siis kestää keskimäärin 7,8 tuntia eli 7 tuntia ja 48 minuuttia kulkea koko prosessi läpi. Tämä aika kuulostaa erittäin pitkältä, mutta siihen vaikuttaa 20 kappaleen erien kokoamistapa ja mahdollinen aika, jonka valmiiksi koottu moduuli voi joutua odottamaan testausta. Siksi tärkeämpää on tulkita virtausmäärää, joka oli siis tutkimusaikavälillä 12 kappaletta tunnissa. Tästä voitaisiin laskea jakamalla 60 minuuttia 12 moduulilla, joka antaisi yhden moduulin valmistusajaksi 5 minuuttia. Nämä luvut ovat erittäin tulkinnanvaraisia, sillä niihin vaikuttaa myös hetki päivästä eli ollaanko testausvaiheessa vai kokoamisvaiheessa. Myöhemmin päivällä moduuleita testataan enemmän kuin aamupäivällä. Virtausmäärästä lasketun yhden moduulin valmistusaika voi siis olla harhaanjohtava.

Tästä johtuen on tutkittava yksityiskohtaisemmin sitä, kuinka kauan yhden moduulin kokoaminen kestää ja kuinka kauan molempien testauslaitteiden sykli kestää yhdelle moduulille. Ne ajat ovat vertailukelpoisempia, kun tehdään simulaatio, jossa verrataan nykyistä valmistusaikaa ja valmistusaikaa, johon layoutmuutoksilla ja testilaitemuutoksilla voidaan päästä.

#### *Yksittäisen moduulin valmistusaika*

Mux-moduulien valmistusaika mitattiin kahdessa osassa, ensin valmiin moduulin testaamiseen kuluva aika nykyisillä testilaitteilla ja sen jälkeen yhden moduulin kokoaminen ilman osien keräämiseen kuluva aika. Käytännössä moduulista siis mitattiin jalostavan työn kesto.

Ensin jokainen moduuli testataan vanhemmalla testilaitteella manuaalisesti. Tällä laitteella moduulin testaamiseen kuluu 1 minuutti ja 57 sekuntia. Sen jälkeen moduuli testataan uudemmalla automatiikkaa sisältävällä laitteella, jossa testaus tapahtuu 45 sekunnissa. Kokonaisuutena siis testaamiseen kuluu aikaa 2 minuuttia ja 42 sekuntia. Verattuna LAM-järjestelmän aikaan testaamisessa kuluu hieman kauemmin. LAM ilmoittaa kokonaistestausajaksi 1 minuutin ja 51,5 sekuntia. Ero johtuu siitä, että käytännössä testauksen voi hoitaa siinä ajassa, mutta jos haluaa varmemman ja luotettavamman tuloksen, testaus kestää ensin mainitun ajan.

Moduulin kokoamiseen kuuluva aika on mittauksen mukaan 10 minuuttia ja 21 sekuntia. Yhden moduulin valmistamiseen siis kuluu kokoaminen ja testaaminen mukaan laskettuna 13 minuuttia ja 3 sekuntia. Tätä arvoa kun vertaa materiaalivirran mittauksen yhteydessä saatuun keskimääräiseen valmistusaikaan, joka oli siis 5 minuuttia laitetta kohden, voidaan huomata kuinka suuren vaikutuksen aikaan tuo aika päivästä ja se, millaisella tahdilla työtä milloinkin tehdään.

Seuraavassa taulukossa numero 3, on laskettu moduulin valmistamiseen kuuluva aika helpommin luettavaan muotoon.

Taulukko 3. Moduulin valmistuksen mittausajat

Moduulin kokoaminen	10 min 21 s
Testaus numero 1	1 min 57 s
Testaus numero 2	45 s
Kokonaisvalmistusaika	13 min 3 s

Näitä aikoja vertaamalla oletusarvoihin, joita voidaan asettaa uuden layoutin ja testilaitteiden tuomille muutoksille, voidaan laskea valmistusaikaero ja mahdolliset edut tuotantoon.

## 6 Tulokset

Tässä luvussa käsitellään tuloksia, jotka tutkimuksessa on saavutettu. Tulokset koostuvat analyysistä nykytilan ja tavoitetilan eroista ja kehitysehdotuksista, jotka kohdeyritykselle esitetaan ratkaisun saamiseksi tutkimusongelmaan.

### 6.1 Analyysi nykytilan ja tavoitetilan eroista

Analyysissä nykytilan ja tavoitetilan eroista käydään läpi jokaisen kehitettävän osa-alueen kohdalta perimmäinen asia, johon puuttumalla saadaan muodostettua toivotut vaikutukset. Tämä asia saadaan esille vertaamalla nykyistä tilannetta siihen tasoon, johon yrityksessä pyritään. Käytännössä siis esimerkiksi henkilöstön osalta esiin nousseet asiat poimitaan ja tulkitaan niitä suhteessa siihen, mitä siltä asialta halutaan. Jos ongelma on henkilöstön mielestä työkierrossa, tutkitaan nykyistä työkiertoa ja mikä



siinä on erilaista niin sanottuun toimivampaan työkiertoon. Analysoimalla tulkittu ero otetaan tällöin esiin ja sille muodostetaan kehitysehdotus, joka esitetään kehitysehdotuksia käsittelevässä luvussa 6.2.

### 6.1.1 Henkilöstö

Henkilöstön suhteen pyritään hyvään työtyytyväisyyteen ja sitä kautta tehokkaampaan työntekoon. Henkilöstöasioihin ja siihen, miten tiimin sisäisiin asioihin vaikutetaan, on keskityttävä varsin paljon. Ei ole kenenkään edun mukaista, että tiimin työntekijöille asetetaan suurempia vaatimuksia pienemmillä eduilla. Eduilla tarkoitetaan tässä tapauksessa virkistymistaukoja.

Tavoitteena tiimin kokonaisuudelta on lisätä työtehokkuutta aina kymmeneen prosenttiin asti. Tapoja päästä siihen tilanteeseen, jotka voisi päätöksinä tulkita helpoiksi, olisi varmasti useita, mutta ne eivät todennäköisesti pitkäkestoisella tarkastelujaksolla osoittautuisi kovinkaan tehokkaiksi. Näiksi voidaan laskea tehostettu tarkkailu ja työntöön tarkempi seuranta. Seurannan lisääminen ei kuitenkaan varmasti ole työntekijöiden työmoraalin kannalta järkevää eikä myöskään työnjohdon kannalta ajallisesti järkevää.

### *Työkierto*

Henkilöstökyselyn tulokset ja siinä esille nousut töiden epätasainen jakautuminen tekijöiden kesken on varteenotettava ongelma työmoraalin kannalta. Ei rohkaise mitään tekemään töitä, jos joku voi toistuvasti laistaa vastuustaan henkilökohtaisiin syihin vedoten. Ottamatta kantaa mahdollisten syiden todenmukaisuuteen, on huomioitava kyseinen seikka ja pyrittävä ratkaisemaan se kaikkien kannalta edullisella tavalla. Nykyisellään työkierto ei toimi kunnolla, ja tyypillisesti tiimin sisällä kaikki työpisteet kierrettyään jokainen kokee jonkin työvaiheen itselleen sopivimmaksi. Tämä johtaa siihen, että töitä aloitettaessa nämä henkilöt hakeutuvat niin kutsutuille lempipaikoilleen. Vähitellen tässä toimintatavassa tilanne vakioituu ja kiertoliike tiimin sisällä pysähtyy. Pidemmän aikaa tiettyä työvaihetta tehtyään tekijä yleensä kyllästyy ja tyytymättömyys lisääntyy. Tavoitetila tämän asian suhteen on kuitenkin pitää työ innostavana ja työmoraali sitä kautta korkeana. On myös muistettava, ettei aina pelkkä tiimin sisäinen työkierto riitä, silloin kun henkilö on yhdessä tiimissä useita kuukausia

tai jopa vuosia. Tuotannon sisäistä kiertoa kyllä suoritetaan, mutta syklin pituutta tulisi pohtia.

### *Työhyvinvoinnin seuranta*

Henkilöstökyselyn tuloksissa nousi esille myös työhyvinvoinnin seuranta. Sen katsotaan tiimissä olevan varsin tärkeä asia, mutta on heidän mielestään jäänyt taka-alalle normaalissa päivärytmissä. Työhyvinvointiin liittyviä kyselyitä on pidetty, mutta äärimmäisen harvoin. Jostakin syystä myös silloin kun kyseisiä kyselyitä on tehty, on vastausprosentti jäänyt reilusti alle 50 %:n. Kyselyitä ei siis suoriteta tarpeeksi usein, mutta ne eivät myöskään herätä henkilöstössä intoa vastaamaan niihin, sillä oletettavasti katsotaan, ettei vastaaminen muuttaisi asiaa kuitenkaan. On pidettävä huoli, että tällaisten kyselyiden imago luotaisiin luottamusta herättäväksi ja sellaiseksi, että niihin osaa ottamalla voi vaikuttaa asioihin.

### *Tavoitteiden selkeys*

Tiimin työntekijät olivat sitä mieltä, että johdolta tulevat tavoitteet koko organisaation suhteen eivät ole selvät. Tavoite kuitenkin on, että kaikki tietävät, mitä tekevät ja minkä vuoksi sen lisäksi, että heille olisi selkeää, mihin suuntaan yritys on menossa ja millaisia tulevaisuudenkuvia se tuo tullessaan. Tuotannon määrälliset tavoitteet ovat tiedossa kuitenkin vain jaksoittain tulleiden tilauksien mukaan, mutta olisi tärkeää kaikille ymmärtää, mitä heiltä odotetaan tulevaisuudessa. Tällainen menettely selkeyttäisi toimintaa työntekijöille ja voisi luoda hyvänlaatuista painetta tehostaa omaa tuottavuuttaan ja parantaa osaamistaan. Ottaen huomioon, että työntekijät olivat itse määritelleet kyseisen asian tärkeäksi, on siihen kiinnitettävä erityistä huomiota.

### *Osaaminen ja työtaito*

Osaamisen jakaminen ja tiimin työtehtäviin tutustuttaminen on tärkeää toimintaa tiimin sisällä. Tämä käsittää kaikki tiimit ja koko tuotannon muxin lisäksi. Haastatteluiden perusteella kävi kuitenkin ilmi, että tiimiin on suurimmillaan otettu kerrallaan neljä uutta henkilöä opastukseen. Otettaessa huomioon, että kunnollinen opastaminen on

erittäin tärkeää, jotta tuotannon virheiltä vältyttäisiin, ei tässä asiassa ole onnistuttu ainakaan tällä kyseisellä kerralla.

Käytännössä tällä hetkellä opastaminen on yhden kokeneemman henkilön työvaiheiden näyttäminen yhdelle opastettavalle. Jos seitsemän hengen tiimiin tulee neljä uutta henkilöä, on selvää, ettei kunnollista opastamista voida suorittaa uhraamatta muita tuotannollisia tavoitteita. Yhden henkilön opastaessa useampaa henkilöä, ei taas voida olla varmoja, että kaikki oppivat asian suotavan hyvin.

On myös käynyt ilmi, että kaikilla tiimin jäsenillä ei ole osaamista suorittaa kaikkia tiimin työtehtäviä. Tähän vaikuttaa osaltaan se, että opastusta ei ole tehty tarpeeksi kattavaksi, mahdollisesti ajanpuutteen vuoksi. Tavoitteena on kuitenkin saada kaikki tiimin työntekijät osaamaan kaikki työtehtävät, jotta työkierto ja töiden jakaminen voidaan suorittaa paremmin, puhumattakaan siitä, että yleinen osaamisen parantuminen hyödyttää työntekijöitä muutenkin.

