

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2019

Santeri Grundström

OVIPANELIHITSAUKSEN AUTOMATISOINTI

– Stera Technologies Oy



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka | Kone- ja tuotantotekniikka

2019 | 28 sivua, 5 liitesivua

Santeri Grundström

GRUNDSTROM_SANTERI

- Stera Technologies Oy

Opinnäytetyö tehtiin Stera Technologies Oy:n Tammelan tehtaaseen. Työn tavoitteena oli suunnitella ja kuvata kehitysprojekti, jonka avulla hitsaustyövaiheen tuottavuutta, ergonomiaa, sekä laaduntuottokykyä saataisiin parannettua. Projektin tavoitteena oli tukea myös yrityksen strategiaa liittyen sisäisen moniosaamisen lisäämiseen ja jatkuvaan parantamiseen, sekä tuotannon kehittämiseen.

Työ aloitettiin kartoittamalla nykytilanne, sekä ongelmakohdat tuotannossa ja näiden havaintojen perusteella tarve investoinnille todettiin olevan erittäin tarpeellinen. Investoinnille luotiin myös budjetti ja kannattavuuslaskelmat, joiden avulla saatiin selvitettyä, että projektin toteuttaminen olisi myös taloudellisesti kannattavaa, koska tuottavuutta saataisiin parannettua merkittävästi investoinnin avulla.

Opinnäytetyössä kuvattiin myös projektin suunnittelua ja valmistusteknillisiä seikkoja, sekä kehitysprojektiin liittyviä riskitekijöitä.

ASIASANAT:

kannattavuus, tuottavuus, investoinnit, teollisuusautomaatio, hitsaus, laatu, projektit

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2019 | 28 number of pages, 5 number of pages in appendices

Santeri Grundström

AUTOMATION OF THE DOOR PANEL WELDING

- Stera Technologies Oy

This thesis was made for Stera Technologies Oy, Tammela's factory. The aim of the work was to design and describe a development project that would improve the productivity of the welding work phase, ergonomics and the ability to produce better quality. This project also supports company strategy for increasing internal expertise as well as continuous improvement and development of the production.

Project was started by mapping the situation and problem areas of current work phase. After mapping the project was found to be necessary to implement. Budgeted and profitability calculations were created for the investment so the project was also found to be economically viable to implement, because of better productivity of the work phase.

The thesis also described a design of the project as well as technical aspects and risk factors related to a development project.

KEYWORDS:

profitability, productivity, investment, industrial automation, welding, quality, project

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 LÄHTÖKOHDAT PROJEKTILLE	8
2.1 Stera Technologies Oy	8
2.2 Tarpeen tausta ja strategioihin sitominen	8
2.3 Toimintaympäristö ja nykytilanteen kuvaus	9
2.4 Projektin keskeisimmät tavoitteet	11
3 PROJEKTIN SUUNNITTELU	12
3.1 Projektin ehdotus ja hyväksyntä	12
3.2 Projektiaikataulu	12
3.3 Projektioorganisaatio ja resurssit	13
3.4 Investointilaskelmat	14
3.4.1 Investoinnin budjetti	15
3.4.2 Nykyarvomenetelmä	16
3.4.3 Sisäisen korkokannan menetelmä	16
3.4.4 Takaisinmaksuajan menetelmä	17
4 ROBOTTISOLUN TOTEUTUS	18
4.1 Layout ja toimintaperiaate	18
4.2 Robottiaseman laitteisto	22
4.3 Valmistusjigrit ja apuvälineet	23
5 RISKIEN TUNNISTAMINEN JA NIIHIN VARAUTUMINEN	26
LÄHTEET	28

LIITTEET

- Liite 1. Projektiaikataulu
- Liite 2. Projektioorganisaatio
- Liite 3. Investointi- ja kannattavuuslaskelmat
- Liite 4. Asennuskuva

