

Opinnäytetyö AMK

Tuotantotalouden insinööri

2018

Aleksi Toppinen

# OSAPROJEKTIN JOHTAMINEN AUTOTEOLLISUUDESSA

OPINNÄYTETYÖ AMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalouden insinööri

30.5.2018 | 41

Tero Reunanen

Aleksi Toppinen

# OSAPROJEKTIN JOHTAMINEN AUTOTEOLLISUUDESSA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda kokonaiskuva projektinjohtamisesta autoteollisuudessa ja toimia apuna vastaavissa tehtävissä toimiville. Työn oppeja voidaan soveltaa myös muissa projektityyppisissä tehtävissä eri toimialoilla. Tämä saavutetaan kuvaamalla modernin autotehtaan muutosprosessia, jossa valmistaudutaan kokonaan uuden automallin tuotantoon. Tuotantoon tuleva uusi automalli on Daimlerin Mercedes-Benz W177 korimallin A-sarjan henkilöauto ja se tulee valmistumaan rinnakkain jo aiemmin valmistetun automallin, X253 korimallin GLC:n, kanssa samalla tuotantolinjalla. Tämän työn projektin aiheena on auton katon äänieristepahvien liimaus- ja kiinnitysprosessin automatisointi robotilla.

Opinnäytetyö jakaantuu seuraavasti. Ensin työssä käydään läpi teoriaa projektinjohtamisen perusteista. Sen jälkeen siirrytään autoteollisuuden historiaa käsittelevään osioon, sekä Valmet Automotiven yritysesitykseen. Tämän jälkeen esitellään Uudenkaupungin autotehtaan kokoonpanolinjaa, josta siirrytään itse projektin kuvaukseen. Projektista käydään läpi sen alkutilanne, projektin eteneminen ja sen haasteet, sekä projektin johtaminen päätökseen. Pääpainopisteenä oleva projektinaikainen johtaminen on aiheena laaja. Tämän takia sitä edeltävät ja sen jälkeiset vaiheet käydään läpi kevyemmin.

ASIASANAT:

Projekti, hallinnointi, projektijohtaminen, autoteollisuus, tuotantosolu, automatisaatio, robotti, automaatio

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management Engineering

30.5.2018 | 41

Tero Reunanen

Aleksi Toppinen

## PROJECT MANAGEMENT OF A SUBPROJECT WITHIN AUTOMOTIVE INDUSTRY

The aim of this Bachelor's Thesis is to create an overview of project management within the automotive industry and to provide assistance for people acting in similar tasks. The studies of this thesis can be implemented in various project-type tasks in different industries. This is achieved by illustrating the change process within a modern car factory which is preparing to start the production of a completely new car model. This new car model, the Daimler's new W177-body A-model, will be manufactured side to side with another model, the X253 GLC. This X253 model is already in production on the same production line where the W177 will join it. The subject of the project described in this thesis is the automation of a roof insulation and reinforcement cardboard gluing and assembly process by robot.

The thesis is structured as follows. First the thesis will go through theory about basics of project management. Next section is handling the history of automotive industry and the company overview of Valmet Automotive. From there the thesis will introduce the assembly line of Uusikaupunki car factory. Last section to be handled is the project itself. The topics that will be dealt with are the situation at the beginning of the project, the progress of the project and its' difficulties as well as taking the project to a conclusion. The topic of main focus, the project leadership during the project, is broad as a topic. For this reason the preceding and following parts will be handled in less detail.

### KEYWORDS:

Project, management, project leadership, automotive industry, production cell, automatizing, robot, automation

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Yleistä opinnäytetyöstä	7
1.2 Tavoite	7
1.3 Rakenne	8
<b>2 PROJEKTI</b>	<b>9</b>
2.1 Mikä on projekti	9
2.2 Projektin johtaminen	11
2.2.1 Projektipäällikön tehtävät ja ominaisuudet	11
2.2.2 Omat kokemukset	13
<b>3 AUTOTEOLLISUUS</b>	<b>15</b>
3.1 Autoteollisuuden erityispiirteitä	15
3.2 Autoteollisuuden historiaa	15
3.3 Valmet Automotive	17
3.3.1 Yleistä	17
3.3.2 Tehdas	18
3.3.3 Tuotantotekniikka	19
<b>4 KOKOONPANON TUOTANTOLINJA</b>	<b>22</b>
4.1 Kokoonpanon yleiskuvaus	22
4.2 Tuotantotekniikan tehtävät kokoonpanossa	23
4.2.1 Tuotannon tukena toimiminen	23
4.2.2 Tuotannon jatkuva parantaminen	24
<b>5 PROJEKTI</b>	<b>25</b>
5.1 Alkutilanne	25
5.2 Projektin eteneminen	27
5.2.1 Suunnittelu- ja hankintavaihe	27
5.2.2 Kommunikoinnin haasteet	29
5.3 Projektin johtaminen	29
5.3.1 Aloitusvaihe	29
5.3.2 Ongelmien käsittely	31

5.3.3 Projektin päivittäinen johtaminen	33
5.3.4 Projektin riskit	34
5.3.5 Projektin päättäminen	36
<b>6 PROJEKTISTA OPITTUA</b>	<b>39</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>41</b>

## KUVAT

Kuva 1. Tehtaan pohjapiirustus ja auton kulkureitti tuotannon läpi .....	19
Kuva 2. Esimerkki yksinkertaisesta 3D-printatusta asennusjigistä. ....	21
Kuva 3. Ensimmäisiä W177-korisia Mercedes-Benz A-malleja Uudenkaupungin autotehtaalla. ....	22
Kuva 4. Kuvassa robottisolua edeltävä Mercedes-Benz GLC:n pahvien liimauspöytä	25
Kuva 5. Mercedes-Benz GLC:n pahvien liimaus uudella robotilla .....	26
Kuva 6. Kuva kirjoittajan käyttämästä töiden seuranta-kaaviosta .....	28
Kuva 7. Esimerkki eräästä osa-aikataulusta.....	30
Kuva 8. Robotin gripperi kuvassa oranssilla värillä. Gripperin yläpuoli on Mercedes-Benz GLC:tä, ja alapuoli rullineen A-sarjan autoa varten. ....	31
Kuva 9. Robotin 5-akseli ympyröitynä punaisella. ....	32
Kuva 10. Esimerkki projektin riskianalysistä. ....	36

## KUVIOT

Kaavio 1. Tuotantotekniikan kolme eri vastuualuetta Valmet Automotivella. ....	20
--	----

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

EBL	Engineering Business Line
MBL	Manufacturing Business Line
ME	Manufacturing engineering eli tuotantotekniikka
JIT	Just-In-Time eli tuotantotapa, jossa esim. juuri oikea osa toimitetaan juuri oikeaan aikaan ja juuri oikeaan paikkaan.
Jigi	Työkalu, jolla asennettava osa saadaan pysymään oikeassa kohdassa
JP	Jatkuva parantaminen eli ”kaizen”. Sen tavoitteena on tehdä jatkuvasti pieniä parannuksia prosessiin.
Gripperi	Robotin tarttujatyökalu, jolla se tarttuu työstettävään kohteeseen
Sidosryhmä	Kaikki ihmiset tai ryhmittymät, joita projekti tavalla tai toisella koskee
OEM	Original Equipment Manufacturer eli alkuperäinen laitevalmistaja. Esim. autoteollisuudessa isot valmistajat kuten: BMW, Mercedes-Benz, Ford jne.
Sandwich	Eräänlainen komposiittirakenne, jossa kahden samanlaisen pinnan väliin on lisätty toinen materiaali
Deadline	Viimeinen määräpäivä, jolloin työn pitää olla valmis
To-do lista	Lista, johon on kerätty tekemistä vaativat työt
BiW	Body-In-White, eli käsittelemättömät ja maalaamattomat auton korit

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Yleistä opinnäytetyöstä

Tämän päivän yritysmaailmassa projektit näyttelevät keskeistä osaa, kun halutaan toteuttaa erilaisia muutoksia. Projektit ovat usein tehokas tapa toteuttaa kehittämishankkeita, sillä ne tuovat yhteen tarvittavat resurssit tuottamaan tarkasti määritellyn lopputuloksen. Projektit ovat luonteeltaan väliaikaisia, niillä on selvä alku ja loppu, tarkka päämäärä ja niiden hyödyn täytyy ylittää kustannukset (Turner, J. Rodney 2014, 47-49).

Tämä opinnäytetyö käsittelee pääasiallisesti projektia, jossa vanha tuotantosolu korvataan automatisoidulla robottisolulla. Työn keskeisenä sisältönä on kokonaisprojektin hallinta. Tilausvaihe ja käytännön asennustyö kuvataan kevyesti. Työssä mainitaan se tosiasia, että pääaiheena oleva projekti oli yksi neljästä samanaikaisesta projektista, mutta muita hieman pienempiä projekteja ei käsitellä.

Työn kirjoittamiseksi käytettyinä lähteinä on pyritty käyttämään projektinjohtamiseen liittyvää kirjallisuutta ja Valmet Automotiven sisäisiä haastatteluita. Tärkeänä osana on käytetty myös opinnäytetyön kirjoittajan omia kokemuksia projektinjohtamisesta kyseisessä projektissa.

Vuoden 2018 alkupuolella aloitettiin Valmet Automotiven Uudenkaupungin tehtaalla Daimlerin uuden Mercedes-Benz W177-korisen A-mallin esisarjat ja tätä varten tehtaalla toteutetaan laajoja muutoksia. Näihin muutoksiin liittyen toteutettiin myös tässä opinnäytetyössä käsiteltävä projekti.

## 1.2 Tavoite

Työn tavoitteena on perehtyä projektijohtamisen perusteisiin ja kuvata miten osaprojektia johdetaan autoteollisuudessa, mitä haasteita siinä on ja mitä siitä voi oppia. Työ on tarkoitettu projektinjohtamisesta kiinnostuneille haasteellisen autoteollisuuden näkökulmasta ja sen tavoitteena on toimia apuna eri toimialoilla projektityössä työskenteleville.

### 1.3 Rakenne

Opinnäytetyö etenee siten, että ensin käydään läpi teoriaa projekteista ja niiden johtamisesta yleisellä tasolla, hyödyntäen kotimaisia ja ulkomaisia kirjallisuuslähteitä. Tämän jälkeen siirrytään lyhyeen autoteollisuuden historiaa kuvaavaan osioon, josta siirrytään yritysesitykseen Valmet Automotiven toiminnasta vuonna 2017 ja 2018, sekä sivutaan tulevaisuuden näkymiä.

Varsinaiseen aiheeseen edetään yleisestä tarkempaan kuvaukseen esittelemällä ensin Uudenkaupungin autotehdasta yleisesti. Tämän jälkeen esitellään kokoonpanolinjaa, joka on tässä työssä käsiteltävien muutostöiden kohteena. Seuraavaksi käydään läpi tuotantotekniikan osaston toimintaa, joka vastaa teknisten muutosprojektien läpiviennistä tehtaalla. Tuotantotekniikan esittelystä siirrytään uuteen tuotantosoluun, sen toiminnan kuvaukseen ja sen vaatimiin muutostöihin. Lopuksi siirrytään itse projektin kuvaukseen, yleisesittelyyn ja projektinjohtamiseen. Projektinjohtaminen on tämän opinnäytetyön keskeisin sisältö.



## 2 PROJEKTI

### 2.1 Mikä on projekti

Nykypäivänä projekti-termiä käytetään lähes rajattomissa asiayhteyksissä. Projekti voi puhekielessä tarkoittaa kaikkea ruuanlaitosta autotallin rakentamiseen. Tästä syystä onkin tärkeää määritellä mitä projektilla työelämässä tarkoitetaan. Tähän on olemassa erilaisia teorioita ja koulukuntia, mutta tässä työssä nostetaan esiin määritelmiä, joilla on laaja konsensus eri asiantuntijoiden kesken.

Jotta työtehtävää tai toimeksiantoa voidaan kutsua projektiksi, sen tulee täyttää tiettyjä kriteereitä. Ensinnäkin, projektilla on aina selkeä tavoite, sekä alku- ja loppupiste. Projektia varten kerätään yhteen tietyt ihmiset ja muut resurssit, jotta tietty, rajattu tehtävä voidaan suorittaa. Kun projektissa saavutetaan sille asetetut tavoitteet, niin projekti julistetaan päättyneeksi. Tämä johtaa siihen johtopäätökseen, että projektilla on aina elinikä. Se ei ole jatkuvaa toimintaa, vaan väliaikainen ponnistus tavoitteiden saavuttamiseksi. (Ruuska, Kai 1994, 5-6)

Projektiin kuuluu olennaisesti myös ryhmätyöskentely ja projektin vaiheistus, koska projektin eliniän aikana voidaan nähdä monia vaiheita kasvusta kypsymisen kautta kuihtumiseen. Projektit ovat myös ainutkertaisia, ne kokevat elinaikanaan muutoksia ja aikaisemman vaiheen tulokset määrittävät seuraavia vaiheita. Ihmiset ja muut projektiin vaikuttavat tekijät muuttuvat aina ajan kuluessa, joten kahta samanlaista projektia ei ole olemassa.