#### 6.1.2 Layout

Nykytilan layoutin tutkiminen alkoi itse layoutin tekemisellä, koska silloista layoutia ei ollut tehty yrityksen tietokantaan. Jo piirtäessä oli selvää, että nykyinen layout ei palvele mux-tiimin tarpeita. Henkilöstökyselyssä oli selviä viitteitä siitä, että työntekijät ovat tyytymättömiä nykyiseen layoutiin, mutta tiedostivat, että vika ei ole pelkästään layoutissa vaan myös tilan pienuus koettiin osa syyksi. Mux-tiimille varattu 50 neliön tila asettaa omat haasteensa tilansuunnittelussa. Nykytilan layout ei vastannut juurikaan mitään niistä layouttyypeistä, joita on käsitelty luvussa 4. Kuitenkin lähimmäksi nykylayout pääsi solulayouttyyppin kanssa. Solulayoutia pidetään ns. hybridinä eli yhdistelmänä funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjan välillä.

Nykylayout ei ota huomioon materiaalivirtoja ja liikettä. Tutkimalla lean-prosessin periaatteita pystyttiin soveltamaan seitsemää hukkakohtaa myös layoutin tutkimiseen. Havaittiin layoutin kannalta kolme epäkohtaa: liike, siirtely ja odottelu. Kaikki kolme kohtaa toteutuvat nykytilan layoutin kanssa ja ovat myös sellaisia piirteitä joista halutaan eroon, jotta voitaisiin tuottaa tehokkaammin kokoonpanossa tuotteita. Näin saataisiin lisättyä jalostavan työn osuutta, joka oli työn kannalta yksi tärkeimmistä kohdista.

Uutta layoutia tehdessä oli tärkeää pohtia, miten pienen ja haastavan tilan layoutsuunnittelu on mahdollista niin, että kaikki huomautetut epäkohdat saataisiin eliminoitua. Koska mux-tiimillä on paljon työpöytiä ja hyllyjä, oli myös tärkeää saada integroitua kaikki käytettävät kalusteet uuteen layoutsuunnitelmaan ja saada tilasta sellainen, että myös ihmisten liikkuminen on mahdollista. Syy miksi ahtaassa tilassa on paljon pöytiä ja hyllyjä, on testilaitteiden ja komponenttien määrä. Yksi testilaitte kuitenkin vie melkein koko pöydän eikä tilaa jää kokoonpanotyölle juurikaan. Oli selvää, että päivitettyyn layoutiin ei tulla lisäämään pöytiä, koska nykyinen määrä on riittävä ja tulevaisuudessa ehkä jopa liikaakin. Kuitenkin tilasuunnittelun tarkoitus ei ole pelkästään tehdä solusta mahdollisimman tehokas vaan myös viihtyvä työympäristö. Kompromissejä oli tehtävä ja myös työntekijöiden mielipiteet oli huomioitava osittain, koska he ovat oman työtehtävänsä pioneereja ja joutuvat päivittäin työskentelemään tilassa.

Tilansuunnitteluun vaikutti myös se, että mitään virallisia linjauksia ei ollut tehty testauslaitteiden suhteen. Vaihtoehtoisia skenaarioita on monia, ja uudet layoutit piti suunnitella niiden perusteella. Vaihtoehtoisilla skenaarioilla tarkoitetaan tässä tapauksessa testilaitteiden tulevaisuuden muutoksia. Muutokset pystyttiin tässä tapauksessa jakamaan kolmeen erilaiseen layoutiin. Näiden kolmen erilaisen vaihtoehdon perusteella piti tehdä layouttyypit, jotka sopivat testauslaitteisiin. Pienikin muutos testauslaitteissa voi vaikuttaa suuresti layoutin suunnitteluun, toteutukseen ja lopputulokseen.

Viimeinen asia joka nostettiin esille uuden layoutsuunnittelun osalta verrattuna vanhaan oli määriteltyjen layouttyyppien hyödyntäminen uudessa layoutissa. Nähtiin, että oli parasta yhdistellä parhaita puolia ja sopivaksi koetut pääkohdat kolmen eri layouttyypin osalta ja niiden perusteella tehdä muutokset. Koettiin, että tällä tavalla saatiin paras lopputulos. Mux-tiimin tilat on hankala suunnitella ja sisältää paljon erilaisia kohtia, jotka piti ottaa huomioon, esimerkiksi ilma- ja vesiliitännät. Tämän johdosta tietyn layouttyypin valitseminen ja tuotannon määrittäminen kyseisen layoutin mukaan ei palvele mux-tiimiä.

Kolmea eri layouttyyppiä sovellettaessa oli tärkeää huomioida niin plussat kuin miinukset. Esimerkiksi tuotantolinja tyyliässä toimintaympäristössä valmistus-

kustannukset muodostuvat pieneksi, mutta se sietää häiriöitä huonosti. Tämä taas johtaa siihen, että laadunvalvontaan tulisi panostaa entistä enemmän. Yhtäläisyytenä voidaan pitää mux-soluun verrattuna sitä, että tuotantolinja muodostaa yhden kokonaisuuden, tässä tapauksessa mux-tiimin. Mux-tiimi tuottaa yhtä kokonaista tuotetta eikä ole riippuvainen muista soluista tuotannossa.

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpisteet on määritelty, kuten tähänkin asti mux-tiimissä on tehty. Järjestely on osoittanut toimivaksi kyseisessä solussa ottaen huomioon muut vaikuttajat. Samaa järjestelyä sovellettiin myös uudenlaisissa layouteissa. Kyseisessä layoutissa kuitenkin ongelmaksi muodostuvat yleensä suuret välimatkat ja varastot ja nämä aiheuttavat ylimääräisiä kuluja ja laatu kärsii verrattuna tuotantolinjaan. Nykyisen mux-tiimin tila kuitenkin eliminoi välimatkat, ja perusteellisella suunnittelulla uusi layout ei kärsi välimatkoista. Funktionaalinen layout on myös halvempi toteuttaa.

Solulayout, joka on funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjan yhdistelmä, tarjoaa joustavuutta tuotteiden valmistamisen suhteen, mikä on myös tärkeää mux-tiimissä. Solulayoutissa on kuitenkin hitaammat läpimenoajat tuotteiden suhteen, ja tarkoitus oli kuitenkin nopeuttaa osin tuotteiden valmistusaikaa mux-tiimissä. Kuitenkin mux-tiimissä uusi layout ei tue tätä teoriaa niin selvästi. Solulayout myös antaa mahdollisuudet helpompaan ja tehokkaampaan laaduntarkkailuun tuotteiden osalta. Tämä on jo aikasemmassa layoutissa ja töidentekijöiden kannalta toiminut suhteellisen hyvin ja koetaan, että uudet muutokset tulevat vielä parantamaan tilannetta.

### 6.1.3 Testilaitteet

Testilaitteissa havaitut puutteet ovat olleet tiedossa jo pitkän aikaa. Tiheän käytön vuoksi on kuitenkin hankalaa uudistaa testilaitteita ilman minkäänlaista häiriötä tuotannolle. On kuitenkin selvää, että jokainen vikatilanne testilaitteissa on pois tuotannolta joka tapauksessa. Toivottu tila, johon pyritään, on sellainen, jossa pullonkaulaksi ei missään tilanteessa muodostuisi testilaitteita. On myöskin suotavaa, ettei hyllyssä odottaisi testaamattomia laitteita moduulien tai blockien muodossa. Pyritään tilaan, jossa aina olisi testilaitteita valmiina ja mahdollisimman lähellä tuotantopaikkaa. Tällainen tilanne layoutin osalta esitellään luvussa kuusi. Läpi käydään muun muassa, millainen järjestys työpöydillä tulisi olla. Tästä järjestyksestä voidaan huomata, että

testilaitteita tulisi yhden tai kahden sijaan olla enemmän. Nykyisen hyllyn, testipaikan ja työpöydän välillä kävelemisen voi helposti korvata sillä, että jokaisella työpisteellä olisi käytössään testilaitte.

Nykyisellään moduuleita kootaan 20 kappaleen erissä, joissa ne sen jälkeen testataan. Testaaja ei välttämättä ole sama henkilö, joka ne on koontanut, jolloin ei voida olla varmoja siitä, onko ilmennyt ongelma syntynyt kokoajan virheestä vai materiaaleista. Käytännössä siis voi ilmentyä 20 erässä esimerkiksi 7 viallista moduulia. Kokoajalla on voinut rutinoitumisesta johtuen tulla systemaattinen virhe moduuleihin, tai sitten virhe voi olla moduulin materiaaleissa, kuten purseet.

Jos jokaisella työpisteellä olisi käytössään testilaitte, voitaisiin jokainen moduuli testata kokoamisen päätteeksi, jolloin yksittäiset virheet tulisivat nopeammin esiin ja systemaattiset virheet jäisivät suurimmaksi osaksi kokonaan pois, koska omiin virheisiin olisi nopeampi ja tehokkaampi puuttua.

Testilaitteiden korkeasta iästä johtuen tekniikka ei ole enää ajan tasalla. Tämä ei tarkoita, etteivätkö nykyiset laitteet tuottaisi melko tarkkoja lukemia testattavista laitteista. Ne myös toimivat suhteellisen luotettavasti. Toivottavassa tilanteessa kuitenkin laitteet olisivat aina käyttökunnossa eikä täten varaa vanhuudesta johtuvaan käyttökatkokseen ole. Pyritään siis siihen tilanteeseen, jossa testilaitteet olisivat uusia, niitä olisi riittävästi, ne eivät menisi epäkuuntoon niin usein kuin nykyään ja niillä saataisiin helposti tarkkoja tietoja kaikesta siitä, mitä on tarpeellista tutkia.

Vanhuudesta ja siitä johtuvasta laitteiden epäkuuntoon menemisestä on haittaa tuotannolle, mutta myös se, että laitteet ovat luonnollisesti tekemisissä veden kanssa, niihin kerääntyvä levä ja kalkki tukkivat koneita asettaen ne epäkuuntoon. Tavoitetilassa tällaiseen tilanteeseen ei tarvitse joutua, sillä laitteet ovat riittävän puhtaita eikä niihin pääse kerääntymään liikaa kuonaa huoltojen välissä. Kausittainen huolto on melko yksinkertainen ratkaisu tällaiseen ongelmaan.

#### 6.1.4 Materiaalivirrat

Materiaalivirtojen analyysissa tulkitaan, millä tavoin uusi layout- ja testilaiteratkaisu tulisi vaikuttamaan tuotantoaikoihin. Kaikenlainen ajansäästö liittyen joko testilaitteisiin tai layoutiin on hyödyksi ja voi tuoda rahallisia säästöjä pitkällä aikavälillä.

Kun nykytilan kartoituksessa on kokonaistestausajaksi mitattu yhteensä 2 minuuttia ja 42 sekuntia kahdella eri laitteella, voidaan olettaa testilaitteiden tehokkuutta parantamalla ja kahden laitteen muuttamisella yhdeksi saavuttaa merkittävä ajallinen säästö. Vanhemmalla testilaitteella, jota tarvitaan moduulin takaiskuventtiin testaamiseen, kestää testaaminen huomattavasti kauemmin kuin uudemmalla, automaattisella testilaitteella. Jos tämä ominaisuus saadaan sisällytettyä uuteen testilaitteeseen, jonka testausvarmuus olisi parempi, pystyisi laite suoriutumaan kaikista testauksista automaattisesti ja nopeasti. Potentiaalisesti tämä uusi testilaitte pystyisi suoriutumaan koko moduulin testaamisesta 1 minuutissa ja 30 sekunnissa. Tämä tarkoittaisi 1 minuutin ja 12 sekunnin säästöä jokaista laitetta kohden. Tämä tarkoittaa siis lähes 45 %:n ajallista säästöä testauksessa nykytilassa. Sen lisäksi moduulia ei tarvitsisi irroittaa ja kiinnittää sitä seuraavaan laitteeseen, jossa myöskin kuluu aikaa.