KUVAT

Kuva 1. Valmiita Slim- mallin ovipaneleita.	10
Kuva 2. Projektin Gantt- kaavio.	13
Kuva 3. Projektioorganisaatio ja resurssit.	14
Kuva 4. Laskentakorko / tuottovaatimus. (Yritystulkki; Investoinnin kannattavuus 2019).	16
Kuva 5. Robottisolun sivukuvanto simulaatio-ohjelmasta KUKA.Sim.	20
Kuva 6. Robottisolun kuvanto päältä simulaatio-ohjelmasta KUKA.Sim.	20
Kuva 7. KUKA.Sim ohjelmistosta kaapattu kuvanto hitsausrobotin häkin sisältä.	21
Kuva 8. Ovipanelien nykyinen alue (vihreä) ja robottisolulle suunniteltu alue (keltainen).	21
Kuva 9. Asennuskuva laiteasennuksien avuksi.	22
Kuva 10. Slim- ovipanelien valmistusjigin luonnos.	25

ERITYISSANASTO

silloitus	Osien hitsaaminen kevyesti yhteen.
pistehitsaus	Kappaleiden pistemäinen vastushitsaaminen yhteen.
hitsauselektrodi	Kuparinen sähköpiirin osa, jossa sähkö siirtyy hitsattavaan väliaineeseen.
valmistusjigi	Valmistusväline, jonka avulla valmistettava osa kokoonpannaan ja hitsataan kasaan.
MIG- hitsaus	Metal Inert Gas, kaarihitsaus.
operaattori	Robottisolun käyttäjä.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää Stera Technologies Oy:n – Tammelan toimipisteen vastushitsaustyövaiheen tuottavuutta, työpisteen ergonomiassa, sekä laaduntuottokykyä loppuasiakkaalle. Loppuasiakas, jonka tuotteen työvaihe automatisoidaan, on Suomalainen hissivalmistaja. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Stera Technologies Oy, joka on samalla myös kehitysprojektin suora tilaaja.

Kehittämiprojektin tavoitteena on automatisoida nykyinen käsivastushitsausvaihe ja siirtää tuotanto robottiasemalle. Työvaiheen ergonomiassa, sekä tuottavuudessa on puutteita ja nykyisellä menetelmällä laaduntuottokyky ei ole riittävä. Projektin tarkoituksena on lisätä myös yrityksen moniosaamista ja luoda projektitoimintaan monistettavuutta konsernitasolla. Opinnäytetyössä käsiteltävä kehittämisprojekti on ensimmäinen Stera Technologies Oy:n automaatiotiimin toteuttama projekti, joka myydään yrityksen sisäisesti toimipisteeltä toiselle. Automaatiotiimi on tehnyt onnistuneita, sekä suuria projekteja Steran Turun tehtaalle jo usean vuoden ajan, mutta vahvaa automaatio-osaamista on tarkoitus jakaa myös muille yrityksen toimipisteille ja tämä taas tukee vahvasti myös yrityksen strategiaa tuottavuuden, sekä moniosaamisen näkökulmasta.

Opinnäytetyössä käydään läpi mm. investoinnin tarve ja nykytilanne tuotannossa, sekä kehitysprojektin keskeisimmät tavoitteet. Suunnittelun osiossa esitetään myös projektin aikataulun ja kannattavuus- sekä investointilaskelmat ja toteutus luvussa keskitytään robottisolun teknisiin seikkoihin, kuten valmistuslaitteisiin, toimintaperiaatteeseen, sekä käytössä oleviin menetelmiin. Lopuksi pohditaan mahdolliset riskit projektissa ja kuinka näihin ollaan varauduttu.

2 LÄHTÖKOHDAT PROJEKTILLE

Kehitysprojektin voi ajatella koostuvaksi viidestä osasta: 1) Projektin raamit, eli ongelma tai ehdotus, päämäärä ja tavoitteet 2) Projektin suunnittelu, eli suunnitelma projektin toteuttamiseksi 3) Toteutusvaihe, eli projektin toteuttaminen suunnitelman mukaisesti 4) Projektin valvonta, eli aikataulujen ja resurssien säätely 5) Projektin lopetus, eli projektin luovutus, arviointi ja hyväksyntä. (Logistiikan maailma; Projektien hallinta 2019.)

Tässä luvussa kerrotaan kohdeyrityksestä lyhyesti ja käsitellään kohdan 1. raameja, eli asioita joiden perusteella projektia lähdettiin toteuttamaan. Tyypillinen kuvaus tuotannonkehitysprojektille on tarkkaan suunniteltu hanke, jonkin tietyn päämäärän tai tavoitteen saavuttamiseksi.