Projektien luokittelu on hyvin monimuotoista riippuen siitä, mistä näkökulmasta niitä katsoo. Eräs luokittelun peruste voi olla esimerkiksi ajan mukaan tehtävä erittely, kuten Kai Ruuska tekee kirjassaan (1994, 7). Ruuskan mukaan on olemassa:

- Normaalit projektit, joissa resursseja on riittävästi ja suunnitteluun on varattu tarvittava aika ottaen huomioon halutun laatutason. Näiden perusteella projekti on aikataulutettu.
- Pikaprojektit, joissa projektiin laitetaan kiinni enemmän rahaa ja resursseja, joilla aikataulua pyritään saamaan nopeammaksi samalla tinkien laatutavoitteista tarvittaessa.

- Katastrofiprojektit, joissa lähes kaikki on sallittua, jotta aikaa säästetään. Tällöin kaiken pitää olla ”valmiina eilen”. Tällaisessa projektissa tehdään paljon ylitöitä ja sallitaan epäkohtia laadussa, kunhan vain saadaan aikataulua kiinni. Katastrofiprojektissa kustannukset usein nousevat jyrkästi, mikä hyväksytään kuitenkin ajansäästön perusteella.

Työelämässä projektin luonne saattaa olla näistä mikä tahansa, mutta tärkeää olisi aina tehdä päätös tietoisesti, minkä tyyppinen projekti on juuri nyt kyseessä (Ruuska, Kai 1994, 7).

Kaikkien projektin sidosryhmien tulisi olla tietoisia projektin luokittelusta ja toimintatavoista, jotta vältetään vääristyneeltä arvioinnilta. Helposti ne, jotka eivät ole välittömässä asiayhteydessä projektin kanssa, saattavat arvostella projektipäällikköä hänen toimistaan ymmärtämättä projektin luonnetta. Jos projektipäällikölle annetaan katastrofiprojekti hoidettavaksi ja häntä arvioidaan normaaliprojektin näkökulmasta, niin helposti hänen toimintansa nähdään ammattitaidottomana. Usein myös projekti voi alkaa normaaliprojektina, mutta saattaa muuttua pikaprojektin kautta katastrofiprojektiksi. (Ruuska, Kai 1994, 6-7)

Rodney J. Turner, Kingston Business Schoolin ja SKEMA business schoolin projektinhallinnan professori puolestaan tutkii kirjassaan Gower Handbook of Project Management projektia viiden olettamuksen kautta.

**Projekti:** Projekti on väliaikainen organisaatio, johon määritetään resurssit tekemään työn hyödyllisen muutoksen saavuttamiseksi.

**Tulos:** Muutos on arvokas, jos sen hyöty oikeuttaa sen toteuttamisen kulut.

**Prosessi:** Projektin hallinta takaa rakenteen, joka auttaa määrittämään: projektin tavoitteet, tarvittavat resurssit miten tavoitteet saavutetaan ja tavat, joilla seurataan tuloksellisuutta.

**Portfolio:** Portfolio on projektien rypäs, joka jakaa samat resurssit. Ohjelma on projektien portfolio joka ajaa samaan päämäärään, jota mikään yksittäinen projekti ei voi saavuttaa. Projektiperusteinen organisaation on sellainen, jossa suurin osa työstä on organisoitu projekteiksi tai ohjelmiksi.

**Ihmiset:** Projektia hallinnoidaan kaikkien sen osallisten puolesta mukaan lukien projektin omistaja ja urakoitsija. (Turner, J. Rodney 2014, 45)

## 2.2 Projektin johtaminen

### 2.2.1 Projektipäällikön tehtävät ja ominaisuudet

Projektin johtaminen on opinnäytetyön kirjoittajan havaintojen perusteella usein kaikin työläin tehtävä projektissa. Projektipäällikön tärkein tehtävä on viedä projekti asetettuihin tavoitteisiin. Tämän saavuttamiseksi projektipäälliköltä vaaditaan useita olennaisia ominaisuuksia, kuten Kettunen (2009) osoittaa.

Projektipäällikkö on vastuussa projektin etenemisen kommunikoinnista ylöspäin ja hänen tulee kyetä tuomaan esille niin hyvät, kuin vaikeatkin asiat. Hänen tulee olla päämäärätietoinen ja sitoutunut projektin loppuun saattamiseen, joka korostuu niissä tilanteissa, kun projektissa on vaikeita hetkiä. Jokaisessa projektissa on useita lankoja, joita on pideltävä käsissä ja projektipäällikön tulee kyetä priorisoimaan tehtäviä, sekä myös kieltäytymään tehtävistä, jotka eivät vie projektia eteenpäin. Yhtä tärkeää on kyetä delegoimaan tehtäviä ja keskittyä olennaisiin asioihin. Projektipäällikön täytyy myös usein kohdata kritiikkiä sekä ohjausryhmältä, että projektiryhmältä. Tällöin hänen tulee kyetä käsittelemään kritiikki purkamatta sitä eteenpäin esimerkiksi projektiryhmälle. (Kettunen, Sami 2009, 29-31)

Projektipäällikön tulee kyetä puuttumaan epäkohtiin ja ottamaan puheeksi myös hankalat aiheet. Projektipäällikön on välillä raportoitava asiakkaille myös projektin haasteista tai oman projektiryhmän kesken nostettava esille sisäiset epäkohdat. Esiintymiskyky ja neuvottelutaito ovat myös olennaisia projektipäällikön ominaisuuksia, sillä hän kommunikoi jatkuvasti eri sidosryhmien kanssa ja kohtaa usein eri henkilöiden ristikkäisiä tavoitteita, jotka tulee kyetä ratkaisemaan projektin kannalta rakentavasti. (Kettunen, Sami 2009, 29-31)

Oman työn organisointi nousee projektipäällikön osaamislistalla korkealle. Usein projektin aikana on paljon erilaisia palaverieita ja niistä pitää kyetä valitsemaan ne, jotka vievät projektia eteenpäin. Oma työtä voi ja kannattaa hallita erilaisten ”to-do” listojen kautta, joita pidetään jatkuvasti ajan tasalla. Näiden tehtävien priorisointi täytyy tehdä tarkasti. Hyviä keinoja priorisointeja mietittäessä ovat seuraavat kysymykset:

- Mitkä listalla olevista töistä täytyy välttämättömästi saada tehtyä heti? Usein tehtäviä, jotka vaikuttavat muiden tehtävien edistymiseen.
- Miksi työ täytyy tehdä ja onko ainoa, joka sen voi tehdä vai onko se delegoitavissa?
- Miten työ auttaa projektin lopputuloksen saavuttamista vai auttaako?

Näillä kysymyksillä voidaan seuloa tehtävistä ensimmäiset ja tärkeimmät sekä ne, jotka voi delegoida tai sivuuttaa. (Kettunen Sami 2009, 157-159)

Hyvällä ja ammattitaitoisella projektipäälliköllä on takanaan jo pitkä historia projekteja. Hän on ollut mukana niin onnistuneissa, kuin myös epäonnistuneissa projekteissa, sillä vasta näiden kokemusten kautta hänelle tulee tarvittava näkemys ja ammattitaito. Kuitenkaan pelkkä kokemattomuus ei tarkoita, että henkilö ei kykenisi toimimaan projektipäällikkönä, vaan voi olla hyvinkin osaava myös ilman kokemusta. Kokemus kuitenkin tekee hänestä ajan kanssa erinomaisen projektinvetäjän. (Kettunen Sami 2009, 41-42)

Tiivistettynä projektin onnistumisen todennäköisyyden parantamiseksi, projektipäällikön kannattaa varmistaa ja tehdä seuraavia asioita. Hänen tulee miettiä projektia tarkkaan, rajata se ja tehdä hyvä suunnitelma. Alussa ei kannata kiirehtiä kiinni varsinaiseen tekemiseen ja jättää suunnitelman teko vähemmälle. Seuraavaksi, hänen tulee dokumentoida kaikki asiat, joita käydään palaverissa ja keskusteluissa, sekä varmistaa tiedon välitys oikeille ihmisille. Erityisen tärkeää dokumentaatio on erilaisten suunnitelmasta poikkeamisten ja lisätöiden suhteen. Projektipäällikkö pitää silmällä projektia ja seuraa, että se etenee suunnitelman mukaisesti. Näin tulevat ongelmat käyvät ilmi ja hän voi puuttua niihin heti, sillä ilman välitöntä puuttumista ongelmat kasvavat suuremmiksi. Projektipäällikön on tärkeää olla avoin myös projektin haasteista projektin omistajalle, sillä ne tulevat lopulta ilmi alkuperäistä suurempina. Lopuksi, hänen tulee vaatia projektiryhmää raportoimaan itselleen projektin edistymisestä, jakaa tehtävät projektiryhmälle ja kieltäytyä projektia edistämättömistä töistä. Hän pitää huolta projektiryhmänsä hyvinvoinnista, tutkii projektin riskianalyysiä ja siinä mainittujen asioiden kehittymistä, sekä priorisoi omat työnsä projektin tavoitteiden saavuttamiseksi. (Kettunen Sami 2009, 41-42)

### 2.2.2 Omat kokemukset

Seuraavaksi esitetyt asiat liittyvät kirjoittajan omiin havaintoihin ja kokemuksiin osaprojektin johtamisesta Valmet Automotivella ja muualla.

Projektinjohtamisessa korostuu ennen kaikkea suunnitelmallisuus. Projekti tarvitsee selkärangakseen suunnitelman, joka elää tilanteiden mukaan. Erityisen tärkeää on jo projektin alkuvaiheessa tarkistaa kaikki projektiin liittyvät vaatimukset ja raja-arvot, sillä väärillä tiedoilla aloitettu projekti lähtee väärään suuntaan jo heti alusta lähtien. Tämän virheen kustannus kertaantuu, mitä pidemmälle projekti etenee. Projektipäällikön on tärkeää pitää läheistä yhteyttä asiakkaaseen ja varmistaa, ettei mikään projektiin liittyvä osa-alue ole muuttunut. Aina asiakas ei huomaa informoida olennaisista muutoksista projektipäällikköä, varsinkin, kun kyseessä on suuri organisaatio, jossa asiakkaalla on useita kontakteja.

Toinen tärkeä projektipäällikön tehtävä on projektitiimin jäsenten motivointi, etenkin projekteissa joissa tiimin luontainen motivaatio projektin tavoitteita kohtaan on alhainen. Projektipäällikön tulee käyttää ihmistuntemustaan ja tunnistaa ihmisten osaamisalueet, jotta pystyisi tarjoamaan motivoivia välitavoitteita ja projektin oheistuotteita, kuten osaamistason kasvua jollain aihealueella. Hyödyllistä olisi myös tarjota jokaiselle projektiryhmäläiselle häntä kiinnostavia tehtäviä projektin parissa, jolloin syntyy sisäistä motivaatiota, vaikka projektin pääaihe ei olisikaan niin motivoiva.

Yksikään projektipäällikkö ei ole kaikkien asioiden asiantuntija, joten hän tarvitsee ympärilleen osaavan ryhmän tai alihankkijat. Projektipäällikön olennainen tehtävä on johtaa tätä ryhmää ja olla sen käytettävissä. Hänen tulee olla sekä johtaja, että mahdollistaja. Mahdollistajana hän pitää huolen, että jokaisella projektiryhmäläisellä on realistiset edellytykset päästä projektin tavoitteisiin. Monesti tämä on käytännössä haastavaa, sillä projektipäälliköllä on monia aikaa vieviä velvollisuuksia. Hän ei kuitenkaan voi unohtaa oman projektitiimensä kohtaamista, sillä se mahdollistaa välittömän vuorovaikutuksen ja keskustelun ongelmakohtista, jotka muuten hukkuisivat kiireeseen. Kun projektinvetäjä on paikalla siellä, missä projektin sidosryhmän jäsenet ovat, hän saa hiljaista tietoa ja palautetta, joka jäisi muuten kuulematta. Tästä syystä on tärkeää raijata tilaa myös projektin sidosryhmien kiireettömälle kohtaamiselle.

Hyvän riskiarvion laatiminen on myös yksi olennaisista osa-alueista, joita projektin aluksi on hyvä luoda, ja jota tulee myös päivittää ja seurata projektin edetessä. Eräs

perinteinen 1960-luvun teoria projektinhallinnasta perustui siihen, että tuli laatia yksityiskohtainen suunnitelma tehtävän loppuun saattamiseksi. Sen jälkeen tuli vain seurata tätä suunnitelmaa tarkasti ja jos kävi ilmi, että suunnitelmasta poikettiin huonoon suuntaan, tilanne piti korjata. Toisaalta, jos poikettiin hyvään suuntaan, niin silloin ei tullut tehdä mitään. Tämä teoria ei valitettavasti pidä paikkaansa, sillä projekteihin kuuluu aina odottamattomia tekijöitä ja olosuhteita, joita ei ole mahdollista ennustaa. Täten projektin ja sen riskien hallinta on olemukseltaan epävarmuustekijöiden ja vaihtelevien tilanteiden hallintaa. Toisin sanoen, sen tehtävä on vähentää niistä johtuvaa epävarmuutta. (Ruuska, Kai 1994, 161-162)

Monesti muutoksenkohteena olevassa organisaatiossa syntyy muutosvastarintaa, jolloin projektipäällikön tulee kyetä rakentavasti kertomaan muutoksen hyödyistä ja käsittelemään muutosvastarintaa aiheuttavat vastaväitteet ja luulot. Yleisiä pelkoja voi olla oman työpanoksen lisääntyminen tai toisaalta oman työpaikan menetyksen pelko. Pelkoa voi myös aiheuttaa, jos joutuu siirtymään tutusta työtehtävästä uuteen esimerkiksi aiemman työtehtävän muututtua automatisoiduksi. Projektipäällikön tulee käsitellä nämä huolet rakentavasti ja oikaista väärät pelot.