Jos verrataan tätä kokonaisaikaan LAM-järjestelmän ilmoittamaan kokonaisaikaan 1 minuutti ja 51 sekuntia, ajansäästö on pienempi, 21 sekuntia, mutta silti noin 20 %. Jos nykyisellä päivittäisellä tuotantomäärällä, jonka on mitattu olevan noin 90 kappaletta, käytettäisiin uusia testilaitteita, voidaan laskea ajallisen säästön olevan jopa 123 minuuttia. Jos otetaan huomioon mittauksen ajankohta, joka kohdistui siihen aikaan päivästä, jolloin laitteita testataan enemmän kuin muuhun aikaan päivästä, voidaan kokonaismäärästä ottaa pois 30 kappaletta. Tällöin keskimääräinen päivittäinen kokonaistuotantomäärä olisi 60 moduulia, jolloin ajallinen säästö olisi 80 minuuttia. Tälläkin varovaisella arviolla päivittäisestä tuotantomäärästä voidaan saavuttaa päivittäinen 1 tunnin ja 20 minuutin ajansäästö, joka on varsin paljon.

Layoutmuutoksen tekemisellä uusia testilaitteita tukevaksi saavutetaan kokonaisvaltaisempi ajansäästö, sillä työpistettä ei tarvitsisi vaihtaa testaamisen vuoksi, vaan testaamisen voisi suorittaa suoraan moduulin kokoamisen jälkeen samassa

työpisteessä. Uusilla testauslaitteilla materiaalivirta siis huomattavasti selkeytyisi ja muuttuisi loogisemmaksi ja tehokkaammaksi.

#### 6.1.5 Lean-prosessi

Ennen insinööriyön suorittamista lean-prosessia ei olla sovellettu juurikaan. Epäkohtien muuttuminen ongelmiksi on yleisin skenaario ja sitä tulisi välttää. Epäkohdalla tarkoitetaan jotain tiettyä ominaisuutta tai piilevää vikaa esimerkiksi testilaitteessa, joka voitaisiin pienemmillä toimenpiteillä estää ennen kuin se muuttuu ongelmaksi. Tässä tapauksessa ongelma tarkoittaa esimerkiksi vikaa testilaitteessa, joka pysäyttää koko testilaitteen tai pahimassa tapauksessa koko solun toiminnan. Asiaan myös vaikuttavat vanhat testilaitteet, jotka alkavat olla vikaherkkiä.

Kaizen-menetelmä eli jatkuva kehitys mahdollistaisi piilevien vikojen ennalta ehkäisemistä ja jatkuvaa kehitystä. Tiimin työntekijät voisivat olla hyvin hankkeessa mukana, koska he joutuvat päivittäin työskentelemään laitteiden parissa. Tällä hetkellä tiimin työntekijät eivät vaikuta solun toimintaan niin paljon kuin olisi mahdollista. Mux-tiimi voisi toimia prosessin pioneereina ja kokeilla tietyn ajanjakson ajan miten menetelmä sopii tiimiin.

#### 6.1.6 LAM-järjestelmä

Uuden layoutin myötä on mahdollista karsia erilaisia vaiheita, jotka olivat välttämättömiä mitata ajallisesti. Esimerkiksi vanhassa layoutissa joudutaan mittaamaan moduuliinn käytetty kokoamisaika, moduulin kuljettamiseen testipöydälle tarvittava aika ja testaamiseen tarvittava aika. Uudessa layoutissa taas uusien testilaitteiden mukaan ei tarvitsisi laskea siirtymää, koska testilaitte on osana kokoamispöytää ja moduulien tekemistä voi tehdä samaan aikaan. Pienempien mitattavien vaiheiden lukumäärää pystyttäisiin vähentämään kehitysehdotuksilla verrattuna vanhaan layouttiin ja toimintaperiaatteisiin. Yhteen laskettavien työvaiheiden karsiminen tai integroiminen on mahdollista vain, jos varaosatilaukset sen sallivat.

Toisessa layoutvaihtoehdossa testilaitteet ovat samat kuin ennen, ja silloin esimerkiksi työvaiheiden yhdistäminen LAM-järjestelmässä olisi vaikeampaa. Kuitenkin jo pelkkä layout mahdollistaisi osan siirtymiin laskettujen aikojen poistamisen.



## 6.2 Kehitysehdotukset

Tässä luvussa käsitellään analyysin tuottamien ongelmakohtien ratkaisuehdotuksia, miten siis voidaan puuttua ilmaantuneisiin ongelmakohtiin siten, että saavutetaan toivottu vaikutus. Edelliseen esimerkkiin viitaten ongelma selkeään työkierron puuttumisesta voitaisiin ratkaista kehittämällä kaikkien kyvyt huomioonottava työkierto.

Kehitysehdotuksia käsitellään siten, että jokaisesta ehdotuksesta, jotka esitellään, käydään läpi edut sekä haitat ja kuinka ne voitaisiin ottaa käyttöön.

### 6.2.1 Henkilöstö

Henkilöstön kehitysehdotukset ovat kaikkein kriittisimmässä osassa, sillä mikä tahansa muutos voi kariutua, mikäli sillä ei ole työntekijöiden tukea. Jos työntekijät voivat hyvin, he myös tekevät tehokkaammin töitä ja korkeammalla työmoraalilla. Nykytilanteessa on joitakin ongelmia, jotka ratkaisemalla voidaan saada työhyvinvointia kohotettua. Kompassikyselyn kautta saadut vastaukset työhyvinvoinnillisiin asioihin nostivat esille asioita, jotka eivät työntekijöiden mukaan toteudu, vaikka niiden tärkeys olisikin asetettu hyvin korkealle. Jotkin asiat, joille on olemassaoleva järjestelmä, eivät silti toimi kunnolla.

#### *Työkierto*

Työkierron osalta ehdotetaan, että otetaan käyttöön työkiertolistat. Työkierron toimivuus oli yksi ongelmakohtista, jonka mux-tiimin työntekijät nostivat esiin. Jotta vältetään kyllästyminen yhden ja saman asian jokapäiväiseen tekemiseen on siirryttävä ennalta luotuihin listoihin, jotka opastavat työntekijät päivittäin tai jonakin muuna ajanjaksona muuttuviin työpisteisiin. Tällöin yksi henkilö ei suorittaisi vain testausta pitkiä aikoja, vaan hänen tulisi tehdä muitakin tehtäviä, kuten mux-blockien kokoamista.

Tasapuolisuus on avainsana, sillä joidenkin työntekijöiden mielestä jotkut saavat kieltäytyä joistakin tehtävistä vain jonkin määrittelemättömän syyn takia. Esimerkiksi joku työntekijä kieltäytyy tekemästä moduulien kokoonpanoa, koska katsoo, että hänen kykynsä soveltuvat paremmin testaukseen tai piirikorttien juottamiseen. Jos

työntekijät profiloituvat tekemään jotakin tiettyä toimenpidettä, eivät muut pääse koskaan tekemään sitä eivätkä harjaantumaan siinä. Muxin kaltaisessa kokoonpanotyössä on tärkeää, että tiimin kaikilla työntekijöillä on samat valmiudet suorittaa kaikkia tehtäviä. Tällöin vältetään sairaustapauksienkin sattuessa pula jonkin työvaiheen osaajista.

Jotta voidaan ottaa käyttöön työkiertolista, on kaikilla on oltava valmiudet kaikkiin tehtäviin. Tähän asiaan paneudutaan myöhemmin tulevassa osiossa Osaaminen ja työtaito. Ehdotus on kuitenkin työkiertolistan tekeminen tietyiksi kausiksi kerrallaan, jota työntekijöiden on noudatettava. Tämä myös tukee työvaiheiden tehokkaampaa oppimista.

Työkierron ei ole välttämättä katettava ainoastaan tiimin sisäisiä työtehtäviä. Koko tuotannon kannalta edullisinta olisi tietysti, että kaikki työntekijät olisi ristiin koulutettu osaamaan kaikkia hoitokoneen valmistuksen osa-alueita. Tilanteessa, jossa kaikilla työntekijöillä on riittävä osaaminen eri hoitokoneen valmistuksen osa-alueisiin, voidaan laajentaa työkiertoa koko tuotannon kattavaksi. Tällöin tiimien henkilöstö voisi kiertää ennalta määriteltyjen jaksojen mukaisesti. Tällaisella toiminnalla ehkäistäisiin edelleen yhden työnkuvan aiheuttamia haittavaikutuksia. Ristiinkoulutettu työntekijäkanta luo myös paremmat mahdollisuudet ottaa yksittäisiä työntekijöitä paikkaamaan toisten tiimien henkilöstövajavaisuuksia.

### *Työhyvinvoinnin seuranta*

Työhyvinvoinnin seuranta on yrityksen kannalta erinomainen tapa saada tietoa siitä, millaisella mielellä työntekijät työskentelevät. Tasaisin väliajoin suoritettavassa seurannassa tulisi myös olla mahdollisuus kertoa, millaisia ehdotuksia työntekijöillä on havaitsemiensa puutteiden korjaamiseksi. Kuten henkilöstökyselyssä saatiin selville, työhyvinvoinnin seuranta on työntekijöiden mielestä tärkeä asia. Nykyisellään kun kyselyitä järjestetään satunnaisesti, eivät työntekijät koe voivansa vaikuttaa asioihin vastaamalla kyselyihin. Tässä tulee esiin tärkeä seikka, että seurantakyselyiden imago on huono. Jos työhyvinvointia seurataan vaikkapa kyselyillä, on ensiarvoisen tärkeää ryhtyä toimiin esiin tulleiden ongelmien ratkaisemiseksi. Jos kysely tehdään, mutta mitään ei tapahdu, katoaa kiinnostus kyselyiden täyttämiseen kokonaan.

Ehdotetaan siis, että työhyvinvoinnin seuraamiseen kiinnitetään enemmän huomiota järjestämällä kyselyitä useammin, esimerkiksi kerran vuodessa ja saavutettuihin kyselyn tuloksiin puututaan. Pelkästään kyselyiden tulosten ydinkohdista tiedottaminen on tärkeää samalla ilmoittaen, mitä asian eteen tehdään.

### *Tavoitteiden selkeys*

Viikottaiset tiimipalaverit työnjohtajan kanssa antavat suuntaa mux tiimille siitä, millaisia määrällisiä tavoitteita tiimille on sillä viikolla. Samalla kartoitetaan muita ajankohtaisia asioita, joita on tullut esiin. Viikkopalaveri on erittäin tärkeä, mutta sen lisäksi työnjohtaja kiertää tiimeissä päivittäin antamassa lyhyemmän aikavälin ohjeita. Tällaiset mahdollisuudet vuorovaikuttaa johdon kanssa ovat periaatteessa riittävät, mutta työntekijät ovat kyselyssä ilmaisseet, että etenkin tavoitteiden selkiyttämisessä on epäonnistuttu. Se tulisi ottaa osana viikoittaisiin palavereihin. Palavereissa tulisi käsitellä muiden asioiden lisäksi sitä, millaisia tapahtumia yrityksessä on tapahtunut korkeammalla tasolla muun muassa, mihin suuntaan yritys on kulkemassa ja miten se vaikuttaa muun muassa tilausten määrään ja tuotantomääriin.