2.1 Stera Technologies Oy

Stera Technologies Oy on mekaniikan ja elektroniikan valmistukseen erikoistunut sopusuhteinen valmistuskonserni. Pitkään alalla toimineet viisi yritystä yhdistyivät vuonna 2007 ja nykyisin yrityksen käytössä on n.60 000 neliötä toimitilaa, ympäri Suomea ja Virossa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2018 oli n. 85milj.€ ja kasvu on ollut suurta lähivuosina, sekä ennuste tulevalle on myös lupaava. Tehtaat sijaitsevat Turussa, Kaarinassa, Paimiossa, Tammelassa, Kaavilla ja Viron Allikassa. Yrityksessä työskentelee yli 800 henkilöä, joista n.650 suomessa. (Stera Technologies Oy; Yritysesittely 2019.)

Steralla on asiakkaanaan monta tunnettua yritystä ja yrityksen suurimpien asiakkaiden joukkoon kuuluu mm. Suomalainen hissivalmistaja, jonka tuotteiden työvaiheen automatisointia käsittelemme tässä opinnäytetyössä. Stera Technologies Oy toimii tiiviissä yhteistyössä asiakkaidensa kanssa, kehittäen tuotteita ja toimintaansa, jotta asiakkaalle saataisiin tuotettua mahdollisimman suurta lisäarvoa. Tätä kehittämistoimintaa tuetaan myös tässä projektissa.

2.2 Tarpeen tausta ja strategioihin sitominen

Tarpeen taustana on työvaiheen tuottavuuden, ergonomian ja laaduntuottokyvyn kehittäminen. Investoinnilla varaudutaan myös suuremman valmistuskapasiteetin mahdollistamiseen, sekä asiakkaan muiden tuotteiden automatisointiin seuraavissa tuotannon

kehitysvaiheissa. Käsihitsausvaihe on fyysisesti raskas, joten taustalla on myös henkilöstön hyvinvoinnin parantaminen. Projekti toteutetaan osana samalla tehtävää layout muutosta. Layoutmuutoksessa muutetaan myös muiden työpisteiden sijaintia hallissa, jolloin tavaravirran kulku helpottuu ja läpivirtaus tehostuu. Robottisolun paikka tulee sijaitsemaan välivaraston vieressä, jolloin komponenttien siirtomatkat lyhenevät merkittävästi. Robottiaseman avulla pystytään eliminoimaan turhia työvaiheita ja sisäisiä siirtoja pois tuotannosta, sekä vapautettua resursseja ja tehostettua samalla myös muiden työvaiheiden tuottavuutta.

Laaduntuottokyvyn kehittäminen ja laatukustannusten pienentäminen on yhtenä projektin keskeisimpänä tavoitteena. Laatu on myös tärkeä osa yrityksen kannattavuutta ja hyvä laatu tarkoittaa käytännössä sitä, että tuote on virheetön ja vastaa kaikilta osin suunnittelussa määritellyjä spesifikaatioita. Laatukustannuksia pyritään vähentämään automatisoidulla prosessilla ja nykyaikaisilla laadunvalvonnan menetelmillä. Automatisoituihin laadunvalvonnan menetelmiin ei kuitenkaan voida pelkästään luottaa, mutta niiden avulla pystytään ehkäisemään suurin osa mahdollisista laatuvirheistä. Valmistuksessa syntyviä virheitä ja hajontaa pystytään myös ehkäisemään, sekä tasaamaan automaation avulla. (Lapinleimu ym. 1997, 39-40.)