Aina, kun muutos tapahtuu, niin sillä on vaikutuksia sen piirissä oleviin ihmisiin. Toisilla ihmisillä on näkemyksiä koskien muutosta ja toiset haluavat sanoa siitä oman mielipiteensä ääneen. Muutos vaikuttaa toisiin enemmän, kuin toisiin ja joidenkin on muututtava muutoksen edessä. Jotkut voittavat ja jotkut häviävät. On niitä, joilla on sitoutumishalua ja energiaa muutokseen, ja niitä joilla ei ole. Projektinjohtajat pyrkivät saavuttamaan tiettyjä tuloksia ja tätä varten heidän tulee hallita myös ihmisten tunnereaktioita, jotka muutos saa aikaan. Muutos ravistelee usein ihmisten, ryhmien ja organisaation rakenteiden tasapainoa, joka on yleensä myös tarpeellista muutoksen kannalta. (Green, Mike 2007, 7-8)

Opinnäytetyön tekijän kohtaama muutosvastaisuus nousi esille varsinaisesti vasta, kun muutos oli jo toteutettu. Tällöin robottisolussa oli vielä erinäisiä pieniä vikoja, jotka aiheuttivat solun pysähdyksiä ja sitä kautta tuotannon menetyksiä. Näissä tilanteissa piti monta kertaa käsitellä tuotannon henkilöstön turhautumista, ja estää tunteiden eskaloituminen puuttamalla välittömästi kaikkiin havaittuihin virheisiin. Näistä virheistä pidettiin dokumentaatiota, jotta jokainen virhe tuli varmasti käsiteltyä (liite 1).

## 3 AUTOTEOLLISUUS

### 3.1 Autoteollisuuden erityispiirteitä

Autoteollisuus on ollut johtava toimiala monen teknologian kehittymiselle ja yleistymiselle. Se on teollisuudenala, jossa laatu, tehokkuus, tiukat aikataulut ja jatkuva tekniikan kehittyminen asettavat haasteet toiminnalle. Auto on erittäin monimutkainen kokonaisuus, jossa yhdistyy monta insinööritieteiden alaa. Monimutkaiset kolariturvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, sähköpiirit, äänenvaimennus, moottoritekniikka ja tiukat asennustoleranssit tekevät autoteollisuudesta jatkuvan innovaation lähteen.

Kirjassaan *The machine that changed the world*, Womack, Jones ja Roos (1990, 11) kertovat, että jo vuosikymmeniä sitten Peter Drucker, maailman kuulu nykyaikaisen hallintotieteen isä (British library, 2018), nimesi autoteollisuuden teollisuusalojen teollisuusalaksi. Vuonna 1990 autoteollisuus oli maailman suurin valmistavan teollisuuden ala lähes 50 miljoonan auton vuosittaisella valmistusmäärällä, (Womack, Jones ja Roos, 1990, 11) ja vuoteen 2016 mennessä tuo valmistusmäärä oli kaksinkertaistunut 96 miljoonaan autoon (ACEA, 2018).

### 3.2 Autoteollisuuden historiaa

Viimeisen reilun vuosisadan aikana autoteollisuus on kehittynyt huimasti. Ennen Henry Fordin aikakautta autot tehtiin pääasiassa käsityönä. Tämä vaati taitavia käsityöläisiä, joiden koulutus kesti kauan, tekemään yksilöllisiä autoja harvoille asiakkaille. Lisäksi lähes kaikki autojen osat tulivat ympäri kutakin kaupunkia olevista pienemmistä käsityöpajoista, joka aiheutti sen, että niitä jouduttiin työstämään vielä kokoonpanevassa yrityksessä osien sopivuuden varmistamiseksi. Henry Ford aloitti vuonna 1908 T-mallin Fordin tuotannon. Tämä merkitsi uuden aikakauden alkua, ei pelkästään autoteollisuudessa, vaan pian myös muilla teollisuuden aloilla. Ford saavutti innovaatioillaan valtaavan kustannus, laatu ja tehokkuus edun verrattuna perinteisiin valmistajiin. Hänen perintöään autoteollisuudelle ovat liikkuva kuljetin, tavaroiden tuominen paikallaan olevan työntekijän luokse, osien yhteensopivuus ilman viilaamista ja auton suunnittelu tuotantoa varten (design for manufacture). (Womack, Jones ja Roos, 1990, 21-30)

Viime vuosisadan seuraava suuri murros tapahtui toisen maailmansodan jälkeisessä Japanissa, jossa Toyota suku loi yhdessä Taiichi Ohno nimisen tuotantoneron kanssa tämän päivän muotikäsitteeksi nousseen, länsimaissa ns. LEAN-tuotannoksi kutsutun tuotantofilosofian. LEAN:lla tarkoitetaan tiivistettynä sitä, että pyritään eroon kaikista tuotteen arvoa lisäämättömistä töistä ja hukista tuotannossa, joita ovat:

- Kuljetukset
- Välivarastot
- Turha liike
- Odotusajat ja viiveet
- Ylituotanto
- Yliprosessointi
- Virheet

LEAN-tuotannossa pyritään Just-In-Time (JIT) tuotantoon, jossa juuri oikea osa, toimitetaan juuri oikeanlaisena, juuri oikeaan paikkaan ja juuri oikeaan aikaan. Tämän vastakohta on, että jokaista tavaraa kerätään suuret puskurivarastot valmiiksi joka työpisteelle. Jos näin toimitaan, se peittää alleen kaikki tehottomuudet ja virheet logistiikassa, eikä niitä koskaan päästä korjaamaan. LEAN-tuotannossa on monia yhtä vallankumouksellisia hyötyjä suhteessa massatuotantoon, kuin oli Henry Fordin aikana massatuotannon hyödyt suhteessa käsityöhön. (Womack, Jones ja Roos, 1990, 48-53) Nykyisin monet länsimaiset yritykset pyrkivät omaksumaan LEAN:in oppeja massatuotannon sijaan, sillä se mahdollistaa mm. huomattavasti nopeammat läpimenoajat, monipuolisemmat tuotteet ja pienemmän pääomatarpeen. LEAN ei kuulu kuitenkaan tämän opinnäytetyön rajaukseen tämän enempää, joten kirjoittaja suosittelee aiheesta kiinnostuneita lukemaan erinomaisen kirjan nimeltä ”Tätä on lean”, jonka ovat kirjoittaneet tutkija Niklas Modig ja professori Pär Åhlström Tukholman kauppakorkeakoulusta.

Usein, kun uusi automalli tulee tuotantoon, niin joudutaan miettimään useita työasemia uudestaan, voidaanko niitä käyttää ja mitä pitää muuttaa. Jokainen autotehdas on erilainen, kaikkea ei voi kopioida tehtaasta toiseen, eikä niitä välttämättä edes kannata. Kokemus on osoittanut, että edes suuren OEM-valmistajan ratkaisut eivät välttämättä ole hyviä, vaan omat ratkaisut on tehtävä aina harkiten eri vaihtoehtoja ja niiden sopivuutta omaan tuotantoympäristöön. Onhan selvää, että esimerkiksi Daimlerin kokoisen miljardien arvoisen yrityksen resurssit käytettävän tilan, rahan ja ratkaisujen suhteen ovat eriluokkaa, kuin sen rinnalla pienen sopimusvalmistajan. Resurssipula ei kuiten-



kaan aina ole pelkästään huono asia, sillä se pakottaa miettimään luovia ratkaisuja ja tehostamaan prosesseja.

Nykypäivänä robotiikka ja automaatio ovat yleistymässä tuotantolaitoksissa ja niiden käyttö näyttää olevan edellytys yrityksen kilpailukyvyille. Kilpailukyky syntyy siitä, että virheelliset tuotteet saadaan vähenemään. Lisäksi automaation isompi alkuinvestointi korvautuu nopeasti pienemmillä käyttökuluilla verrattuna ihmistyövoimaan. Automaation merkitys Valmet Automotiven kokoonpanossa tulee varmasti kasvamaan vielä enemmän tulevaisuudessa, ja siihen kannattaa panostaa, sillä ympärivuorokautisessa tuotannossa automaation takaisinmaksuajat ovat parhaimmillaan erittäin lyhyitä.

### 3.3 Valmet Automotive

#### 3.3.1 Yleistä

Valmet Automotive on kansainvälinen suunnittelu- ja valmistuspalveluja tarjoava yritys, jolla on toimipisteet Suomessa, Saksassa, Puolassa ja Espanjassa. Työntekijöitä yrityksellä on n. 5500 keväällä 2018. Yritys on erikoistunut korkean arvoluokan henkilöautoihin, avoautoihin ja sähköisiin ajoneuvoihin. Vuonna 2018 autotehtaalla Uudessakaupungissa on valmistettavana kaksi automallia, Daimlerin Mercedes-Benz GLC-katumaasturi ja uudistunut A-malli, joka korvasi tehtaalla aiemmin valmistetun vanhemman A-mallin. Valmet Automotive on myynyt konsultointipalveluja useille auto- ja muiden teollisuusalojen yrityksille heidän pyrkiessään parempaan laatuun, tehokkuuteen ja asiakastyytyvyyteen.

Valmet Automotiven tehdas sijaitsee Uudessakaupungissa, johon se perustettiin vuonna 1968 Saab-Valmetin yhteishankkeena. Ensimmäinen automerkki, jota tehdas tuotti oli Saab, jonka tuotanto alkoi 1969. Autoja tehtiin aluksi kotimaisille markkinoille, mutta pian tie oli auki myös vientimarkkinoille hyvän laadun siivittämänä.

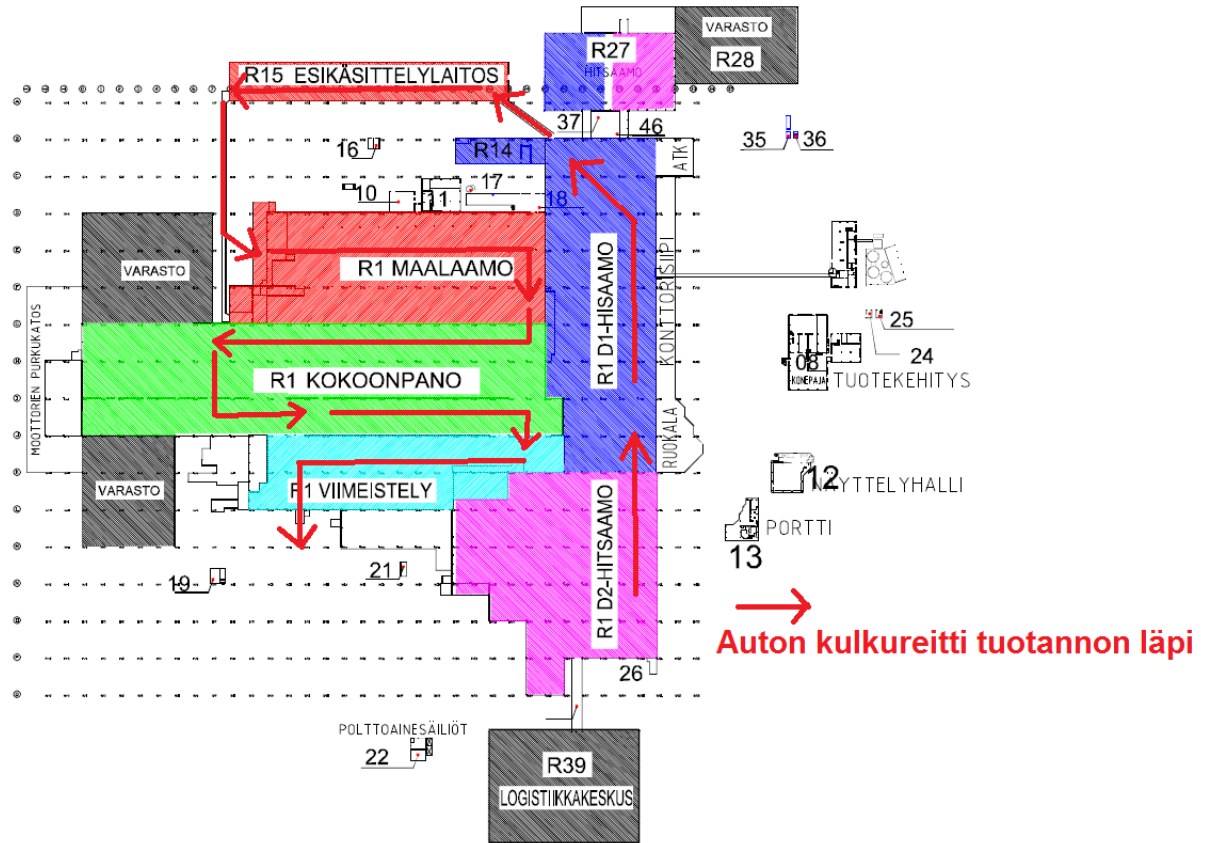
Vuonna 1995 yritys nimettiin Valmet Automotiveksi. Vuoden 2010 loppupuolella Valmet Automotive osti itselleen Karmann yhtiön avoautokattojen yritystoiminnan Euroopassa, jonka välityksellä Valmet Automotivesta tuli yksi suurimmista avoautokattojen valmistajista maailmassa.