Tuotantoon tulevia tilauksia voidaan ennakoida usein joidenkin viikkojen päähän, mutta useimmiten tiimiä tiedotetaan vain lähiviikkojen tai jopa vain kuluvan viikon tilauskannasta. Toisin sanoen saadaan tieto siitä, mitä nyt pitää tehdä, mutta pitemmän aikavälin tavoitteet työskentelylle ovat kaiken kaikkiaan himan hämärät. Tiimi oli ilmaissut epäselvyydet tavoitteissa tärkeäksi asiaksi, joten työnjohdon tulisi kiinnittää huomiota siihen ja tuoda viikkopalavereihin selkeä kuvaus tavoitteista tiimin ja koko yrityksen mittakaavassa.

### *Osaaminen ja työtaito*

Tiimin jäsenten perehdyttäminen työtehtäviin ei ole ollut tarpeeksi tehokasta. Tämä käy ilmi kyselyn vastauksista. Tiimissä on henkilöitä, joilla ei ole riittävää taitoa suorittaa kuin osa tiimin tehtävistä. Sen lisäksi tiimissä on vain muutama henkilö, jotka osaavat tehdä kaiken ja hyvällä työtaidolla. Nämä asiat pohjautuvat siihen, että tiimissä on useita henkilöitä, jotka eivät ole tehneet kyseisiä kokoonpanoja ennen.

Perehdyttäminen on normaalisti hyvä tapa kouluttaa tiimin jäsenille vaadittavien kokoonpanojen tekeminen, mutta liian suuren osuuden tiimin henkilöstöstä vaihtaminen uusiin ei ole antanut perehdytykselle edellytyksiä valmentaa uusia työntekijöitä vaadittaviin työtehtäviin.

Ehdotetaan siis, että tiimin henkilöstöön voidaan ottaa kerrallaan maksimissaan kaksi uutta työntekijää ja mieluiten vain yksi. Tällöin perehdyttämiseen vaadittava henkilöstömäärä ei aiheuta liikaa haittaa tuotannolle. Sen lisäksi perehdyttäjällä on paremmat mahdollisuudet keskittyä opastamiseen ja hän voi helpommin kohdistaa sen vastaanottajalle kuin tilanteessa, jossa hänen olisi opastettava useaa henkilöä samaan aikaan ja kiireessä. Perehdyttämisen keston tulisi olla riittävän pitkä, jotta tehtävät varmasti opitaan kunnolla.

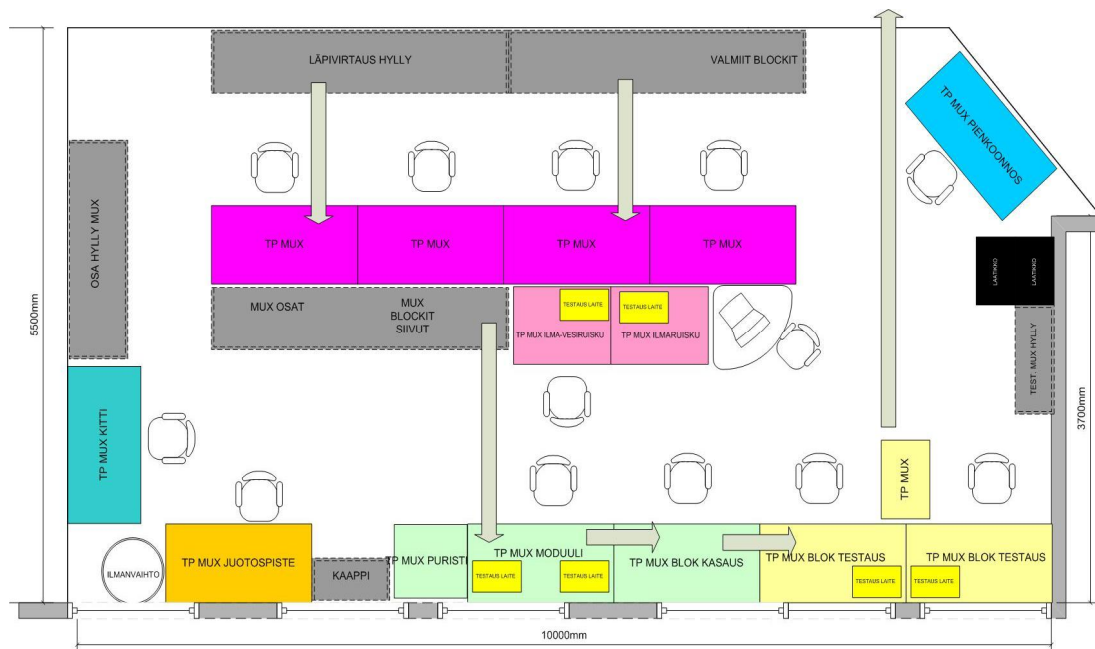
Kun tiimin henkilöstöä vaihdetaan esimerkiksi työkierron mukaisesti, joka on esitetty aikaisemmin tässä luvussa, tulisi syklien olla pidempiä. Jos henkilöstöllä on jatkuva epävarmuus siitä, kuinka kauan kyseinen komennus kestää, voi motivaatio tehdä kunnollista työtä madaltua. Tiimissä tulisi siis viettää riittävän pitkiä aikoja kerrallaan, jotta perehdytykseen käytetty aika ei menisi hukkaan, kun työntekijä taas vaihdetaankin muualle. Kun tiimiin saadaan jatkuvuuden ja hyvän perehdytyksen kautta taitavampia työntekijöitä, saadaan työtehoa nostettua. Silloin kun kaikki työntekijät osaavat kaikki tiimin eri tehtävät, saadaan työkiertokin toimimaan paremmin, kun ei ole enää kynnyksysymys siinä, osaako joku henkilö kyseistä tehtävää, johon työkierto hänet osoittaa.

### 6.2.2 Layout

Teoriaan tutustuneena ja vertailemalla vanhaa layoutia oli suhteellisen helppoa toteuttaa uusi layout mux-tiimille. Tärkeintä uuden layoutin toteutuksen kannalta oli ymmärtää ja nähdä aikaisemmin mainitut ongelmakohdat. Pyrkimyksenä oli toteuttaa taloudellisesti halpa layoutmuutos, koska muutoksia kuitenkin tullaan jatkossakin tekemään ja tuotantolinjamainen layout olisi tullut kalliiksi. Osasyys funktionaalisen layoutin valitsemiseksi oli tieto siitä, että layoutit vaihtuvat suhteellisen usein. Pyrkimyksenä oli myös säilyttää hyväksi havaitut työpöydät ja hyllyt. Tila ei oikeastaan kaivannut uusia hankintoja vaan selkeämpää järjestystä, ja se antaa mahdollisuuden

toteuttaa tehokkaampia tapoja työskennellä, kuitenkin ottaen huomioon muut valituksi tulleet kehityskohteet, jotka ovat kytköksissä layoutiin.

Suunniteltuja layouteja syntyi kaksi kappaletta. Tämä johtui siitä, että tässä tutkimuksessa pystyttiin kehittämään erilaisia ehdotuksia testilaitteiden osalta, jotka merkittävästi vaikuttavat layoutiin. Saman layoutin käyttäminen eri testilaiteskenaarioiden kanssa ei olisi toiminut optimaalisella tavalla ja vääränlainen layout olisi mahdollisesti poissulkenut layoutista saadun edun. Hankalimmaksi asiaksi nousi kokonaisuuden näkeminen ja se, miten muut kehityksen alaiseksi otetut kohdat vaikuttavat.



Kuva 9. Mux-tiimin layout ehdotus nro 1

Ensimmäinen layout syntyi niin, että se tukee vielä vanhoja testilaitteita. Aikataulusyistä ei ole vielä varmuutta testilaitteiden osalta, joten ensimmäinen layout antaa suuntaa, mihin kohden layoutsuunnittelu menee ja pysyy samalla avarana uusille muutoksille.

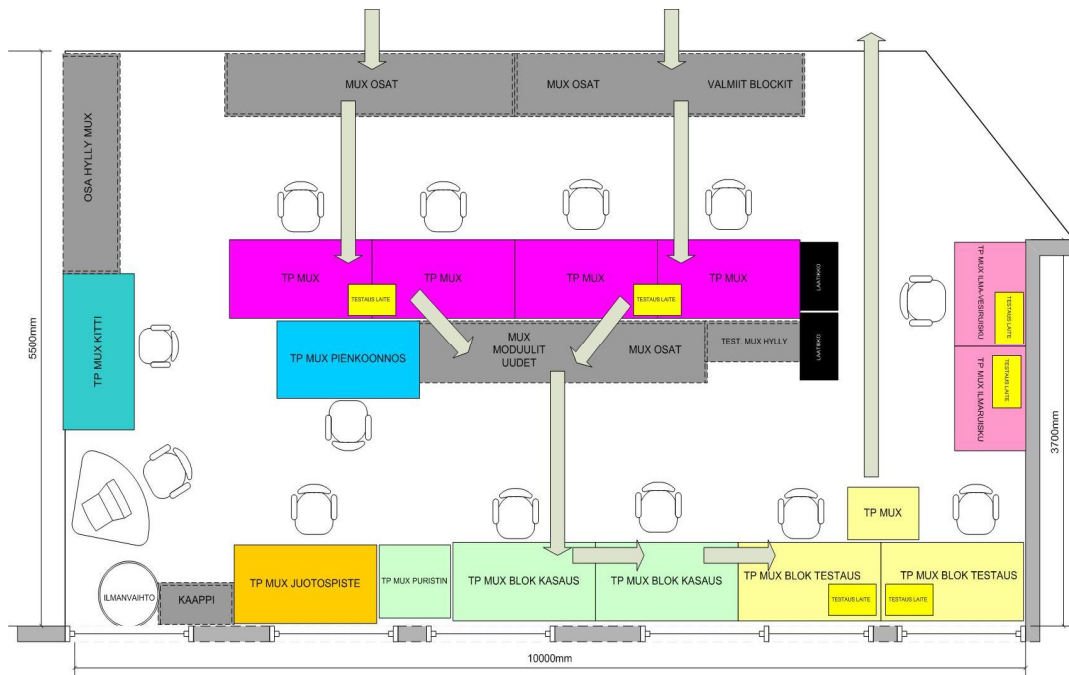
Uuteen layoutpiirustukseen käytettiin vanhoja kalusteita ja työpisteitä. Tilan koko on erittäin rajallinen ja sen takia oli mahdoton lisätä mitään uutta. Ainoa asia, joka on uutta kalusteiden osalta, on läpivirtaushylly. Syy, miksi hylly lisättiin jo ahtaaseen

tilaan, oli selkeä. Tarkoitus on, että osastonhoitajat voivat täyttää hyllyä käytäviltä käsin eikä heidän tarvitse mennä keskelle solua täyttämään hyllyjä kuten vanhassa layoutissa. Myös työntekijöiden on helppo vain ottaa osia hyllystä ja siirtää ne omalle työpöydälle kokoamista varten. Näin myös vältetään turhalta liikkeeltä ja kärryjen käyttämiseltä.