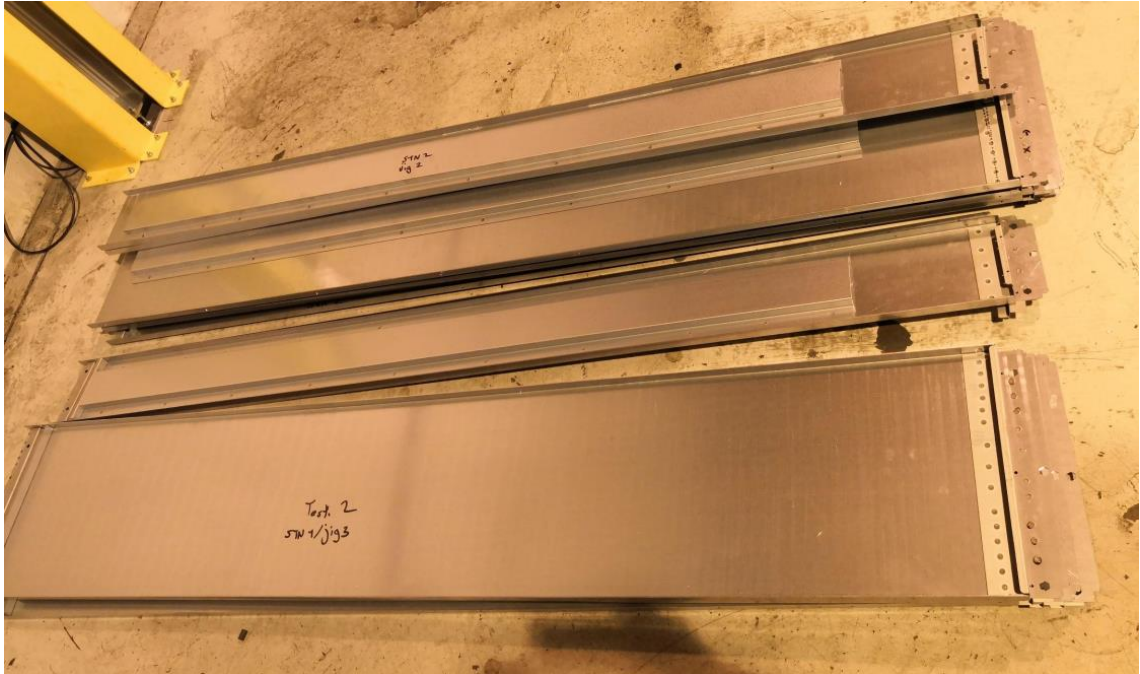
Käsityövaiheet ovat myös fyysisesti raskaita ja valmistuskapasiteetin kasvattaminen, sekä tuottavuuden kehittäminen ilman robotisointia on hankalaa. Tavoitteena on helpottaa nykyistä työvaihetta automaation, sekä tuotannon muiden apuvälineiden ja menetelmien avulla.

Kyseinen kehitysprojekti on osana Stera Technologies Oy:n – Stera 2020 strategiaa. Steran tuottavuus- ja teknologiatimin keskeisimpinä tavoitteina on mm. asiakasodotusten täyttäminen, yrityksen sisäisen osaamisen kehittäminen ja tuotantoprosessien jatkuva parantaminen yhdessä asiakkaiden kanssa. Tähän liittyy samalla myös moniosaimisen lisääminen koko konsernissa ja projektitoiminnan stantardisointi, sekä monistetavuus Steran kaikkien toimipisteiden välillä.

2.3 Toimintaympäristö ja nykytilanteen kuvaus

Kehityskohteena oleva työvaihe on hissien oviin asennettavien slim- ovipanelien pistehitsaus ja muut robottisoluun yhdistettävät työvaiheet, kuten mutterien vastushitsaus, pulttien asennus ja MIG- hitsauskoneella heftaus. Nykyisessä valmistusprosessissa

työskentelee kaksi henkilöä pistehitsauksessa ja toiset auttavat satunnaisesti muissa työvaiheissa, kuten komponenttien asennuksessa, hitsauselektrodien huollossa, sekä sisäisissä siirroissa.



Kuva 1. Valmiita Slim- mallin ovipaneleita.

Ovipaneleihin asetettavien komponenttien kokoonpanoon ei ole käytössä kunnollista valmistusjigiä nykyisessä prosessissa, joten komponenttien asemointi osaan ei ole täysin varmistettu hitsausprosessin aikana. Pistehitsausvaiheessa osaa liikutetaan käsin rullaradalla ja hitsauspisteiden paikoitukseen ei ole apuvälinettä, joten paikka määritellään visuaalisesti ja pisteiden paikat saattavat vaihdella. Hitsauspisteet hitsataan ns. rivissä, joka aiheuttaa ovilehteen käyryyttä. Tähän vaikuttaa myös rullaradan ja kuluneen hitsauselektrodin korkeusero. Vääntyneet osat joudutaan tarkastamamaan ja mahdollisesti vielä suoristamaan hitsauksen jälkeen. Hitsausvirralle tai hitsauselektrodien kulumiselle ei myöskään ole automatisoitua laadunvalvonnan menetelmää vielä olemassa.