Valmet Automotivella on yksi valmistuslaitosta Uudenkaupungin tehtaan lisäksi. Tämä laitos, joka on keskittynyt autojen avokattojen tuotantoon, sijaitsee Zaryssa Puolassa. Lisäksi sillä on tuotekehitysyksiköt Turussa ja Saksan Osnabrückissä. Tammikuusta 2017 eteenpäin Valmet Automotiven omistajina ovat olleet sijoitusyhtiöt Pontos Group ja Suomen teollisuussijoitus Oy, sekä uutena omistajana kiinalainen akkuvalmistaja CATL (Contemporary Amperex Technology Limited). Valmet Automotive osti myös helmikuussa 2018 insinööritoimisto Semcon Saksan toimistot saaden sieltä käyttöönsä 800 insinööriä. (Valmet Automotive 2018a)

### 3.3.2 Tehdas

Valmet Automotiven Uudenkaupungin tehdas on perustettu vuonna 1968 Valmetin ja Saab-Scanian yhteishankkeena. Ensimmäiset autot, joita tehtaalla tuotettiin olivat Saab-autot vuonna 1969, joista ensimmäinen lahjoitettiin presidentti Urho Kekkoselle. Tämän jälkeen tehtaalla on valmistettu yli 1,4 miljoonaa autoa eri OEM yrityksille mm. Saab, PSA Chrysler, EuroLada, General Motors, Porsche AG, Garia, THINK Global, Fisker Automotive ja Daimler AG. (Valmet Automotive 2018b)

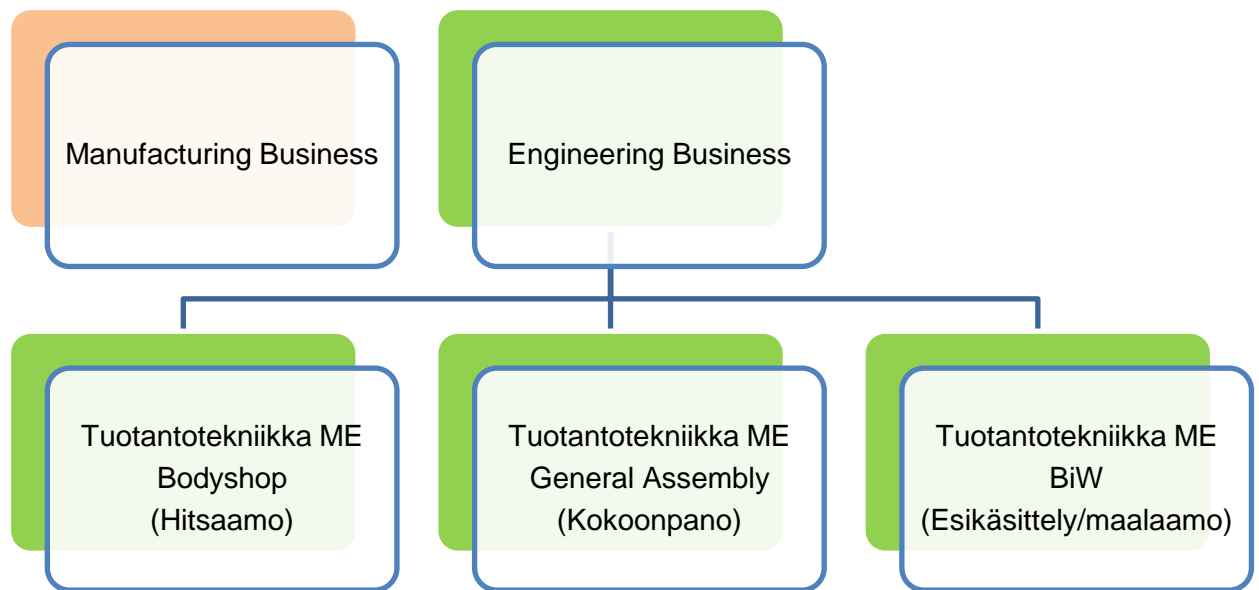
Uudenkaupungin tehdas on jaettu neljään päätoimialueeseen tehtaan sisällä. Näitä ovat maalaamo, kokoonpano, hitsaamo ja logistiikka. Kokoonpano on luonnollisesti viimeinen valmistusvaihe hitsaamon ja maalaamon jälkeen. Kuva 1 havainnollistaa auton kulun tehtaan läpi. Kun auton kori on koottu hitsaamossa satojen robottien toimesta, se siirtyy uunin kautta esikäsittelylaitokselle, jossa se saa koriinsa korroosiolta suojaavat allaskäsittelyt. Tämän jälkeen kori jatkaa matkaansa maalaamoon, jossa se saa lopullisen maalipintansa. Kun kori on suojattu ja maalattu, se saapuu rullakuljetinta pitkin kokoonpanoon, jossa siihen kiinnitetään sitä odottavat tuhannet komponentit. Kokoonpanon toiminnasta kerrotaan lisää 4. luvussa. Kokoonpanon jälkeen autolle tehdään vielä viimeiset tarkistukset ja testaukset, jonka jälkeen valmis auto toimitetaan asiakkaalle.



Kuva 1. Tehtaan pohjapiirustus ja auton kulkureitti tuotannon läpi

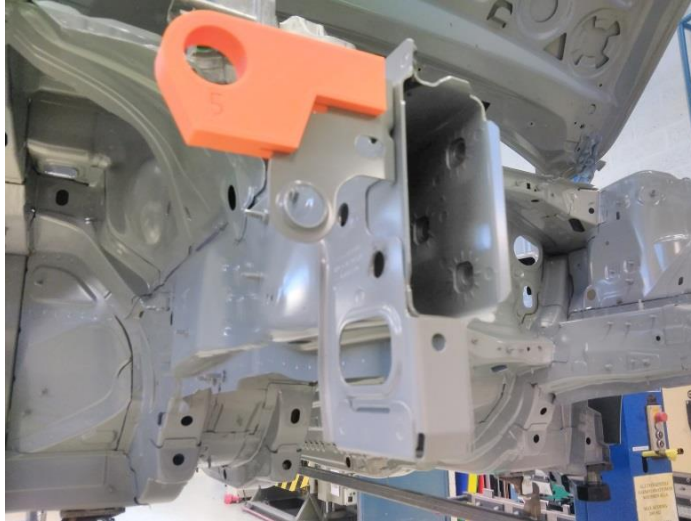
### 3.3.3 Tuotantotekniikka

Autotehtaalla on kaksi liiketoimintalinjaa, kuten kaavio 1 alla esittää. Toinen on Manufacturing Business Line (MBL), joka on tuotteiden valmistusta eli pääasiassa autojen valmistusta. Toinen on Engineering Business Line (EBL) eli suunnittelutoiminta, jonka palveluja myydään myös ulospäin asiakkaille. Tuotantotekniikka, josta Valmet Automotivella käytetään nimitystä Manufacturing Engineering (ME), kuuluu EBL:ään ja on autotehtaan organisaation haara, joka vastaa tuotantotekniikoista, joita käytetään automallin kokoamiseen. Se suunnittelee asennuslaitteet ja jigat, joiden suunnitteluvaiheessa on tärkeää olla läheisessä yhteydessä tuotannon henkilöstön ja laatu puolen ihmisten kanssa, jotta laitteesta saadaan ergonominen käyttää ja sillä saavutetaan tekniset vaatimukset.



Kaavio 1. Tuotantotekniikan kolme eri vastuualuetta Valmet Automotivella.

ME on myös jatkuvasti kehittyvä ala, joten on tärkeää pysyä ajan hermolla käymällä yritysvierailuilla ja messuilla, joissa esitellään uusimpia valmistusmenetelmiä. Esimerkiksi 3D-tulostus otettiin tehtaalla käyttöön hiljattain, jonka avulla pienten jigien (kuva 2) valmistus voidaan suorittaa nopeasti ja joustavasti tehtaan sisällä. 3D-tulostuksessa tulostin sulattaa lisättävää materiaalia, tässä tapauksessa eri muoveja, muodostaakseen halutun kappaleen. Sulaa muovia levittävä suutin liikkuu kappaleen muotojen mukaan. Tällä tavalla saadaan erittäin kustannustehokkaasti ja nopeasti valmistettua tarvittavat jigat ja kiinnikkeet riittävällä mittatarkkuudella. Tässä valmistusmenetelmässä ei synny hukkamateriaalia, kuten esim. jyrsimisestä, jossa isosta palasta jyrsitään halutunmuotoinen kappale. Menetelmä mahdollistaa myös paljon kevyemmät kappaleet verrattuna täysmuovin jyrsintään.



Kuva 2. Esimerkki yksinkertaisesta 3D-printatusta asennusjigistä.

ME voi myös vastata kokonaan tai osittain tuotantosolun tai laitteen suunnittelemisesta, sen valmistamisesta ja hankinnasta, asennuksen järjestämisestä ja dokumentaatioiden tekemisestä. Tällöin tuotantotekniikan insinööritä vaaditaan perinteistä mekaanista insinööriosaamista, kaupallista ja valmistusteknistä osaamista, sekä ihmissuhdetaitoja, jotta muutostyöt saadaan vietyä päätökseen.

Tuotantotekninen osaaminen on myös yksi Valmet Automotiven olennaisista myyntiarvikkeista, joita kaupataan ulospäin eri alojen yrityksille. Autoteollisuus vaativana teollisuudenalana antaa loistavat valmiudet kehittää minkä tahansa yrityksen prosesseja kohti parempaa laatua, nopeutta ja kustannustehokkuutta.

## 4 KOKOONPANON TUOTANTOLINJA

### 4.1 Kokoonpanon yleiskuvaus

Kuten kappaleessa 3.3.2 todettiin, auton kori saapuu maalattuna rullakuljetinta pitkin kokoonpanoon. Kokoonpanossa korista irrotetaan maalatut ovet, jotka riippukuljetin vie toisaalle esikokoonpanoa varten. Tämän jälkeen auto lähtee kulkemaan kokoonpanon kuljettimia pitkin asemalta toiselle, joissa jokaisessa asentajat asentavat siihen juuri oikeat osat, ja juuri oikeaan aikaan JIT-tuotannon mukaisin periaattein. Kokoonpanossa sekä GLC, että A-sarja (kuva 3) kulkevat samalla tuotantolinjalla peräkkäin.



Kuva 3. Ensimmäisiä W177-korisia Mercedes-Benz A-malleja Uudenkaupungin autotehtaalla.

Lähes jokainen auto on erilainen, sillä varusteita on saatavilla useita erilaisia. Kokoonpanossa auto kulkee eri asennusasemien läpi, joissa autoon asennetaan kullakin asemalla olevat tarvikkeet. Yhdellä asemalla voi olla useita erilaisia variantteja osista, joita autoon laitetaan esim. istuimet, oviverhoilut, erikoisvarusteet ym. Tällöin täytyy kuhunkin autoon asentaa juuri siihen autoon tuleva variantti.

Kokoonpanon asemien asennustiimit koostuvat asentajista, jotka työskentelevät auton parissa. Asentajilla on oman alueensa tiiminvetäjä ja hänen varahenkilönsä, jotka vas-

taavat omien työasemiensa tuotannon tukemisesta ongelmatilanteissa, sekä raportoinnin alue-esimiehen suuntaan. Tiiminvetäjien jälkeen ovat alue-esimiehet, joilla on vastuullaan useita asennustiimejä ja -asemia. Heidän vastuullaan ovat myös oman alueensa henkilöstö-asiat. Näiden lisäksi ovat aluesuunnittelijat, jotka suunnittelevat ja hallinnoivat asemien asennuskortteja, jotka puolestaan määrittävät asemalla tehtävät työt. Heidän jälkeen ovat tuotantopäälliköt ja lopulta kokoonpanon johtaja. Nämä tiedot ovat alue-esimies Ville Ojalan haastattelusta keväältä 2018. Tuotantotekniikan insinöörit toimivat tämän hierarkian ulkopuolella vastaten asemien laitteistoista, uusien laitteiden hankinnoista ja niiden toteuttamisesta.

## 4.2 Tuotantotekniikan tehtävät kokoonpanossa

### 4.2.1 Tuotannon tukena toimiminen

Tuotantotekniikan tärkein tehtävä on toimia tuotannon tukena teknisissä asioissa. Tehtaan kunnossapito vastaa tuotannon turvaamisesta ja ME tukee heitä tässä tehtävässä. Tuotannon turvaaminen ajaa kaiken muun edelle, sillä yhden aseman jumiutuminen aiheuttaa pahimmillaan koko tuotannon pysähtymisen. Kaikissa töissä, joita suoritetaan tuotantolinjalla, tuotannon jatkuvuus on aina turvattava. Tuotantotekniikan insinöörin, joka vastaa uuden tuotantosolun asennuksesta, täytyy jo suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon aikataulutuksessa tuotannon aloitusajankohta, ja että kaikki tarvittavat resurssit ovat silloin paikalla. Kaikkiin ilmituleviin virheisiin tulee kyetä vastaamaan viiveettä, kun tuotanto käynnistetään, ja sen jälkeenkin on kohtuullinen aika pidettävä puhelin avoinna, jotta mahdollisiin myöhempisiin virheisiin voidaan puuttua heti.