Moduulien kokoamispöydät ovat merkitty kuvassa violetilla. Koska moduuleja yleensä tehdään suurempi erä kerralla, koettiin järkeväksi sijoittaa hyllykkö työpöytien eteen, johon voi valmiita koonnoksia laittaa. Ideaalitalanne olisi kuitenkin se, että moduulit testattaisiin suoraan sen jälkeen, kun niiden kokoaminen on valmis. Yleensä mux-solun työperiaatteisiin kuuluu moduulien testaaminen erissä, ja osasy syy tähän on varmasti testilaitteet. Jos testilaitte tilanne pysyy samana vielä layoutin toteuttamisaikaan, niin testaamattomille moduuleille on hyvä olla hylly, johon ne sijoitetaan testausta varten. Hylly on lähellä moduulitesteriä, joten liikettä ei synny turhaan tässäkin tapauksessa.

Testatut moduulit siirretään suoraan blockien kokoamispöydälle josta tuote jatkaa matkaansa viimeiseen kohteeseen eli blockien testauspöydille. Juotospiste on sijoitettu lähelle blockien kokoamispistettä ja samoin myös hylly, johon moduulit siirretään on blockien kokoamispisteen käytössä. Kittipöytä sijaitsee samalla paikalla kuin ennenkin, koska se koetaan toimivaksi paikaksi myös tässä layoutissa. Pienkoonnospöytä on vähän sivuissa esimerkiksi blockin kokoamispöydästä, mutta tavoitteena olisi, että sitä ei juurikaan tarvittaisi blockien tai moduulien kokoamiseen. Kun blockit on koottu on testaajien helppo siirtää valmiit blockit suoraan seinän vieressä olevaan hyllyyn tai vieressä oleviin laatikoihin. Vaihtoehtoisesti ne voidaan viera suoraan käytävän reunalle hyllykköön, josta ne voidaan noutaa suoraan häiritsemättä mux-tiimin työskentelyä

Toinen layoutvaihtoehto ei eroa paljoa ensimmäisestä vaihtoehdosta fyysisesti. Kuitenkin tarkemmin katsoettaessa voidaan huomata, että muutokset ovat laajoja. Se, miksi toisessa layoutissa on tehty muutoksia, johtuu testilaitteista.



Kuva 10. Mux-tiimin layout ehdotus nro 2

Kuten jo aikaisemmin mainittiin on testilaitteiden kohtalo vielä epäselvä. Tämän takia koettiin, että on hyvä tehdä layoutit, jotka mukailevat mahdollisia muutoksia myös testilaitteiden osalta. Ideana on saada uudet tai parannetut testilaitteet osaksi moduulin kokoamistyöpöytiä. Jos tähän ratkaisuun päädytään, muuttaa se tuotteen virtausta solussa, kuten kuvasta 14 voidaan nähdä. Voidaan huomata, että virtauksen muuttumisen johdosta myös layout mukautuu huomattavasti tuotteen loppumatkan osalta. Uudet tai parannetut testilaitteet vapauttavat yhden työpöydän lisää blockien kokoonpanemiseen. Tämä taas tasapainottaisi tuotettujen moduulien ja blockien välistä määrää joissain määrin. Kuten aikaisemmin todettiin, moduuleita pystytään tuottamaan huomattavasti enemmän ja nopeammin kuin bloqueja. Tärkeäksi koettiin säilyttää blockien kokoamiseen tarkoitetut apupöydät lähellä varsinaisia blockien kokoamispöytiä, koska blockit vaativat erilaisia pienkoonnostoita ennen varsinaisen blockin kokoamista. Blockien kokoonpanoon vapautuva työpöytä tehostaa blockien kokoonpanoa ja näin myös vaikuttaa blockien eli mux-tuotteen lopulliseen testaamiseen. Vaikutus voidaan nähdä mahdollisesti testilaitteiden tehokkaammassa käytössä. Uudet testilaitteet myös poistavat erillisen työvaiheen, joka ensimmäisessä layoutehdotuksessa on välttämätön, eli moduulien testauksen. Uudet testilaitteet mahdollistaisivat moduulien kokoamisen ja testaamisen yhdistämisen yhteen työvaiheeseen.

### 6.2.3 Testilaitteet

Testilaitteiden osalta ehdotetaan ensinnäkin siirtymään kausittaisten huoltojen suuntaan. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kaksi kertaa vuodessa tai sitä useammin tehdään laitteisiin perushuolto. Nämä huollot voisi ajoittaa lomakausiin tai muuten sellaisiin ajankohtiin, kun laitteiden käyttöaste on mahdollisimman matala. Yksi erinomainen hetki huoltaa testilaitteet on kesäloman aikaan heinäkuussa, kun tuotanto seisoo kaksi viikkoa. Ennen lomaa tai loman jälkeen voitaisiin suorittaa huoltotoimenpiteet, jolloin koneiden luotettava toiminta voitaisiin taata kyseiselle kaudelle ennen seuraavaa huoltoa.

Huollon sisältöön liittyen olisi suotavaa, että kausihuoltoon sisältyisi koko vesijärjestelmän huuhteleminen desinfiointiaineella. Desinfiointiaineen käyttö estäisi levän kerääntymisen putkistoihin ja pitäisi ne puhtaana kalkista. Sen lisäksi, että putket pysyvät tukkeutumattomina, olisi koko testausprosessi puhtaampi myös testattaville osille. Mux-moduuleihin ei myöskään kerääntyisi niin paljon kuona-aineita, ja täten lopputestauksen desinfiointivaihekin parantuisi.

Toinen kausittainen huolto voisi olla mittareiden kalibrointi. Tätä ei tarvitse jokaisella huoltokerralla suorittaa, vaan lähinnä mittareiden oman kalibrointiohjelman mukaisesti. Kalibroinnilla pyrittäisiin varmistamaan mittatulosten paikkansapitävyys ja yhdenmukainen laatu.

#### *Testilaitteiden rooli*

Testaussuunnittelijan mukaan olisi suotavaa, että testauksessa siirryttäisiin enemmän niin sanottuihin pistokokeisiin, jolloin kaikkia valmistettuja laitteita ei tarvitsisi testata vaan vaikkapa joka viides, sillä se ei ole testilaitteiden periaatteellinen tehtävä. Tähän tilanteeseen pääseminen edellyttäisi kuitenkin varmempaa henkilöstön koulutusta kyseisten laitteiden kokoamiseen, sillä silloin työntekijän huolimattomuusvirheisiin ei olisi juurikaan varaa. Toinen asia jota tällainen muutos vaatisi on varmempaa ja parempaa laatua komponenttien alihankkijoilta. Resursseja kuluisi myös enemmän komponenttilastien tarkastamiseen virheiden varalta, jotta saataisiin korkeampilaatusia komponentteja ja sitä kautta nostettua omaa laatua ja vähennettyä tarvetta testata jokainen koottu laite.



### *Testilaitteiden määrä*

Testilaitteita mux-moduulien testaamiseen on kaksi kappaletta, mutta kummallakin hieman eri käyttötapa ja kohde. Ehdotetaan siis, että testilaitteita rakennetaan lisää. Niitä ei tarvitse tehdä jokaiselle pöydälle omaansa, vaan vierekkäisillä pöydillä olisi yksi yhteinen testilaitte välissään. Tähän ehdotukseen liittyen layoutehdotuksissa käsitellään erästä vaihtoehtoa, joka on suunniteltu juuri tällaiseen testilaitteiden määrään.

Kun testilaitteita on niin sanotusti joka toisella pöydällä, testilaitteiden käyttötaso voidaan pitää korkeana samalla keskittyen parempaan laatuun, sillä jokainen koottu laite voidaan testata heti valmistumisen jälkeen eikä 20 kappaleen sarjoissa. Kuten edellä mainittiin, voidaan tällä tavoin vähentää systemaattisia virheitä ja paremmin havaita komponenteissa esiintyviä virheitä, ennen kuin samoista virheellisistä komponenteista on valmistettu 20 viallista mux-moduulia.

Uudet testilaitteet voisivat olla hybridejä kahdesta olemassa olevasta. Toinen testilaitte testaa lohkoja automaattisesti ja toinen manuaalisesti. Manuaalinen toiminta automatiikan lisäksi on kuitenkin suotava ominaisuus uusilta testilaitteilta, joten jo nykyisten koneiden ollessa melko suuria saattaa uusista tulla myös kookkaita, vaikka tekniikka onkin kehittyneempää. Ratkaisuksi tälle voisi olla sellainen rakenne testilaitteille, jossa rajapinta testattavan lohkon ja testilaitteen välillä olisi työpöydän päällä käyttöliittymän kanssa ja itse testilaitteen toiminnallisuus ja tekniikka pöydän alla, jossa se ei veisi niin paljon tilaa.

#### 6.2.4 Materiaalivirrat

Materiaalivirtojen osalta kehitysehdotuksena esitetään, että mikäli layoutmuutokset ja testilaitemuutokset toteutetaan, mitataan uudestaan tuotantoajat ja virtausajat. Tällöin voidaan saada tieto siitä, miten muutokset ovat todellisuudessa tuotantoon vaikuttaneet ja millä tavalla tuotantoa voitaisiin edelleen kehittää tehokkaamman mux-tuotannon saavuttamiseksi.

### 6.2.5 Lean-prosessi

Kun ehdotetut muutokset on tehty ja otettu käyttöön, voidaan alkaa soveltaa lean-prosessin peruseriaatteita. Kaizen-menetelmästä olisi varmasti hyötyä tulevaisuudessa. Jatkuva parantaminen estäisi ongelmien synnyn ja niiden korjaukseen tarvittaisiin pienempi panos, kuin ongelman korjaaminen josta ei ole vielä syvällistä tietoa. Kuten testilaitteiden osalta ehdotettiin huoltotoimenpiteitä, niin sama voisi koskea koko solua ja siihen liittyviä menetelmiä aina henkilöstöstä työkaluihin. Hukkakohtien tunnistaminen ja korjaaminen säännöllisesti helpottaisi mux-solun toimivuutta tulevaisuudessa. Kaizen-menetelmän käyttöönotto voisi pidemmällä aikavälillä tehdä solusta vähemmän häiriöherkän ja edistää solun kehittymistä tehokkaammaksi työympäristöksi. Kaizen-menetelmä myös loisi kehittävämmän ilmapiirin, jos asioihin puututtaisiin ennen kuin niistä syntyy ongelmia.

### 6.2.6 LAM-järjestelmä

LAM-ohjelma tarvitsee mux-tiimin osalta uudelleen laskentaa. Laskennassa tulisi ottaa tiettyjä asioita huomioon ennen varsinaista kellotusta. Varsinainen uudelleenlaskenta tulisi suorittaa vasta, kun muut ehdotetut parannukset on otettu käyttöön. Laskentaa ei voi suorittaa esimerkiksi, jos layoutsuunnitelmia ei ole otettu käyttöön. Laskentaan vaikuttavat myös testilaitteiden mahdolliset muutokset, koska tällöin vanhan kaavan mukaan erotellut työvaiheet eivät välttämättä ole samoja. Testilaitteiden uusinta voi yhdistää useita työvaiheita, jotka lasketaan erikseen vanhan mallin mukaan. Uudelleenlaskennassa tulisi myös miettiä, kuinka tarkaan ja erottelevasti eri vaiheita lasketaan.

Ohjelman laskenta on myös hyvä mittari tähän insinööriyöhön. Ohjelmaa käytetään tehokkuuden laskentaan. Työn yksi tarkoitus oli pitää tiimin tehokkuus samalla tasolla tai jopa parantaa sitä. Jos uudelleen mitatut työajat valmistuksen osalta laskevat ja tehokkuus parantuu tai pysyy samalla tasolla, voidaan olettaa, että insinööriyö on onnistunut jalostavan työn lisäämisen osalta.