Valmiit osat ovat painavia ja nostamiseen ei löydy apuvälinettä. Työergonomia ei ole täysin kunnossa suurilla valmistusmääriä ja henkilöstön hyvinvointia ajatellen. Suurien ja kiireellisten erien valmistamiseen ei riitä aina normaali työpäivä, jolloin päivää joudutaan pidentämään ja tämäkin vaikuttaa työvaiheen kannattavuuteen, sekä henkilöstön jaksamiseen pidemmällä tähtäimellä katsottuna.

Yhteen ovipaneliin asetettavista komponenteista tehdään pulttien asennus ja näiden heftaus kaarihitsauksella tehdään eri paikassa kuin pistehitsaus. Tästä aiheutuu turhia sisäisiä siirtoja, jotka taas vaikuttavat osan läpimenoaikaan ja estävät resurssien tehokkaan käytön. Nykyisen työpisteen ahdas layout estää useampien komponenttilavojen valmistelun työpisteelle, joten lavoja joudutaan vaihtamaan useasti vuoron aikana. Yhteen ovipanelin komponenttiin vastushitsataan myös mutterit, pistehitsausvaiheessa olevalla hitsauskoneella. Mutterit hitsataan yksitellen ja tämä hidastaa valmistusta.

Nykyinen prosessi ei ole riittävä laadukkaiden tuotteiden tai nykyisen valmistusmäärän valmistamiseen ja kehityskohteita on valtavasti, joiden avulla laatua, tuottavuutta, sekä työpisteen ergonomiia saadaan parannettua merkittävästi.

2.4 Projektin keskeisimmät tavoitteet

Projektin keskeisimpänä tavoitteena on vastushitsauksen robotisointi, jonka avulla saadaan aiemmin mainitut puutteet laadussa, tuottavuudessa ja ergonomiassa kehitettyä. Muita tavoitteita on myös yrityksen sisäisen osaamisen lisääminen ja valmistautuminen suurempiin tuotantomääriin, sekä asiakkaan muiden työvaiheiden automatisointiin lähitulevaisuudessa.

3 PROJEKTIN SUUNNITTELU

Aiemman luvun alussa mainittiin kehitysprojektin koostuvan viidestä osasta, joista toisena vaiheena oli projektin suunnittelu, eli suunnitelma projektin toteuttamiseksi. Tässä luvussa käydään läpi tähän liittyviä seikkoja ja kerrotaan lyhyesti myös siitä, kuinka projektin ehdotus ja hyväksyntäprosessi eteni. Projektin suunnittelussa huomioitavat asiat kuten aikataulu, organisaatio, sekä hankintaan liittyvät kannattavuus- ja investointilaskelmat käsitellään myös tässä luvussa.

3.1 Projektin ehdotus ja hyväksyntä

Kehitysprojektin saa usein alkunsa ongelman tai kehityskohteen tunnistamisesta. Ovipanelien automatisointi sai alkunsa, kun edellä mainittuja ongelmia oltiin tunnistettu jo pidemmältä ajalta Tammelan ovituotannossa. Ehdotus työvaiheen kehittämisestä siirtyi konsernin johtoryhmän hallinnoimaan tuottavuus- ja teknologia tiimiin, jolloin Turun automaatiotiimin potentiaali tunnistettiin tähän kehitysprojektiin sopivaksi.

Kun projekti siirtyi automaatiotiimin hoidettavaksi, tehtiin suunnitelma projektin toteutuksesta, jonka jälkeen tarkemmat investointi- sekä kannattavuuslaskelmat. Jos projektin suuruus on kokoluokkana keskisuuri (n.100k€), niin hyväksyntä projektille kysytään Stera Technologies Oy:n konsernin johdolta. Suuremman kokoluokan investoinnit käsitellään usein myös yrityksen hallituksessa.