ME-insinöörin on vastuussa myös käyttämistään alihankkijoista, kun hänet on asetettu muutostyön valvojaksi. Valvojan vastuulla on keskeyttää asennustyöt mikäli näyttää siltä, että niiden valmistumisen venyminen alkaa uhkaamaan tuotantoa. Asennustöiden priorisoinnissa on myös otettava ensisijaisesti aina huomioon tuotannon kannalta kriittiset osat, joiden pitää toimia, vaikka mikään muu ei toimisi. Tällainen on useimmiten esimerkiksi tuotantosolun kuljetin, jonka toiminnan häiriintyminen estää tuotannon virtauksen kokonaan.

#### 4.2.2 Tuotannon jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen (JP) (engl. Continuous improvement) on jo jonkin aikaa ollut trendikäs sana teollisuudessa. Sitä käytetään synonyyminä japanin sanalle ”kaizen”, joka kirjaimellisesti tarkoittaa muutosta parempaan. Se on noussut esille erityisesti Toyotan tehtailta, joissa sitä pidetään yrityksen toisena kivijalkana, ja joista toinen on ihmisten kunnioitus (Liker, J. K., 2004, 6). JP:lla tarkoitetaan toimintaa, jossa henkilöstö osallistutetaan oman työnsä kehittämiseen työtehtäviensä ohella. Puhutaan pienistä asteittaisista muutoksista, jotka poistavat jotain seitsemästä hukasta. Nämä hukat lisäävät kuluja, lisäämättä kuitenkaan arvoa tuotteeseen. On tavallista, että länsimaaisissa yrityksissä on perinteisesti pyritty suuriin ns. läpimurto muutoksiin, joissa iso osa prosesseista muutetaan kerralla erilaiseksi, jotta saavutettaisiin parempia tuloksia. (Liker, J. K. 2004, 39)

JP:n periaatteet ovat olleet vieraampia länsimaissa, mutta vuonna 2018 jo hyvin useat yritykset ovat omaksuneet jonkinlaisen JP-ohjelman yrityksessään. Valmet Automotivella JP on osana jokaisen ME-insinöörin työtä, ja jokaiselle on määritetty, että vähintään 1,4 JP-aloitetta tulee kirjata per kuukausi. Näillä pienillä muutoksilla on kyetty parantamaan aina vähintään yhtä osa-aluetta seuraavista:

- Energiansäästö/jäte/ympäristö
- Laatu
- Tuottavuus
- Toimitusväsymällisyys
- Ergonomia
- Turvallisuus

Käytännössä tämä vähimmäismäärä toteutuu Valmet Automotivella helposti viettämällä aikaa tuotannossa, ja haastattelemalla työntekijöitä, joilla on ensikäden tieto prosessien toimivuudesta. Tällainen tuotantoa lähellä oleminen kuuluu olennaisesti LEAN-tuotantoon. Toyotan tuotantofilosofiassa sille on olemassa oma termi ”Genchi genbutsu” (Liker, J. K. 2004, 234). Tämä tarkoittaa suomeksi menemistä paikan päälle, jotta voi ymmärtää tilanteen syvällisesti.



## 5 PROJEKTI

### 5.1 Alkutilanne

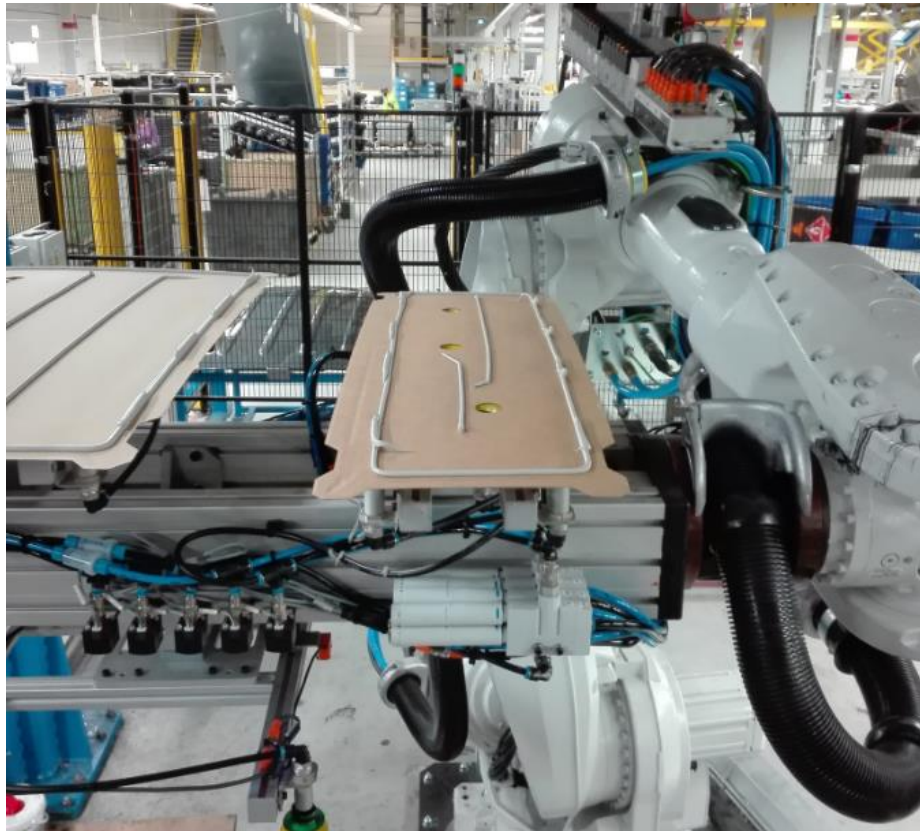
Osaprojekti, josta tämä opinnäytetyö kertoo, liittyy Mercedes-Benz A- ja GLC-sarjan kattoihin tulevien sandwich-rakenteisten äänieristepahvien liimauksen muuttamiseen manuaalisesta automaattiseksi Valmet Automotiven tuotannossa. Ennen muutosta näiden pahvien liimaus toteutettiin siten, että käsityönä piirrettiin liimapalon paikat pahviin, jonka jälkeen toinen henkilö levitti siihen liiman viivojen mukaan käsisuuttimella. Tämän jälkeen pahvi yhdistettiin auton kattoon, joko siihen tarkoitettulla asennuspöydällä (kuva 4), taikka käsijigeillä ja rullalla.



Kuva 4. Kuvassa robottisolua edeltävä Mercedes-Benz GLC:n pahvien liimauspöytä

Projekti liittyi uuden robottisolun tuomiseen kokoonpanon puolelle uuden A-mallin katto-pahvien liimausta varten, ja samaan järjestelmään päätettiin integroida myös GLC:n pahvien liimaus (kuva 5). Näin saatiin monta käsityövaihetta pois kokoonpanosta, ja vastaavasti suuret säästöt paremman laadun, sekä säästettyjen palkkojen muodossa. Koko osaprojektin toteuttamiseen, sen luovuttamisesta opinnäytetyön tekijän ja hänen kollegansa vastuulle, sen implementointiin tuotantolinjalle, oli aikaa n. 3,5 kuukautta.

Tämä toi oman haasteensa, sillä projekti oli monessa kohtaa luokiteltavissa ”katastrofi-projektiksi”, jossa asiat olisi pitäneet olla ”valmiina jo eilen.”



Kuva 5. Mercedes-Benz GLC:n pahvien liimaus uudella robotilla

Tiukka aikataulu yhdessä kokemattomuuden, projektin ohjaksiin kesken projektin hypäämisen, sekä asiakkaalta tietojen saamisen haasteellisuuden kanssa, aiheuttivat virheitä, jotka kostautuivat uuden solun toiminnallisuuden kustannuksella. Esimerkiksi soluun oli jo valittu robottimalli tarjouksen yhteydessä ennen projektin vastuun siirtymistä. Tämä robotti ei kuitenkaan täyttänyt asetettua vaatimustasoa pahvien asennusvoiman suhteen. Samoin projektin kilpailutusvaiheessa oli kyllä annettu tarkat ohjeet mitä tarjouksen tulisi sisältää, mutta tarjousta ei kuitenkaan aika- ja resurssipuutteiden takia tarkistettu ristiin näiden ohjeiden kanssa, jolloin hyväksyttiin tarjous, joka ei täyttänyt lähellekään kaikkia asetettuja vaatimuksia. Tämä alihankkijan hyväksytty tarjous tulikin siis rajat asettavaksi sopimukseksi, joka ei kuitenkaan täyttänyt kaikilta osin asetettuja ehtoja.

## 5.2 Projektin eteneminen

Projektin eteneminen saatiin kuitenkin turvattua ja sen voisi jakaa useampaan eri vaiheeseen.

### 5.2.1 Suunnittelu- ja hankintavaihe

Projektin alkuvaiheessa kaikki tieto tuli tipoitain ja sitä piti osata kysyä. Ilman oikeaa tietoa on mahdotonta tehdä hyvää projektisuunnitelmaa. Oman haasteensa toi vielä saksalainen pääasiakas eli Daimler, sillä heidän suunnaltaan tiedon saaminen sähköpostitiedusteluihin oli erittäin haastavaa. Usein he vastasivat vain muutamalla lyhyellä lauseella. Mitään valmista rakennetta projektissa etenemiseen ei kuitenkaan Valmet Automotivella ollut saatavilla. Tätä projektia rasittivat myös kolme muuta projektia, joita kirjoittajan piti kollegansa kanssa hallinnoida samanaikaisesti. Projektiin liittyi heti alusta asti 5 ulkoista pääsidosryhmää, jotka olivat:

1. Pääasiakas, joka määrittää vaaditut spesifikaatiot
2. Robottisolun toimittaja, joka toimitti järjestelmän suunnittelun ja asennuksen
3. Liimajärjestelmä toimittaja, jolta tuli tarvittava osaaminen liimajärjestelmän yhdistämiseksi soluun
4. Liimatoimittaja 1
5. Liimatoimittaja 2

Näiden kolmen lisäksi oli sisäisiä pääsidosryhmiä, kuten:

- Kokoonpanon tuotannon tiiminvetäjät ja suunnittelijat
- Pääprojektin projektipäällikkö
- Valmet Automotiven omat automaatioinsinöörit
- Kunnossapito

Projektin suunnittelu alkoi suuresta kalenterista, joka ripustettiin työpisteen seinälle. Tämän lisäksi, kuten kuva 6 alla näyttää, kirjoittaja loi oman Excel-taulukon, josta projektiin liittyviä töitä pystyi hallinnoimaan. Taulukosta näki, mitkä tehtävistä olivat kesken, mitä ei ollut vielä aloitettu ja mitkä olivat jo valmiina. Siitä näki myös jäljellä olevat päivät ennen deadlinea, sekä tehtävän tärkeyden suhteessa muihin tehtäviin. Kalenteriin ja tehtävälistaan merkittiin päivittäin tulleet uudet tehtävät ja varmistuneet toimitus-

ajat. Näiden lisäksi kirjoittaja piti aina taskussaan pientä vihkoa, johon sai kirjattua tehtäviä pitkin päivää, joita tuli lähes jokaisen keskustelun yhteydessä. Näistä toiset olivat tärkeämpiä, kuin toiset, joten tehtävien oikea priorisointi oli avain tehtävissä menestymiseen. Ilman vihkoa kaikkien tehtävien pitäminen ajan tasalla tehtävälstalla ei olisi onnistunut.

Task	Who	Description	Status	Project	Create	Due date	Days left	Priority
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	
	Aleksi		WIP	General fix	18.3.2017	12.1.2018	-84	Yellow
	Aleksi		WIP	D3 sound	11.9.2017	17.11.2017	-140	Yellow
	Aleksi & Bastian		Not started	D3 sound	29.9.2017	6.10.2017	-182	Green
	Aleksi & Bastian		Not started	D3 sound	31.10.2017	1.11.2017	-156	Green
	Aleksi & Bastian		Not started	D3 sound	18.9.2017	13.11.2017	-144	Green
	Aleksi & Bastian		Not started	D3 sound	11.9.2017	26.10.2017	-162	Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	3.10.2017	3.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.3.2017	6.10.2017		Yellow
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.3.2017	6.10.2017		Yellow
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.3.2017	6.10.2017		Yellow
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	3.10.2017	4.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.9.2017	6.10.2017		Red
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.9.2017	6.10.2017		Red
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	2.10.2017	6.10.2017		Red
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	29.9.2017	6.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.9.2017	25.10.2017		Red
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	11.9.2017	26.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.9.2017	6.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	3.10.2017	3.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	18.3.2017	6.10.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	D3 sound	11.9.2017	15.11.2017		Green
	Aleksi & Bastian		Finished	General fix	18.3.2017	6.10.2017		Green

Today: 6.4.2018		Deadline: *****
Color	Days	
Red	<14	
Yellow	<56	
Green	56<	

Status	
Not started	4
Started	0
WIP	10
Finished	52
<b>Total</b>	<b>66</b>

DAYS TILL DEADLINE	
-98	

% Ready	
79%	

Project tasks	Total	Finished
D3 soundproofing cel	63	79%
General fix	2	50%

Kuva 6. Kuva kirjoittajan käyttämästä töiden seuranta-kaaviosta

Suurimmaksi haasteeksi osoittautui oikean tiedon saaminen oikeaan aikaan, ja tämä onkin tulevaisuudessa yksi suurimmista opeista, joita tämä projekti opinnäytetyön tekijälle opetti. Eri sidosryhmiin on oltava jatkuvasti yhteydessä, ja pyydettävä tarkasti kaikki projektiin tarvittava tieto. Ongelman aiheuttaa se, että alalla kokematon henkilö ei edes tiedä mitä kaikkea tarvitaan laadunvarmistuksen, testien sekä muiden toimintojen suorittamiseen, ellei sitä joku kokeneempi osaa tuoda esille. Kirjoittajan piti selvittää nämä asiat itsenäisesti projektin edetessä. Tämän takia järjestelmällisen perehdytyksen luominen yritykseen on ensiarvoisen tärkeää, jotta vältetään turhia viivästyksiä ja kuluja uusien työntekijöiden aloittaessa työt yrityksessä.