### 6.2.7 Muutosprosessin hallinta

Ehdotettujen muutoksien aloittaminen ja koko muutosprosessin läpivieminen vaatii toimenpiteitä, joilla koko henkilökunta saadaan mukaan prosessiin, hyväksymään

muutokset ja ymmärtämään niiden tärkeys. Muutamakin vastahakoiset henkilöt voivat synnyttää vastahakoisuutta muissakin työntekijöissä, joten heidän saamisensa mukaan prosessiin ja ymmärtämään se on ensiarvoisen tärkeää. Joillakin voi esimerkiksi olla väärää tietoa asioista ja seuraamuksista, joita he levittävät synnyttäen pelkoa muistakin toimenpiteistä, jotka saattavat muutosta seurata. Toisaalta voi olla henkilöitä, jotka tarkoituksella pyrkivät sabotoimaan muutosta kaikin tavoin joidenkin omien syidensä pohjalta.

Kotterin muutosprosessista voidaan poimia kohtia, jotta sitä voitaisiin paremmin soveltaa toimimaan pienemmässä organisaatiossa kuten juuri mux-tiimi. Tiimin koko on sen verran pieni, ettei sen takia kaikkia organisaatioita ole tarpeen ottaa mukaan muutokseen, kuten sellaisissa kokonaisuuksissa, jotka ovat suuria, ja silloin, kun muutos on perinpohjainen ja monia koskettava.

#### *Luodaan välttämättömyyden tunne*

Välttämättömyyden tunnetta mux-tiimissä voidaan luoda useilla eri tavoilla, ja se vaatii muitakin toimia työnjohdolta, jotka on hyvä ottaa huomioon. Ensimmäiseksi on tunnistettava uhat, joiden osoittaminen työntekijöille auttaa heitä ymmärtämään, mitä tulevaisuus voi tuoda tullessaan organisaatiolle, mikäli muutosta ei tapahdu. Jos esimerkiksi tulevaisuudessa kysyntä kasvaa suuremmaksi ja nykyisellään riittävä mux-tuotanto ei enää ole riittävä, voi vaikutus vaikuttaa muuallekin kuin vain kyseiseen tiimiin. Kaikkiin tuotannon kasvuvaatimuksiin ei voida kuitenkaan vaikuttaa aina vain henkilöstön lisäämisellä, vaan jo olemassa olevan henkilöstön on löydettävä uusien menetelmien avulla uutta tehokkuutta. Tarvittavaan tehokkuuteen prosessilla on kuitenkin kapasiteettia, mutta sitä ei vain osata vielä hyödyntää oikein.

Tiimin sisälle voidaan kylvää keskustelun siemeniä, jolloin he itse alkaisivat käsitellä muutosta tiimin sisäisesti. Kun tiimi ymmärtää tarpeen muutokselle ja omalle kehitymiselleen, saadaan vastaisuudesta jo näin kitkettä pois vastahakoisuutta. Vastahakoisuutta, jonka käsittelemiseen otetaan kantaa myöhemmissä muutosprosessin kohdissa. Keskusteluiden aloittaminen on osaltaan aloitettu jo tätä insinööriä tehdessä, sillä työntekijöiden omia ehdotuksia on jo otettu vastaan ja heille on annettu mahdollisuus olla prosessissa mukana. Tätä kautta tietoisuus

tulevaisuuden mahdollisista muutoksista on jo tullut vahvemaksi työntekijöiden keskuudessa.

Työnjohto voi seurata tässä vaiheessa, miten keskustelu tiimin sisällä etenee ja millaisia kommentteja se on herättänyt työntekijöissä. Lisäksi voidaan poimia näistä keskusteluista työntekijöiden omia ehdotuksia siitä, mitä heidän mielestään voitaisiin tehdä parantamaan mahdollisuuksia vastata tehokkaammin tulevaisuuden haasteisiin.

#### *Muodostetaan uskottava työryhmä*

Tätä vaihetta voidaan mux-tiimin kohdalla soveltaa muodostamalla pieni tiimi ajamaan muutosta. Tämä tiimi voisi koostua kahdesta mux-tiimissä toimivasta avainhenkilöstä ja sen lisäksi työnjohtoa edustavasta henkilöstä, joka hoitaisi muutoksen vaiheita, jotka eivät vaadi työntekijöiden omaa osallistumista.

Tämän pienen tiimin koostuessa pääasiassa työntekijöistä itsestään voidaan muille mux-tiimin jäsenille osoittaa, että prosessissa on järkeä ja että henkilöt heidän omasta ryhmästään ovat mukana ajamassa sitä. Tämä luo tunteen siitä, että prosessi vaatii myös heitä eikä heidän panostaan tulevaisuudessakaan unohdeta tekemällä rakenteellisia muutoksia mihinkään suuntaan. Työnjohdon mukana ollessa kuitenkin voidaan valvoa läpivientiä siltä kannalta, että asiat tehdään asiaan kuuluvalla tavalla eikä hyväksymättömiä muutoksia suunnitelmiin tehdä.

Tiimin luomisen kannalta työnjohdon on tunnistettava tiimin todelliset kyvyt ja pyrittävä motivoimaan heitä muutoksen puolelle. Yleensä tehokkailla työntekijöillä on muutenkin hyvä näkemys asioista ja oikeanlainen motivaatio asioiden kunnolliseen suorittamiseen.

#### *Luodaan visio muutokselle*

Mux-tiimin kohdalla pienen ryhmän on tunnistettava todellinen potentiaali muutoksissa ja heissä itsessään. Muutoksen vision tukemiseen tulisi luoda lyhyt tiivistelmä, johon kiteytyy muutos, sen tarkoitus ja sen hyödyt. Tähän visioon on hyvä liittää myös koko organisaation tai yrityksen tulevaisuudensuunnitelmat ja kuvaus, miten tämä muutos

tukee sitä suuremman tason visiota. Kun visio on selvä ja sillä on oikea ja realistinen tarkoitus kuten tässä tapauksessa tehokkuuden nostaminen siten, että muutos hyödyttää yritystä, mutta on myös eduksi työntekijöille itselleen.

Aiemmin luodun muutostyöryhmän eli tässä tapauksessa tiimin, joka koostuu työntekijöistä ja työnjohdon edustajasta, tulisi osata hyvin kuvailla luotoa muutoksen visiota hyvin, uskottavasti ja rohkaisevasti. Kaikki tämä ja lyhyessä ajassa. Vision niin sanotun myyntipuheen tulee olla tiivis ja muutamissa minuuteissa esitettävissä.

On tärkeää, että muutokset viedään läpi tietyssä järjestyksessä riippuen siitä, mitkä ehdotukset viedään käytäntöön, jotta minimoidaan häiriö tuotannolle ja saadaan muutoksen läpivieminen sulavaksi. Tämä vaatii hyvin suunniteltua muutosstrategiaa, joka tässä tapauksessa voisi käsittää testilaitteiden suunnittelun ja valmistamisen viemän ajan huomioonottamisen. Tämä asia voidaan kuitenkin kuitata sillä, että ehdotettu layout toimii vanhoillakin laitteilla ja tehokkaammin kuin nykyään. Tässä mielessä testilaitteiden päivitys vain tukee muutosta entisestään, mutta ei ole välttämätön kokonaistehostusta ajatellen.

#### *Jaetaan näkemystä muille*

Yrityksen sisällä liikkuvat useat viestit ja projektit saattavat kadottaa tärkeät muutokset alleen. Siksi on tärkeää, että näkemystä jaetaan aina tarpeen vaatiessa. Siitä tulee usein puhua, silloinkin kun ei ole kyse juuri siitä. Mux-tiimin kohdalla tulisi aina mahdollisissa tapauksissa kysellä miltä muutos tuntuu ja onko uusia ehdotuksia kehittyneet tiimin sisällä. Yritetään pitää kaikkien mielissä ajatus muutoksesta ja sen tuomista eduista. Pidemmällä ajalla muutos muuttuu niin tutuksi kaikille, että se alkaa tuntua tervetulleelta ja innostus sen toteuttamiseen kasvaa. Jos tiimiläisille syntyy huolia, niihin tulee puuttua avoimesti ja rehellisesti. Näin saadaan lisää karsittua epätoivottuja huolia asioista, joiden takia on turha huolestua. Kuten aina esimerkillä johtaminen on erittäin tärkeää ja kaikkien tulisikin toimia sen mukaan, mitä puhutaan.

*Poistetaan esteet*

Mux-tiimin kohdalla esteet, joita voidaan kohdata, eivät ole rakenteellisia. Esteet tällaisessa pienessä tiimissä tulevat todennäköisesti olemaan inhimillisiä. Vaikka yhtäkään tiettyä muutosvastaista henkilöä ei tiimissä olisikaan, voivat pitkään samalla tavalla töitä tehneet henkilöt suhtautua muutoksiin epäilevästi. On tärkeää tunnistaa muutosta vastaan olevat henkilöt ja autettava heitä ymmärtämään ja näkemään, että muutoksessa ei olla heitä vastaan. Heille on osoitettava, että muutos tuo mukanaan useita hyötyjä ja on yrityksenkin kannalta tärkeä. On tärkeää, että kun esteitä poistetaan, tulee toimia nopeasti, jotta muutosvastaisuus ei leviä tiimin sisällä.

Eräässä tapaamisessa kävi selväksi, että joidenkin työntekijöiden mieltä voivat painaa muutoksen mukanaan tuomat muunlaiset muutokset. On havaittavissa, että joidenkin tiimien työn siirtäminen halvempien tuotantokustannusten maihin tulevaisuudessa on huomattava pelko. Vaikka yrityksellä ei olisi suunnitelmissa tai strategiassa tällaisia muutoksia tiedossa, voi se silti herättää huolta työntekijöissä. Nimenomaan tällaisten pelkojen, joilla ei ole todellisuuspohjaa, poistaminen on ensiarvoisen tärkeää. Tämä siksi, jotta kellekään ei tule pelkoa oman työpaikan menettämisestä. Kun turhat pelot saadaan karsittua pois, voidaan myös vähentää muutosvastaisuutta ja inhimillisiä esteitä muutokselle.

Henkilöt, jotka taasen toimivat muutoksen eduksi, tulisi myös tunnistaa ja palkita muutosta edistävästä työstään. Heidän panoksensa on tärkeä muutoksen läpiviennille, ja heillä on muutenkin yleistä moraalialkohottava vaikutus, kun muut huomaavat, että muutos tuo mukanaan myös heille jotakin uutta.

*Luodaan lyhyen aikavälin onnistumisia*

Kun muutoksia on alettu viedä läpi, tulee luoda lyhyen aikavälin onnistumisia. Mux-tiimissä tällainen onnistuminen voi olla vaikka selkeä ilmoitus siitä, kuinka paljon parempaa laatua voidaan tuottaa samalla työhön käytetyllä ajalla tai vaikkapa tuotannon määrän kasvusta muutoksen jälkeen. Tällaiset pienet onnistumiset luovat uskoa työntekijöihin, ja he tajuavat heti, että tehty muutos on ollut oikeaan suuntaan.

Kun valitaan tavoitteita, joihin pyritään ja joista halutaan luoda onnistuminen, kannattaa olla varovainen, ettei aseta tavoitteita liian korkealle heti tai valitse jotakin kallista muutosta. Epäonnistuessaan tällainen tavoite voi potentiaalisesti aiheuttaa vaan lisää muutosvastaisuutta ja halua siirtyä takaisin vanhoihin toimintatapoihin.