## 5.2.2 Kommunikoinnin haasteet

Projektin ulkoisista pääsidosryhmistä 4 olivat ulkomaisia toimijoita, joten heidän kanssaan kommunikointiin puhelimitse ja sähköpostilla englanniksi. Pääosa kommunikaatiosta sujui selkeästi, mutta Daimlerin suunnalta tietojen saaminen oli vaikeaa. Kirjoittajan kollega oli kuitenkin natiivi saksalainen, joten hän pystyi hankkimaan tietoa suuremmin etenkin Daimlerin suunnalta, vaikka myös hänellä oli haasteita tiedon saamisessa.

Uuden robottisolun suunnittelu toteutettiin pääasiassa Skype-neuvotteluina, joissa käytiin viikoittain läpi projektin etenemistä yhdessä robottisolun toimittajan kanssa. Näistä neuvotteluista tehtiin aina muistio, johon kirjattiin kunkin neuvottelun tuloksia, sekä tehtäviä ja vastuita. Tämä oli erityisen tärkeää, sillä neuvottelun yksityiskohdat unohtuvat nopeasti, jollei niitä kirjata ylös. Muistio toimii myös keskeisenä oikeusturvadokumenttina, mikäli ristiriitoja syntyisi myöhemmin osapuolten välillä. Tästä syystä kaikkien tapaamisten dokumentointi, joko kirjallisesti tai äänittämällä, on erittäin tärkeää. Äänittämisessä tulee ottaa huomioon voimassaolevat lain säädökset.

## 5.3 Projektin johtaminen

### 5.3.1 Aloitusvaihe

Tämän osaprojektin johtaminen vaati todella monipuolista tehtävien ja asioiden hallintaa. Projektin johtaminen asetelmassa, jossa käytännön toteutusvaiheen projektipäällikkö ei ole ollut mukana tarjousvaiheessa ja kauppasopimuksen hyväksymisessä, on haasteellista. Erityisesti tämä haasteellisuus korostuu silloin, jos kauppasopimuksessa määritetyt laitteet eivät täytä asiakkaan ilmoittamia vaatimuksia. Erityistä varovaisuutta tulee harjoittaa, mikäli projektisopimuksen on laatinut projektin toimittaja. Tällöin yleensä sopimusehdot ovat toimittajan kannalta suotuisia. Kaikki sellaiset kohdat on hyvä vaatia muutettaviksi. (Kettunen, Sami 2009, 89) Yksi tämän projektin alkuvirheistä oli hyväksyä toimittajan tarjous sellaisenaan, joka oli hyvin suotuisa toimittajan kannalta Valmet Automotiven kustannuksella. Kaikesta huolimatta tällaisiakin tilanteita tulee vastaan, ja ne tulee hoitaa parhaalla mahdollisella tavalla. Myös faktojen viime hetken tarkistus on tärkeää, jotta saadaan varmuus lähtötietojen paikkansa pitävyydestä, kun aikaa on jo kulunut (Kettunen, Sami 2009, 156).

Projektin johtamisen kannalta olennaista oli määrittää tavoite ja aikataulu, jolla se saavutetaan. Tässä projektissa tavoitteena oli toimivan robottisolun käyttöönotto 3,5 kuukauden päästä projektin vastuun ottamisesta. Lisäksi aikaa asennuksen toteuttamiselle oli vain kaksi viikkoa tehtaan talviseisakin aikana vuoden vaihteessa 2017-2018. Mikäli tämän kahden viikon aikana muutostyötä ei ehditä viemään läpi, siirtyisi asennus puoli-vuotta eteenpäin seuraavalle kesäseisakille, ja sen aikaa robottisolun tilalla olisi vain pätkä rullakuljetinta.

Aikataulutus koostui suurimmaksi osaksi eri laitteiden ja osien toimitusajoista, asennuksista, sekä solun käytännön suunnittelutyön edistymisestä, kuten alla kuvassa 7 käy ilmi. Toimittajan suunnittelutyötä seurattiin viikoittain pidetyissä palavereissa, sekä päivittäin yksityiskohtien osalta. Tärkeää oli toimittaa suunnittelijoille oikeaa tietoa ja oikeita osia, joita he tarvitsivat suunnittelutyön avuksi. Projekti alkoi ns. pikaprojektina, mutta muuttui loppua kohden enenevässä määrin katastrofiprojektin suuntaa, ks. Sivuu 4.

time schedule		51							52							
		ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke
GLC/A- class production support																
D1 equipment service for D3																
D3 project installation and commissioning																
Docking stations for GLC 750																
GA DVD cell																
		Back-up week											Back-up days			

Kuva 7. Esimerkki eräästä osa-aikataulusta

Projektin alussa piti tutustua syvällisesti tulevan robottisolun asennusalueeseen, siihen mitä siellä tehdään, mitä tavaroita siellä on, ja millaiset kiinteistörakenteet sen alueella ovat. Tähän paras keino oli mennä paikan päälle seuraamaan toimintaa ja ottamaan valokuvia, sekä mitaamaan koko alue ja sen mittasuhteet. Käytettävät layout-piirustukset olivat suuntaa-antavia, joten opinnäytetyön tekijän tuli sen tähden varmistaa alueen mitat itse. Toimittaja monesti kysyi tarkennuksia mittasuhteisiin, vaikka he olivat käyneet itse paikan päällä mitaamassa alueen. He eivät olleet kuitenkaan mitanneet kaikki yksityiskohtia, kuten ilmastointiputkien kulkemista alueella.

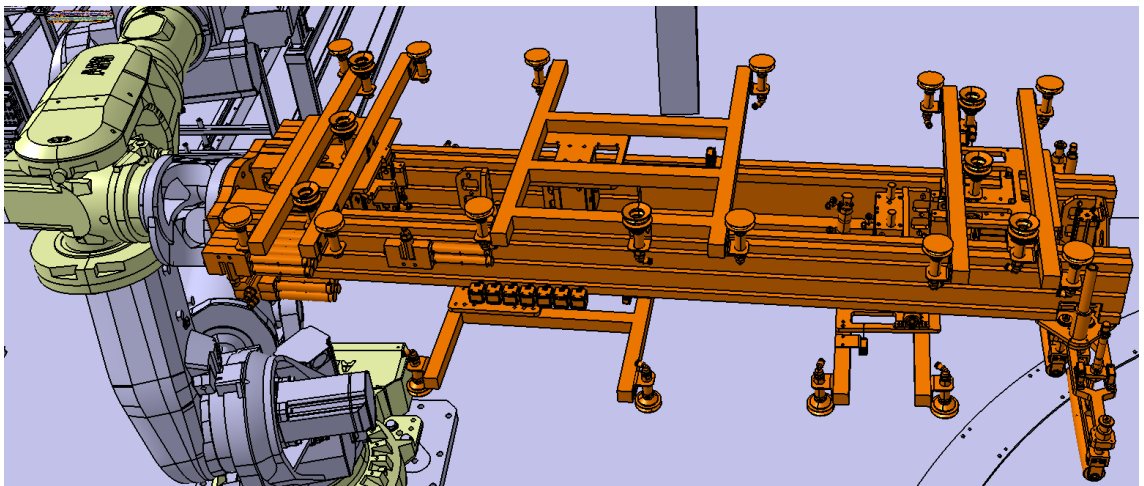
Robottisolun piirustusten tarkentuessa kävi selväksi, että erästä teräksistä tukitolppaa tuli siirtää, sillä se olisi muuten jäänyt robottisoluun robotin liikeradalle. Tätä varten paikalle piti kutsua rakennusinsinööri tekemään työsuunnitelman tolpan siirtämisestä ja

kattorakenteen tukemisesta. Tämän jälkeen oli mahdollista kilpailuttaa muutostyö useamman yrityksen kesken, jolloin oikean hintaluokan löytäminen oli mahdollista. Tarjousten kilpailuttaminen on järkevää, sillä se paljastaa toimittajien pyrkimykset hinnan lypsämiseen hyvin nopeasti, ja se antaa myös pohjan neuvotella hintaa toivotun toimittajan kanssa, vaikka se olisikin aluksi kalliimpi kuin toiset.

Robottisolun tuominen Valmet Automotiven kokoonpanoon ei ollut yksinkertaista, sillä se tulisi viemään asennus- ja tavaratilaa tuotantolinjan viereltä ison alueen. Tämän mahdollistaminen vaati kokoonpanon aluesuunnittelijoilta töiden uudelleenjärjestämistä toisiin tuotantoasemiin, sekä tavaroiden paikkojen ja logistiikkareittien muuttamista. Tämän takia yhteistyötä heidän kanssaan oli tehtävä parhaiden ratkaisuiden löytämiseksi.

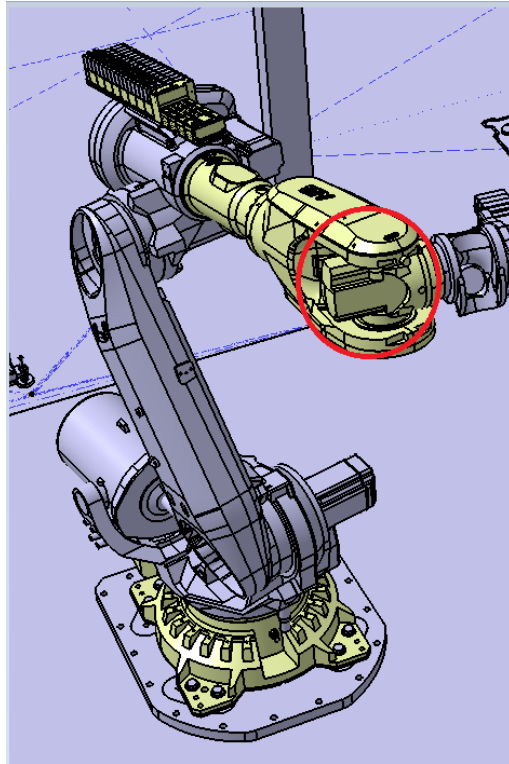
### 5.3.2 Ongelmien käsittely

Kuten yleensäkin autotehtaalla, tämäkin solu oli täysin tähän tarkoitukseen kustomoitu uniikkikappale, joten mahdolliset ongelmat piti ratkoa yhdessä toimittajan kanssa. Suurimmaksi ongelmaksi kehkeytyi uuden A-sarjan pahvien liimaus auton kattoon. Kyseiset pahvit piti rullata kattoon robotin gripperissä olevilla rullilla siinä missä Mercedes-Benz GLC:n pahvit imettiin kiinni alipaineella. Tämä kiinnitystapa rullaamalla vaati rullien kiinnittämisen robotin gripperin (kuva 8) uloimpaan päähän.



Kuva 8. Robotin gripperi kuvassa oranssilla värillä. Gripperin yläpuoli on Mercedes-Benz GLC:tä, ja alapuoli rullineen A-sarjan autoa varten.

Tästä syntyi liian kova vääntö robotin 5-akseliin (kuva 9), koska gripperi oli liian pitkä vaadittuun voimaan nähden. Tämä on yksi esimerkki siitä, kuinka riittämättömät lähtötiedot aiheuttavat suuria kuluja, mitä pidemmälle projekti etenee. Tässä tapauksessa ratkaisuksi ei riittänyt enää gripperin muokkaaminen, vaan todennäköisesti robotti jouduttaisiin vaihtamaan tai käyttämään erillistä rullausrobotia.



Kuva 9. Robotin 5-akseli ympyröitynä punaisella.

Oikean tiedon saannin haasteellisuus tuli kuitenkin yllätyksenä, ja tämä käy erittäin hyvin ilmi toimittajan kanssa käytyjen palaverien muistiosta. 19.9. on päivätty kysymys uuden A-mallin äänieristepahvien asennusspesifikaatioista. Tämän jälkeen 28.9. on päivätty tieto siitä, että pahvit pitää rullata kattoon. Tässä vaiheessa oli siis jo elokuun lopulla päätetty ja hankittu robotti solua varten, joka ei lopulta koskaan päässyt tähän rullauksen vaatimaan voimaan. Vielä 10.10. oli epätietoisuutta pahvien rullausvoimasta. Tässä siis oli kulunut 3 viikkoa ensimmäisestä rullaukseen liittyvästä kysymyksestä, ja n. 8 viikkoa ensimmäisistä viikoittaisista projektipalavereista toimittajan kanssa, joissa kerättiin yhteen projektin lähtötietoja. Nämä viivästykset johtuivat pääasiassa kolmesta syystä:

- Ei tiedetty mitä tietoja tarkalleen ottaen tarvittiin



- Asiakas ei toimittanut tarvittuja spesifikaatioita selkeästi
- Ei osattu kysyä oikeita kysymyksiä asiakkaalta

Tästä on opittavana, että asiakkaalta tulee selvittää läpikotaisin kaikki projektin spesifikaatioihin liittyvä tieto tarkasti jo heti alkuvaiheessa, ennen kuin suuria ja kauaskantoisia päätöksiä tehdään. Näin saadut spesifikaatiot täytyy dokumentoida selkeästi ja hankkia dokumentaatiolle hyväksyntä myös asiakkaalta. Usein monet tehtävät ja aikataulut ovat jatkuvana paineena päätöksiä tehdessä, mutta siinäkin tapauksessa on tärkeää pysähtyä miettimään ratkaisuja etenkin olennaisesti projektia määrittävissä asioissa (Kettunen, Sami 2009, 157).