## 7 Johtopäätökset

Tämän insinööriyön päällimmäinen tavoite oli lisätä jalostavan työn osuutta ja näin myös lisätä mux-tiimin tehokkuutta. Jotta kyseisiin tavoitteisiin oli mahdollista vaikuttaa, oli tehtävä muutoksia moneen eri osa-alueeseen mux-tiimin sisällä ja tuotantotiloissa. Ensimmäiseksi mitattiin työtehokkuus alkuvuodelta 2010. Tämä antoi lähtökohdan mux-tiimin tehokkuudesta ja siitä, kuinka paljon olisi mahdollista tehokkuutta parantaa insinööriyön osalta.

Työntekijäkysely suoritettiin alkuvaiheessa, jotta saatiin myös mux-tiimin työntekijöiden mielipiteitä solusta ja sen toiminnasta. Kyselyn lisäksi pidettiin myös palaveri myöhemmässä vaiheessa, jossa käsiteltiin mux-tiimin toimintaa ja työympäristöä.

Kun ongelmakohtat ja kehitysalueet oli selvitetty, oli aika tutustua valittuihin menetelmiin ongelmakohtien ja epäkohtien korjaamiseksi. Insinööriyössä tutustuttiin mm. tilansuunnitteluun eli layoutsuunnitteluun, materiaalivirtoihin, työhyvinvointiin, lean-prosessiin, testilaitteisiin ja muutosprosessien hallintaan. Näitä menetelmiä käyttäen insinööriyön parannusehdotukset tehtiin

Layoutsuunnittelu alkoi vanhaan layouttiin tutustumisella. Vanhassa layoutratkaisussa ei juurikaan oltu mietitty materiaalivirtoja vaan kaikki testilaitteet, testauspaikat ja työskentelypisteet oli ripoteltu varattuun tilaan. Layouteja piti tehdä kaksi kappaletta, koska testilaitteiden mahdollinen uusiminen vaikuttaa materiaalivirtoihin siten, että uusi layout, joka on suunniteltu vanhoille testilaitteille ei toimi uudelleen suunniteltujen testilaitteiden kanssa. Layout suunnittelussa on otettu huomioon tilan koko, laitteiden ja työpisteiden määrä sekä materiaalivirrat. Näiden perusteella suunniteltiin optimaalinen kokonaisuus layoutin osalta, jonka tarkoitus on pienentää materiaalivirtoihin kulunutta aikaa sekä vähentää ihmisten turhaa liikkumista. Näillä

toimenpiteillä saadaan lisättyä jalostavan työn osuutta sekä tehokkuuden parantamista. Insinööriyön edetessä tuli layoutsuunnittelun tärkeys esille kokonaisuuden kannalta.

Materiaalivirrat mitattiin, jotta tehtyjen muutoksien osalta voitaisiin osoittaa toteen kehitysehdotuksien toimivuus, kun kaikki kehitysehdotukset on suoritettu mux-tiimin sisällä. Samalla saatiin tietoa, kuinka paljon on ns. hukka-aikaa työvaiheissa. Uusia materiaalivirtoja ei mitata tässä insinööriyössä, koska kaikkia kehitysehdotuksia ei voida toteuttaa ennen insinööriyön päätöstä. Kuitenkin tässä insinööriyössä on suoritettu teoreettiset laskelmat mux-tiimissä rakennettavan moodulin uusista materiaalivirroista.

Työhyvinvoinnin osalta kävi selväksi, että kaikki työntekijät eivät ole tyytyväisiä nykyiseen työkiertoon, ja joitakin muita ongelmia kävi ilmi työntekijöiden keskuudessa. Panostamalla työhyvinvointiin voidaan saavuttaa parempi työmoraali ja siten myös tehokkaampi tuotanto. Valvonnan kasvattaminen ei aina ole paras vaihtoehto sen estämiseen, että työntekijät eivät käyttäisi työaikaa töihin liittymättömiin asioihin, vaan luomalla mukava työilmapiiri voidaan parantaa työviihtyvyyttä, joka itsessään vaikuttaa työn tekoon.

Lean-prosessia tutkittiin, koska se on osoittautunut toimivaksi menetelmäksi. Lean-prosessin hukkakohtien tunnistaminen auttoi työssä selvittämään ongelmakohdat ja kohteet, jotka vaativat muutoksia. Lean prosessiin kuuluu myös Kaizen-menetelmä, joka sopii hyvin mux-tiimiin. Kaizen-menetelmän tarkoitus on jatkuva parantaminen. Jatkuvalle parantamiselle tarkoitetaan, että esimerkiksi mux-tiimin sisältä etsitään menetelmiä ja prosesseja, joita voidaan kehittää, vaikka niissä ei olisi mitään ongelmaa. Kaizen-menetelmän tarkoitus tässä insinööriyössä on kehittää mux-tiimiä ja ehkäistä ongelmien syntyä. On parempi tarttua epäkohtiin ennen kuin ne muodostuvat ongelmiksi. Ongelmien muodostuminen voi aiheuttaa mux-tiimissä esimerkiksi töiden pysähtymisen tai taloudellista vahinkoa.

Testilaitteiden ongelmallisuus havaittiin jo insinööriyön alkumetreillä haastattelujen perusteella. Ne ovat epävarmoja ja hitaita työntekijöiden mielestä. Haastatteleamalla testaus suunnittelijaa selvisi, että kaksi testauslaitetta, jotka ovat välttämättömiä yhden moduulin testaamiseen voitaisiin testata yhdellä testilaitteella, jos sellainen vain



suunniteltaisiin. Tämän tiedon pohjalta luotiin kaksi erilaista testauslaitemahdollisuutta kehitysehdotuksien kannalta ja myös layoutin, joka tukee uusia testauslaitteita. Uusilla testauslaitteilla saataisiin yhdistettyä työprosesseja ja lisättyä tehokkuutta mux-tiimin sisällä. Kehitysehdotuksiin kuului myös Kaizen-menetelmän pohjalta mietitty testauslaitteiden säännöllinen huoltaminen, jota ei aikaisemmin ole ollut.

Muutosvastaisuus missä tahansa organisaatiossa saattaa vaikeuttaa ja jopa estää muutoksien tapahtumisen, joten kehittämällä prosessi muutokselle voidaan vähentää vastaisuutta ja saada työntekijät mukaan muutokseen ja sen toteuttamiseen. Tällä tavoin muutoksen läpivienti helpottuu. Jos muutos saadaan myytyä kaikille organisaation osille, on sen onnistuminenkin paljon todennäköisempää eikä paluuta vanhaan tarvitse pelätä.

Seuraavassa taulukossa on listattu kehitysehdotukset, niillä saavutettavan vaikutuksen suuruus tuotantoon ja niiden toteuttamisen haasteellisuus. Vaikutuksen suuruus on taulukossa merkitty kirjaimilla. S = pieni, M = keskinkertainen, L = suuri. Toteuttamisen haasteellisuus on samoilla kirjaimilla, mutta merkitys on erilainen. S = helppo, M = keskinkertainen, L = vaikea.

Taulukko 4. Kehitysehdotukset, niiden vaikutus ja toteuttamisen haasteellisuus

Kehitysehdotus	Vaikutus tuotantoon	Toteuttamisen haasteellisuus
Työkierron selkiyttäminen	M	S
Työhyvinvoinnin seuranta	L	M
Työtaidon kehittäminen (perehdytys & koulutus)	L	M
Uusien testilaitteiden valmistaminen	L	L
Layoutmuutos	M	S
LAM-aikojen päivitys	S	S
Lean-toimintatavan käyttöönotto	S	M
Uuden muutosprosessin käyttöönotto	M	L
Materiaalivirtojen uudelleenkartoitus (muutosten jälkeen)	S	S

Taulukon 4 pohjalta voidaan saada nopea kuva siitä, kuinka suurella panostuksella voidaan saavuttaa asioita, joilla on tietynlainen vaikutus tuotantoon. Kokonaisuutena kuitenkin voidaan huomata vaadittavien panostusten olevan melko pieniä saavutettuihin etuihin nähden.

Suurimpaan rooliin tässä tutkimuksessa nousivat testilaitteet, layout ja työhyvinvointi. Tutkimuksen kuluessa ne osoittautuivat jo hyvin varhain selviksi ongelmakohtiksi, ja niihin myös sen vuoksi paneuduttiin enemmän. Niiden osalta ongelmien koettiin olevan suurimpia ja niihin myös tässä tutkimuksessa kyettiin vastaamaan kattavasti. Näihin osa-alueisiin panostamalla voitaisiin selvästi todennäköisemmin nostaa tehokkuutta ja jalostavan työn osuutta tuotannossa kuin muita kehitysehdotuksia hyödyntämällä. Tämä väite perustuu kokonaisuudessaan siihen, että työn laajuudesta johtuen pienemmän potentiaalisen osa-alueisiin ei voitu paneutua yhtä tarkasti kuin niihin, jotka koettiin tärkeimmiksi. Riippumatta siitä niiden tuomat edut on kartoitettu ja niitä on ehdotettu, sillä kokonaisuutena katsottuna kaikkien kehitysehdotusten yhdessä omaksuminen tuottaisi parhaat tulokset. Ehdotamme, että lean-prosessin tutkimiseen ja omaksumiseen osoitettaisiin huomiota edelleen sen lisäksi, että LAM-ajat päivitetään ja uudet materiaa livirrat mitataan.

Tässä työssä ehdotettuja menetelmiä ja toimenpiteitä käyttämällä joko sellaisenaan, tai mukautettuna, voidaan instrumenttimultiplekserituotantoa virtaviivaistaa, sen jalostavan työn osuutta nostaa ja kaiken kaikkiaan tehostaa tuotantoprosessia siten, että tavoitteeseen päästään. Mikäli kehitysehdotuksia ei kuitenkaan huomioida, voidaan sisältöä käyttää tuotannon nykyisen tilan tutkimiseen ja mux-tiimin heikkouksien ja vahvuuksien selvittämiseksi.

Mikäli muutos toteutetaan, on sen jälkeen syytä suorittaa uusia työntekijäkyselyitä ja haastatteluita, jotta lopullinen vaikutus tuotantoon saadaan kartoitettua. Näiden lisäksi virtausmäärät ja tuotannon tehokkuus tulisi laskea uudestaan. Kaiken muun lisäksi on edullista suorittaa jatkuvaa kehittämistä mux-tiimin ja muun tuotannon osalta. Tällä tavoin voidaan välttää tulevaisuuden ongelmien synty ja tehostaa tuotantoa entisestään.

## Lähteet

Anupindi R., Chopra S., Desmukh S., Van Miegheim J. & Zemel E. 2006. Managing business process flows. New Jersey: Pearson Education.

Haverila M., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.

Huuskonen M., Laitinen H. & Bergström M. 2000. Työkyky yksilön, pienyrityksen ja yhteiskunnan menestystekijänä 2. Työ ja ihminen, tutkimusraportti 16. Helsinki: Työterveyslaitos.

Kivimäki M., Vahtera J., Pentti J. & Ferrie J. 2000. British Medical Journal, Vol. 320, 971–975. Lontoo: BMJ Publishing Group Ltd.

Kotter J. 1996. Muutos vaatii johtajuutta. Helsinki: Oy Rastor Ab.

Kremer R. 2005. The Lean Office Pocket Handbook. Golden: RK Publishing Co.

Otala L. & Ahonen G. 2003. Työhyvinvointi tuloksen tekijänä. Porvoo: WSOY.