### 5.3.3 Projektin päivittäinen johtaminen

Projektin päivittäisiin tehtäviin kuului erilaisten juoksevien asioiden hoitaminen. Erilaisia Valmet Automotiven sisäisiä sidosryhmiä oli paljon, mm. kiinteistöyksikkö, kunnossapito, laadunvalvonta, logistiikka, materiaalilaboratorio, tuotannon aluesuunnittelijat ja esimiehet. Uuden robottisolun tuominen kokoonpanoon ei ole Valmet Automotivella jokapäiväistä, joten siihen liittyvät asiat oli selvitettävä kyselemällä jokaiselta sidosryhmältä erikseen. Hoidettavia asioita oli monia lähtien solussa käytettävien aineiden hyväksyttämistä. Robottisolussa käytettävä liima oli Valmet Automotivella uutta, joten myös sille piti saada hyväksyntä tehtaan omalta materiaalilaboratoriolta.

Robottisolun suunnittelu eteni toimittajalla, mutta se vaati jatkuvaa yhteydenpitoa ja asioiden seuranta. Välillä oli niin, että Valmet Automotiven omien asiantuntijoiden piti tehdä toimittajan töitä, joiden olisi pitänyt olla toimittajan omaa erikoisosaamista, erityisesti automaation puolella. Vaikka projekti oli ns. avaimet käteen toimitus, se vaati hyvin paljon Valmet Automotiven omia resursseja toimittamaan testausmateriaaleja, ja jopa käyttämään niitä itse toimittajan tiloissa, jotta testauksia saatiin vietyä eteenpäin.

Projektin aikainen johtaminen toteutettiin pääasiassa Skype-palavereiden, puheluiden ja sähköpostin välityksellä. Niissä käytiin usein läpi erilaisia yksityiskohtaisia suunnittelupäätöksiä mm. käytettävistä sensoryypeistä, kovakattokärryjen ohjureiden muodosta, malliosien lähettämisestä toimittajalle suunnittelun avuksi, aikataulusta ja puuttuvista toimituksista. Toimittajalle lähetettiin pienempien osien, kuten äänieristepahvien lisäksi myös suurempia kokonaisuuksia, kuten täysikokoinen Mercedes-Benz GLC:n Body-In-White (BiW) kori, sekä siihen kuuluva BiW alumiinikatto. Toimittaja kokosi koko

tuotantosolun omissa tiloissaan, jotta pystyi testaamaan sitä käytännössä ennen toimistusta.

Kesken projektin saattaa tulla täysin projektista riippumattomia häiriötekijöitä. Tässä projektissa tuli yksi kriittinen, projektista riippumaton ongelma, joka vaati paljon selvitystyötä. Kyseinen ongelma ilmeni opinnäytetyön tekijän toisessa samanaikaisessa projektissa. Tämä luonnollisesti vaikutti negatiivisesti robottisoluprojektin vetämiseen, sillä pääprojektin lisäksi piti pyrkiä selvittämään toisen projektin ongelman lähde. Tämä vaati moniammatillista yhteistyötä Valmet Automotiven sisäisten, sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden kesken. Lopulta resurssit päätettiin keskittää siten, että opinnäytetyön tekijä otti tässä työssä esitetyn projektin päävastuun itselleen ja hänen kollegansa siirtyi pääasiallisesti selvittämään ilmennyttä ongelmaa. Tällä vastuunjaolla saatiin tilanne paremmin hallintaan, kun yksi henkilö pystyi pitämään kaikki oman vastuualueensa asiat käsissään ilman tietokatkoksia, joita saattaa aiheutua useamman toimijan toiminnassa saman asian kanssa.

Projektin edetessä opinnäytetyön tekijä vieraili toimittajan tiloissa ja tapasi toimittajan henkilöstöä. Tällaiset tapaamiset ovat hyvin tärkeitä, koska ne helpottavat kommunikointia myös etänä, ja auttavat ymmärtämään toimittajan lähtökohtia. Näissä tapaamisissa oli myös mahdollista nähdä robottisolun suunnittelun eteneminen käytännössä. Jälkikäteen ajateltuna tällaisen tapaamisen järjestäminen jo pian projektiin mukaan tulemisen jälkeen olisi ollut hyödyllistä. Yleisesti projektit tuleekin aloittaa kasvotusten tapahtuvalla kick-off tapaamisella, eli projektin aloitustapaamisella, jossa julistetaan projekti alkaneeksi. Tämä neuvo tuli opinnäytetyön kirjoittajan esimieheltä, Sami Kunvikilta keväällä 2018. Opinnäytetyön tekijän kollega, sekä Valmet Automotiven automaatioinsinööri tosin vierailivat toimittajalla jo ennen, kuin opinnäytetyön tekijällä oli siihen mahdollisuus hänen myöhemmän projektiin liittymisensä johdosta.

#### 5.3.4 Projektin riskit

Projektin riskejä ei johdonmukaisesti kartoitettu missään vaiheessa, joten niitä joudutaan arvioimaan jälkikäteen. Ohessa alla muutamia riskejä joita projektissa oli, ja jotka myös toteutuivat:

- Projektiin vaikuttavat lähtötiedot ovat virheellisiä
- Kokematon projektiryhmä ei tunnista mahdollisia riskejä

- Toimittajalta puuttuu pätevyyttä laitteiston toimittamiseen sovitussa ajassa
- Toimittajan projektipäällikkö eroaa
- Asiakkaalta ei saada tarpeeksi tietoa
- Muut projektit vievät resursseja pois
- Projektisopimuksessa on epäedullinen asetelma toimittajan hyväksi

Lisäksi muutamia riskejä, jotka vältettiin:

- Muutostyötä ei ehditä toteuttamaan talviseisakin aikana, jolloin asennus siirtyy puolivuotta eteenpäin.
- Tarvikkeiden ja osien toimitusajat venyvät liian pitkiksi
- Laitteiston hajoaminen kuljetuksen aikana

Riskien hallinnoimista varten olisi tullut muodostaa ja ylläpitää selkeää riskianalyysia. Riskianalyysiin tulisi sisällyttää tunnistetut riskit, niiden seurauksien vakavuus, sekä riskin toteutumisen todennäköisyys. Lisäksi sen tulee sisältää toimenpiteet, joilla riskejä pyritään pienentämään tai sulkemaan pois kokonaan. Tämän jälkeen saadaan jäännösriski, joka kertoo toimenpiteiden vaikutuksen riskitasoon, kuten kuva 10 seuraavalla sivulla esittää.

Projektin riskit								
Nr	Tunnistettu riski	Seuraukset	Todennäköisyys	Jäännösriski	Korjaustoimenpiteet	Tod.näk. Jälk.	Jäännös	Toimenpiteet tehty pvm ja
1	Robotin alla oleva betonilattia ei ole tarpeeksi kestävä	90	0,5	45	Tarkistetaan lattia poraamalla	0,1	9	
2	Varattu ohjelmoija sairastuu	90	0,8	72	Kartoitetaan varahenkilöt ja heidän saatavuus.	0,3	27	
3	Robotin toimitus myöhästyy	90	0,8	72	Tilataan robotti ajoissa ja tehdään varasuunnitelma toisella aikataululla.	0,3	27	
4	Suunnittelu myöhästyy	70	0,8	56	Tehdään aikataulu ja sitoutetaan toimittajat siihen.	0,1	7	
5	Mekaniikka osien tilaus myöhästyy	70	0,8	56	Tehdään mekaniikkaosien tilaukset aikataulun mukaisesti tarpeeksi aikaisin.	0,1	7	
6	Mekaniikka osien toimitus myöhästyy	70	0,8	56	Tilataan tarpeeksi aikaisin, että ehditään tilaamaan moneen kertaan. Häätapauksessa tilataan omalta konepajalta.	0,1	7	

Kuva 10. Esimerkki projektin riskianalysistä.

Tavoitteena on saada jäännösriski toimenpiteiden jälkeen niin alhaiseksi kuin mahdollista. Toimenpiteiden toteuttamiseksi tulee tehdä töitä, jotta todellinen jäännösriskin pienentyminen saadaan toteutumaan. Hyvän projektipäällikön kannattaa käyttää huomattavasti aikaa kaikkien mahdollisten riskien tunnistamiseen, sillä vain tunnistettuja riskejä vastaan voi ryhtyä toimenpiteisiin. Opinnäytetyön liitteenä (liite 2) on Valmet Automotiven riskianalyytipohja koneturvallisuuteen liittyen, jonka periaatteita käytetään pohjana projektin riskianalyyssissä. Lisää pohdintaa riskeistä lopussa s. 32-33.

### 5.3.5 Projektin päättäminen

Kuten tämän työn alussa todettiin, projektit ovat aina määräaika- ja niillä on selkeä alku ja loppu. Jotta projekti voidaan pitää todella päättyneenä, niin myös projektipäälli-

kön päätöksenteon ja henkisen sitoutumisen projektiin on päätyttävä. Projektin lopussa myös molempien, sekä tilaajan, että toimittajan tulee joustaa. (Kettunen, Sami 2009, 181-182) Tässä projektissa toimittaja joutui joustamaan erilaisten lisätöiden merkeissä varsin paljonkin, koska solussa todettiin jatkuvasti puutteita tai parannusehdotuksia. Tämä osaltaan johtui siitä, että projektisopimuksessa sovittu koekäyttöaika oli äärimmäisen lyhyt, vain 8 tuntia. Koekäyttöajan, jonka tulisi olla tuotantokäyttöä, olisi oltava esim. 2 kuukautta (Ruuska, Kai 1994, 173). Tämä väistämättäkin johti siihen, että ongelmia löytyi jatkuvasti, ja niitä myös toimittajan oli korjattava.

Usein on tavallista, että projektien aikana syntyy lisätarpeita ja ideoita projektin kohteena olevan toiminnon kehittämiseksi. Tämä kuitenkin aiheuttaa aikataulujen venymistä ja tästä syystä monet projektit jatkuvat, vaikka alkujaan asetettu tavoite olisikin jo täytynyt. Tällaisissa tilanteissa on tärkeää erottaa varsinainen projekti ja jatkokehityshankkeet toisistaan. (Ruuska, Kai 1994, 173) Tässä kyseisessä projektissa näitä jatkokehityshankkeita aiheuttivat tässä työssä edellä mainitut ongelmat tuotteen spesifikaatioiden ja robotin kykyjen kanssa. Nämä jatkokehityshankkeet saattavat maksaa jopa yli neljänsosan alkuperäisestä robottisolun hinnasta, joten kyseessä ei ole aivan pieni jatkokehitys. Nämä jatkokehityshankkeet kuitenkin ovat todellisuudessa jo uusi projekti, sillä niillä tulee olemaan oma rahoitus ja eri resurssit.

Projekti saatiin vaiheeseen, jossa vuodenvaihteessa 2017-2018 toteutettiin robottisolun siirtäminen toimittajan tiloista Valmet Automotiven tiloihin. Solu oli koottu valmiiksi jo toimittajan tiloissa, ja se käytännössä purettiin, pakattiin ja lähetettiin Uuteenkaupunkiin Valmet Automotiven tehtaalle. Siellä kirjoittaja oli järjestänyt vuoden vaihteessa alkaneen tuotantoseisakin ajaksi asennusalueen tyhjäksi, sekä tarvittavat muut resurssit tavaroiden liikuttamista varten. Tavaroiden saavuttua tehtaalle, ne toimitettiin valmiiksi solua varten tyhjennetylle alueelle. Tämä toimenpide suoritettiin sitä varten, että toimittaja pääsisi aloittamaan asennustyöt välittömästi paikalle saavuttuaan, eikä aikaa jouduttaisi käyttämään tavaroiden siirtelyyn. Kuten edellä todettiin, asennusaikaa oli vain kaksi viikkoa tehtaan ollessa pysäytettynä. Tehdas käynnistyisi minuutilleen, kun seisakki aika olisi loppunut, joten aikataulussa pysyminen oli ehdottoman tärkeää. Asennustyöstä vastanneet toimittajan ja liimajärjestelmätoimittajan edustajat toimivat ripeästi, mutta aikataulussa pysymistä auttoi myös se, että Valmet Automotivella oli oma työkaluvarasto käytettävissä. Sieltä kyettiin toimittamaan lähes välittömästi toimittajien unohtamia asennustarvikkeita, kuten asennusankkureita, pultteja ja muttereita. Mikäli tätä mahdollisuutta ei olisi ollut, asennus olisi saattanut venähtää pidemmäksi.

Toimittajalla ei myöskään ollut asettaa varsinaista projektipäällikköä heidän toimestaan asennusta varten, joten opinnäytetyön tekijä ja hänen kollegansa joutuivat toimimaan työnjohtajina. Tämä oli virheellistä siinä, että projekti oli avaimet käteen-toimitus, jolloin toimittajan pitäisi huolehtia myös työnjohdosta asennuksen aikana. Valmet Automotiven projektipäälliköiden tulisi kommunikoida toimittajan työnjohtajan kanssa asennukseen liittyen, jolloin hän välittäisi tiedot alaisilleen. Nyt oli kuitenkin niin, että Valmet Automotiven projektipäälliköt joutuivat kommunikoimaan kullekin toimittajan asentajalle erikseen, mikä vei resursseja Valmet Automotiven oman henkilöstön vastuualueilta. Asennus saatiin kuitenkin vietyä päätökseen aikataulussa ennen tuotannon uudelleenkäynnistymistä tammikuussa 2018. Tätä seuranneet, muutos-, parannus ja korjaustyöt kestivät aina huhtikuulle 2018.

Puutteita oli sekä solun toiminnallisuudessa, käyttökoulutuksen järjestämisessä koko asianomaiselle henkilöstölle, sekä solun komponenttien ja kaapeleiden merkkäamisessä Valmet Automotiven vaatimusten mukaiseksi. Toiminnallisuuden korjauksista kirjoittaja piti dokumentaatiota, josta on edeltä jo mainittu (liite 1). Korjaukset kohdistuivat sekä solun logiikkaan, robotin gripperin toimintaan, komponentteihin, sekä asennuksiin ja paikoituksiin. Robottisolun virheiden aiheuttamat tahtiaikamenetykset olisi voitu estää pidemmällä toimittajan koekäyttöajalla. Mikäli toimittajan logiikka-, sekä robottiohjelmoija olisivat päivystäneet solun vierellä ensimmäisen kuukauden aikana, niin aikaa virheiden korjaamiseen ei todennäköisesti olisi tarvittu 3-4 kuukautta.

Ongelmia aiheuttivat mm. gripperistä putoavat pahvit, gripperin jumiutuminen auton sisälle, gripperin jumiutuminen valoverhojen väliin siten, ettei sitä voinut ajaa pois niiden vaikutusalueelta, auton aiheuttama tahaton valoverhojen laukaiseminen jne. Näitä virheitä korjattiin logiikan muutoksilla, sekä myös mekaanisilla paineilmapiiirien muutoksilla, jotta saatiin gripperi pitämään kiinni pahveista myös hätäseis-tilanteissa, kun esim. valoverho laukeaa.

Kun on kyse uniikista tuotantosolusta, jossa yhdistyy kymmeniä tunnistimia, sensoreita, robotti, sekä solua ympäröivät kuljettimet ja niiden logiikan kättelyt, niin inhimilliset virheet ovat väistämättömiä. Näitä toimittaja kuitenkin korjasi ilman erillistä kustannusta ja loppujen lopuksi solun toimintavarmuus saatiin erinomaiselle tasolle.

## 6 PROJEKTISTA OPITTUA

Tämä minun ensimmäinen projektini Valmet Automotivella oli täynnä haasteita ja yllätyksiä, joiden kautta oppiminen kasvoi eksponentiaalisesti. Projektin lopputulos oli onnistunut ja toimiva robottisolun, joka on täydessä tuotantokäytössä. Tätä voi pitää erittäin hyvänä tuloksena ottaen huomioon kokemattomuuteni vastaavan projektin vetämisessä, annetut resurssit, sivuprojektit ja niiden selvitykset, sekä projektin monimutkaisuuden. Projektista opin, että pienet yksityiskohdat voivat joskus olla projektin kannalta kohtalokkaita, kuten kävi pahvien rullausvoiman ja tavan suhteen. Opin myös projektisopimuksen oikean laatimisen tarpeellisuuden, selkeän projektisuunnitelman ja riskianalyysin laatimisen hyödyllisyyden ja jatkuvan kommunikaation, sekä kysymysten esittämisen tärkeyden eri sidosryhmien välillä. Toivon, että tässä työssä esitetyt esimerkit ja aineistot voisivat auttaa tämän opinnäytetyöni lukijoita ymmärtämään paremmin autoteollisuuden, sekä muidenkin alojen projektien vaativuutta ja valmistautumaan niihin.

Tulevaisuuden oppeina voidaan pitää seuraavia asioita:

- Projektin kick off-tapaaminen kasvotusten
- Hyvä ja syvä riskianalyysi
- Hankintasopimuksen laatiminen toimittajan tarjouksen sijaan
- Läheinen vuorovaikutus sidosryhmien kanssa
- Projektia edistämättömien töiden delegointi tai lisäresurssien pyytäminen
- Toimittajan vastuualueiden selvä sopiminen, mm. työnjohto
- Riittävät laitteiden koekäyttöajat
- Toteutuksen kannalta välttämättömien tietojen vaatiminen asiakkaalta

Syvälliseen riskianalyysiin liittyvät useat ”mitä jos”-kysymykset. Mitä jos vaadittu rullausvoima onkin suurempi? Mitä jos gripperi onkin oletettua pidempi? Mitä jos robotin raja-arvot eivät riitäkään? Näihin, ja muihin kysymyksiin pitäisi saada vastaukset riskiarviota varten. Riskiarvion laatimiseen tulisi myös käyttää projektin alussa aikaa ja sitä tulisi päivittää projektin edetessä. Sen tulisi olla dokumentti, johon voi palata missä tahansa tilanteessa nähdäkseen toimenpiteitä vaativat projektin osa-alueet. Ongelmiin tulee tarttua heti niiden ilmetessä, eikä antaa ajan kulua ilman konkreettisia toimenpiteitä. Kirjoittajaa tämän projektin kokemukset auttavat jatkossa näkemään ennalta potentiaalisia riskejä, joita mihin tahansa projektiin voi liittyä. Erityisesti riskit, jotka liittyvät

tiukan aikataulun tekniseen projektiin, ovat tämän toteutetun projektin kautta tulleet tutuksi.

Projekti on opettanut kirjoittajalle myös projektipäällikön ajankäytön hallintaa, sekä projektipalaverien agendan ennalta miettimisen tärkeyttä. Tehokkaat palaverit, joissa käsitellään kaikki olennaiset asiat, ovat erittäin tärkeitä aikataulussa pysymisen suhteen. Lisäksi erilaisten valmiiden taulukko ym. dokumenttipohjien tekeminen kannattaa. Näitä ovat esim. tässä työssä mainitut to-do listat, projektiaikataulut, häiriö- ja koulutusdokumentaatiot, sekä tärkeät yhteystietolistat. Jokaisella projektipäälliköllä tulisi lisäksi olla oma palaverimuistiopohja, jota voi muiden dokumenttien ohella käyttää apunaan tulevilla projekteilla.

Projekti-työskentely on mielenkiintoinen ja tehokas työtapa saattamaan haluttuun lopputulokseen erilaisia muutoksia organisaatioissa. Projektityöhön liittyy haasteita, kuten oikea resursointi ja projektin sisällön rajaus, mutta myös mahdollisuuksia, kuten parhaiden resurssien käyttäminen muutosta varten ja työpanoksen keskittäminen halutun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Kirjoittaja toivoo, että tämä opinnäytetyö on auttanut lukijoita näkemään projektityöskentelyn mahdollisuuksia ja haasteita, sekä innostanut oppimaan lisää projektityön johtamisesta.



## LÄHTEET

Turner, R. J. (2014) *Gower Handbook of Project Management*. 5th edition. Routledge.

Ruuska, K. (1994) *Projekti hallintaan*. Suomen ATK-kustannus Oy.

Kettunen, S. (2009) *Onnistu projektissa*. 2. uudistettu painos. WSOYpro Oy.

Green, M. (2007) *Change Management Masterclass: A Step by Step Guide to Successful Change Management*. Kogan Page.

Womack, J. P., Jones, D. T. and Roos, D. (1990) *The machine that changed the world*. Scribner.

British library 2018. Viitattu 24.5.2018. <https://www.bl.uk/people/peter-drucker>

European Automobile Manufacturers Association (ACEA). Viitattu 24.5.2018.

<http://www.acea.be/statistics/tag/category/world-production>

Valmet Automotive 2017a. Viitattu 20.3.2018. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/indexfi>

Valmet Automotive 2017b. Viitattu 20.3.2018. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/www/over40>

Liker, J. K. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Edited by G. Peurasaari and R. Narramore. McGraw-Hill.

# Liitteet

## Robottisolun ongelmien dokumentointi

DVD solu		Virhetilanteet ja korjaavat toimenpiteet			Tekninen	23.4.2018																	
		Koulutus				Ylläpitäjä: Alekski Toppinen, ME GA																	
DVD solun virheet, koulutusaikataulu ja osaamisvaade																							
Aika	TKK	Häiriöilmoitus nro	Ongelma	Välittömät toimenpiteet	Ilmoittaja	Vastuullinen	Tila	Juurisyys ja toimenpide	Korjausaika	Ilmoituksia henkilöittäin													
	T		KOVAKATTO-AUTO SOLUSSA, ROBOTTI EI HAKENUT LIMATTAVIA PAHVEJA, EIKÄ AUTO KUITTAANTUNUT. ROBOTTI PYYSI VALITSEMAAN JOKO KOVAKATON TAI PANDRAAMAN. AUTOMAATTIAJO EI AUTTANUT, SOLU NOLLATTU.	07.04.2018 HHYY / AVUO / NVAL. SOLU NOLLATTU. NÄYTTÖÖN VOISI OHJELMOIDA NAPIT JOSTA VOISI VALITA KOVAKATTO TAI PANDRAAMA JOS AUTO ON ASEMALLA JA ROBOTILLA EI OLE MALLIA.		Alekski Toppinen	OK	RFID-luku ei ollut onnistunut.  Tarkistetaan miksi auto tuli silti soluun ja mahdollisuus napelle, joista voi valita automallin jos auto on jo solun sisällä.  Syy: Joku laittanut robotin käsiajolle, jolloin kysyy automallia. Tästä syystä robotti ei myöskään liikkunut.	OK														
	T		PANDRAAMA AUTO KÄÄNTYI SOLUSSA NORMAALISTI PAHVINLIMAUASENTOON, MUTTA ROBOTTI EI TÄMÄN JÄLKEEN TEHNYT MITÄÄN. KÄÄNNETTY OHJAUS MANUAALILLE JA TAKAISIN AUTOMAATILLE, JONKA JÄLKEEN OK. TÄSTÄ -1.	Solu resetoitu.  06.04.2018 HHYY TUOTANTO KORJASI ITSE.		Alekski Toppinen	OK	Selvityksessä.  Robotti ollut mahdollisesti STOPPED tilassa.	OK								22	11	9	6	5	3	3
	T		DVD-SOLU LAIKAISII VALOVERHON, JA SEN KUITATTUA AUTO LIKKUI NORMAALISTI KUNNES SOLU ILMOITTI "RULLAKULJETTIMEN SISÄISEN VALOVERHON LAUENNEEN", VAIKKA ASENTAJAT EIVÄT OLLEET TÄLLÄ HETKELLÄ VALOVERHON LÄHELLÄ. TÄSTÄ -1 TAHTI.	Valoverhot kuitattu.  06.04.2018 HHYY EI SOITTOA KUPILLE.		Alekski Toppinen	OK	Solussa ollut auto, mahdollisesti toisen virheen seurauksena, rikkonut valoverhon solua käynnistettäessä.	OK								22 %	20 %	17 %	11 %	9 %	6 %	6 %
	K		KATTO-OSION KLAMPIT EIVÄT AUENNEET, AUTO LIKKUI KUNNES ILMOITTI VALOVERHON LAUENNEEN; TÄMÄN JÄLKEEN SOLUSSA OLLUT AUTO KÄÄNTYI JA ROBOTTI OTTI PAHVIN, MUTTA EI LIMANNUT SITÄ AUTOON. AVATTU MANUAALISESTI KATTOLOUKITUS JONKA JÄLKEEN KLAMPIT SULKEUTUIVAT ITSEKSEEN VAIKKA SOLU OLI TYHJÄ. TÄSTÄ -1 TAHTI.	03.04.2018 HHYY / AVUO / NVAL. TULTAESSA PAIKALLE TUOTANTO OLI JO HOITANUT TYÖN. KLAMPIT SULKEUTUIVAT KOSKA LOGIKALLA OLI KIINNI KÄSKY PÄÄLLÄ KLAMPEILLE.		Alekski Toppinen	Selvitettiin	Tässä on paikalla ollut tuotannon alkupään henkilö, jota tuotanto ei alun perin merkanut koulutettavaksi.  Koulutetaan myös 1-hinjan alkupään DVD-solulle oleellinen henkilöstö.  Koulutussuunnitelma tehdään	27.4.2018														

4 % DVD häiriöiden tila



## Valmet Automotiven riskianalyysipohja

**valmet automotive**

INTERNAL

### Riskianalyysi ja toimenpidesuunnitelma

		Konenumero tai tunnus:	Sivut: 1 / 44
Laatija / puh (vastuuhenkilö):	Osasto:	Koneen nimi:	
Laatijat (ryhmän jäsenet):	Laadinta pvm (alkuperäinen):	Muuttaja / Pvm / Painosnumero:	

#### LOMAKKEEN KÄYTTÖOHJEET

**HUOM.** Käyttöohjeet on kirjoitettu piilotekstinä. Ohjeet eivät tulostu normaalitulostuksella.

**Piiloteksti on tulostettavissa:** Paina **MS Office -painiketta** ja valitse **Wordin asetukset/Näyttäminen/Näytä nämä muo-**  
**toilumerkinnät näytössä aina** -kohdassa **Piiloteksti**-valintaruutu.