The Productivity Press Development Team. 2002. Kaizen For The Shop Floor. New York: Productivity Press.

Lean System toiminnanohjausjärjestelmä – ketterämpi ERP. 2010. Tieto. Verkkodokumentti. <<http://tieto.fi/toimialat/valmistava-teollisuus/elintarvike--ja-juomateollisuus/lean-system>>. Luettu 16.11.2010.

Planmeca – Excellence in dentistry. 2010. Planmeca Oy. Verkkodokumentti. <<http://www.planmeca.com/index.php?lng=1&page=63118>>. Luettu 20.11.2010.

LAM2000-ohjelmisto. 2010. LAM-Ohjelmistot Oy. Verkkodokumentti. <<http://www.lam-ohjelmistot.fi/?q=KQn8Cz2VfO999UDhdKzNe2qzdzqGKYmfz5026>>. Luettu 12.12.2010.

## Mux-Työntekijäkysely

**Tämän kyselylomakkeen tarkoitus on kartoittaa Mux tuotantotiimin toimintaa. Lomakkeen täyttämällä voitte nostaa esiin asioita, jotka mielestänne toimivat ja asioita, joissa on mielestänne kehittämisen varaa. Voitte myös antaa palautetta ja ehdotuksia siitä, miten tiimin toimintaa voisi mielestänne kehittää. Vastaukset käsitellään nimettömänä ja niiden tuloksia käytetään Insinööriyön tekemiseen, ja mahdollisiin kehitysehdotuksiin.**

### Ohjeet vastaajalle:

1. Valitse ensin väittämistä arviot sen mukaan, miten ne **mielestäsi toteutuvat tällä hetkellä** omassa yksikössäsi. Asteikko: **1** = ei koskaan, luultavammin ei; **2** = harvoin, saattaa olla mahdollista; **3** = joskus, hyvin mahdollista; **4** = useimmiten, käsitykseni mukaan kyllä; **5** = aina, ehdottomasti
2. Merkitse sitten viereiseen sarakkeeseen, kuinka **tärkeänä** pidät väittämää työhyvinvoinnin kannalta. Asteikko: **1** = tarpeetonta; **2** = ei tärkeää, mutta mukavaa, jos näin on; **3** = hyödyllistä ja toivottavaa; **4** = välttämätöntä; **5** = ehdottoman välttämätöntä.

		Nykytila	Tärkeys
	<b>OSAAMINEN</b>		
1	Tunnen oman tehtäväni tulevat osaamistarpeet, jos niitä on.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
2	Selvitämme säännöllisesti yhdessä yksikköni osaamistarpeet.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
3	Kehityskeskusteluissa käsitellään Henkilökohtaista kehityssuunnitelmaani /oppimissuunnitelmaani ja edellisen suunnitelman toteutumista.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
4	Esimies valvoo kehitymis-/oppimissuunnitelmani toteutumista.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
5	Olen osallistunut työkiertoon tai hoitanut jonkin aikaa toista työtehtävää oppiakseni uusia asioita.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
6	Mietimme yhdessä, miten voisimme tehdä jonkun asian vielä paremmin.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
7	Käytämme aikaa projektien ja tehdyn työn arviointiin ja mietimme yhdessä, mitä kustakin projektista opimme.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
8	Uusien toimintatapojen harjoitteluun kannustetaan.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
9	Meillä on käytössä henkilökohtaisia valmennustapoja kuten mentorointi, coaching, työnohjaus ym ohjelmia, joilla kokeneemmat jakavat omaa osaamistaan.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

<b>JOHTAMINEN</b>			
10.	Minulle on selvää, mitä ollaan tekemässä ja mitkä ovat koko organisaation yhteiset tavoitteet.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
11.	Tunnen yksikköni tavoitteet.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
12.	Tiedän omat tavoitteeni.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
13.	Käymme tiiminä/ryhmänä/yksikkönä säännöllisesti kehityskeskustelut.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
14.	Käyn henkilökohtaiset kehityskeskustelut säännöllisesti esimieheni kanssa.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
15.	Saan työstäni säännöllistä palautetta.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
16.	Saan työni onnistuneen tekemisen kannalta riittävästi tietoa ja tarvittaessa apua.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
17.	Koko henkilöstöltä pyydetään ideoita ja ehdotuksia toiminnan kehittämiseen.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
18.	Työtehtäväni eivät liikaa ylitä osaamistani.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
19.	Työmääräni ei ole kohtuuton muihin verrattuna.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

<b>TYÖYHTEISÖ</b>			
20.	Työilmapiiriä ja työtyytyväisyyttä mitataan/arvioidaan säännöllisesti.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
21.	Johtamista ja esimiestyötä arvioidaan säännöllisesti.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
22.	Ihmisten työssäjaksamista seurataan säännöllisesti.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
23.	Saan työssäni apua tarvittaessa.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
24.	Saan helposti tietoa siitä, kuka yrityksessä osaa mitäkin.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
25.	Henkilöstöllä on tilaisuuksia ja paikkoja keskustella.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
26.	Perehdyttäminen on ohjeistettu ja vastuutettu.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

27. Oletko tyytyväinen testilaitteiden toimintaan? Voisiko niitä jollain tavalla kehittää?

28. Oletko tyytyväinen nykyisiin käytössä oleviin työkaluihin? Olisiko niissä jotakin parannettavaa?

29. Oletko tyytyväinen tiimin käytössä oleviin työtiloihin? Miten käytössä olevaa työtilaa voisi paremmin käyttää hyödyksi Mux-tuotantoon?

30. Oletko tyytyväinen käytössä oleviin työohjeisiin? Pitäisikö olemassa olevia päivittää vastaamaan nykytilaa, vai onko niissä muita kehittämismahdollisuuksia?

31. Toimiiko työkierto hyvin? Onko kaikilla yhtäläinen työmäärä tiimissä?

32. Kulkeeko tieto hyvin niin tiimin, kuin koko yksikön sisällä? Voisiko sitä jotenkin tehostaa?

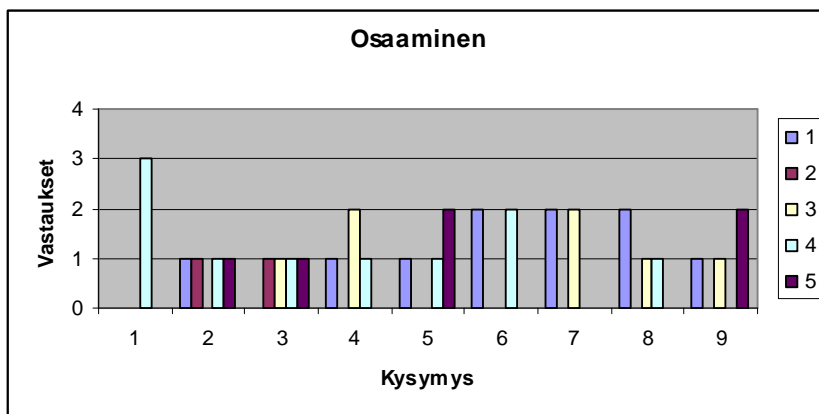
**Kiitos vastauksestasi!**

## Kyselyiden tuloksista luodut kaaviot

Kaaviot 1-3 esittävät saatuja vastauksia kyseiseen aihe-alueeseen. Pisteet vastauksille on jaettu seuraavasti: 1 = ei koskaan, luultavimmin ei; 2 = harvoin, saattaa olla mahdollista; 3 = joskus, hyvin mahdollista; 4 = useimmiten, käsitykseni mukaan kyllä; 5 = aina, ehdottomasti.

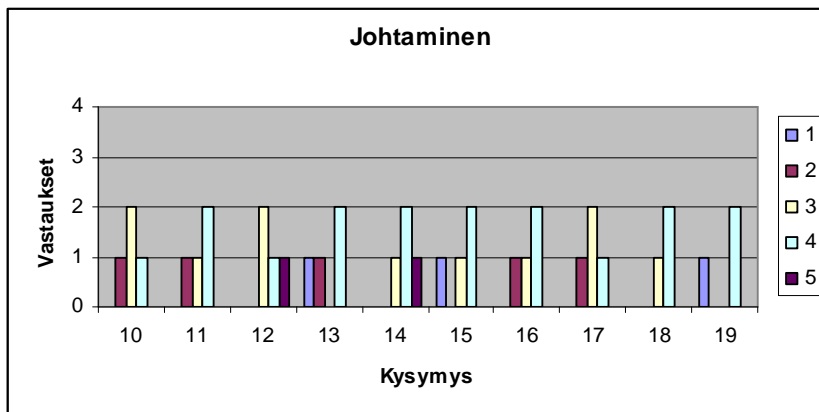
Kuvaajan lukeminen tapahtuu seuraavasti:

Y-akselilla on henkilöstön antamien vastauksen määrä suhteessa värikoodiin. Pistemäärä on asteikolla 1-5. X-akselilla on kysymyksen numero. Värikoodit yhdestä viiteen kertovat vastauksen arvosanan.



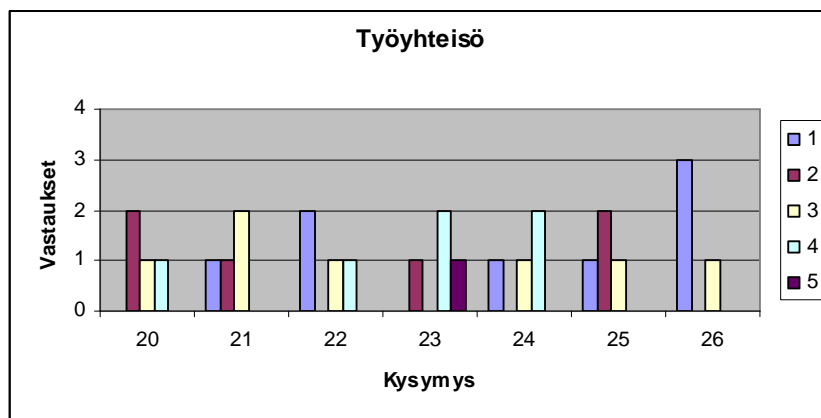
Kaavio 1. Mux-työntekijäkysely – Osaaminen

Kaavio 1 esittää kysymysten 1–9 saatuja tuloksia.



Kaavio 2. Mux-työntekijä kysely – Johtaminen

Kaavio 2 esittää kysymyksistä 10–19 saatuja tuloksia.



Kaavio 3. Mux-työntekijäkysely – Työyhteisö

Kaavio 3 esittää kysymyksistä 20–26 saatuja tuloksia.



## Compact Series

Compact series koostuu viidestä eri hammashoitolaitteesta. Nämä ovat

- Compact i

Compact i on hammashoitokone, joka sisältää potilaan tuolin, sylkykupin ja hoitovarren. Hoitovarressa on instrumentit.

- Compact s

Compact s on kuten malli i, mutta sisältää erilaisen hoitovarren. Hoitovarsi tulee potilaan alapuolelta ja instrumentti letkut ovat roikkuvaa mallia.

- Compact a

Compact a on ilmatoiminen hammashoitolaite. Se edustaa ns. peruskonetta. Hoitovarsi tulee potilaan yläpuolelle. Kone on lisävarusteltavissa erilaisilla lisävaruste moduuleilla.



### *Planmeca Compact i*

Compact i –hoitokone (Coi\_launch\_1009.png)

Kuvassa kolme on perusmalli Planmeca Compactista. Siinä on potilaan yläpuolinen hoitovarsi, monitorivarsi ja valo. Näyttö ei kuulu perusvarustukseen, vaan on lisävaruste.