3.2 Projekti aikataulu

Projekti aikataulu on ehdoton projektin seurantaan liittyvä työkalu, joka ilmaisee mm. vastuut, työmäärän, tulokset ja luo projektiorganisaatiolle selkeät päämäärät tavoitteiden saavuttamiseksi. Hyvin suunnitellun aikataulun avulla saadaan projektin mittakaavasta selkeä käsitys ja resursseja, sekä työkuormaa pystytään hallitsemaan paremmin. Aikataulu toimii myös budjetin hallinnan apuvälineenä. (Dovre Group Projektipomo; Aikataulu luo projektiin ryhtiä 2017.)

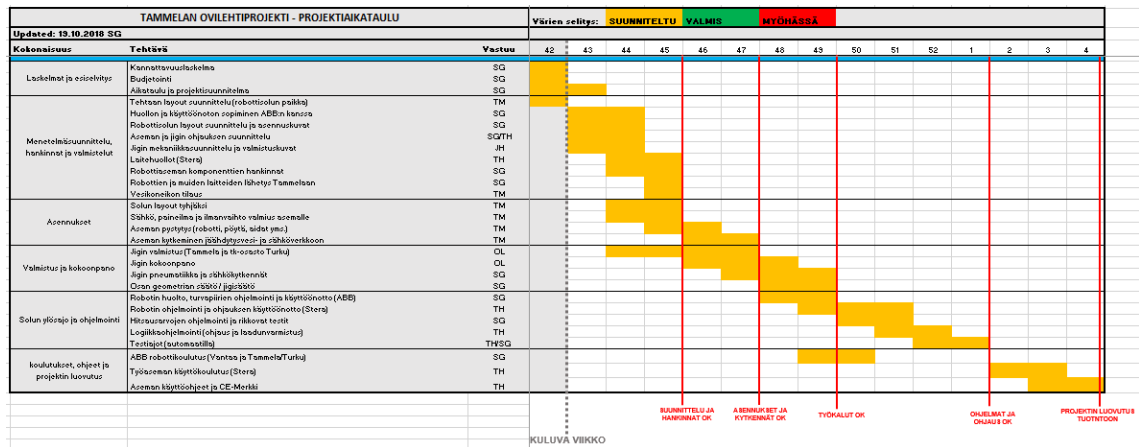
Aikataulua suunnitellessa on tärkeää tunnistaa myös mahdollisiin ongelmatilanteisiin liittyvä projektin kriittinen polku. Kriittisen polun muodostaa tehtävät, joiden viivästyminen vaikuttaa projektin kokonaisaikatauluun. Näitä tehtäviä tässä projektissa on esim. suunnittelun tai valmistuksen viivästyminen, odottamattomat muutokset

toimitusaikoihin, ongelmat solun käyttöönotossa tai yllättävät laiterikot. Näitä pohditaan myös opinnäytetyön lopussa kun projektiin liittyviä riskejä tunnistetaan.

Ovipanelien automatisoinnin aikataulu toteutettiin Gantt- kaaviona, jossa kokonaisuudet jaoteltiin seuraaviin osioihin:

1. Laskelmat ja esiselvitys
2. Menetelmäsuunnittelu, hankinnat ja valmistelut
3. Asennukset
4. Valmistus ja kokoonpano
5. Solun ylösajo ja ohjelmointi
6. Koulutukset, ohjeet ja projektin luovutus

Näiden kokonaisuuksien alle määriteltiin tarkemmat tehtävät, joille luotiin aikataulu ja nimettiin vastuuhenkilöt. Projekti aikataulu luotiin vastaamaan mahdollisimman hyvin Tammelan ovituotannon toivomuksia, milloin robottisolun tarvittaisiin tuotantokäyttöön. Aikataulun on oltava realistinen, mutta samalla tavoitteellinen. Seuraavassa kuvassa on esitetty Gantt- kaavio, jonka selkeämpi kuva löytyy opinnäytetyön liitteenä (Liite 1).



Kuva 2. Projektin Gantt- kaavio.

3.3 Projektioorganisaatio ja resurssit

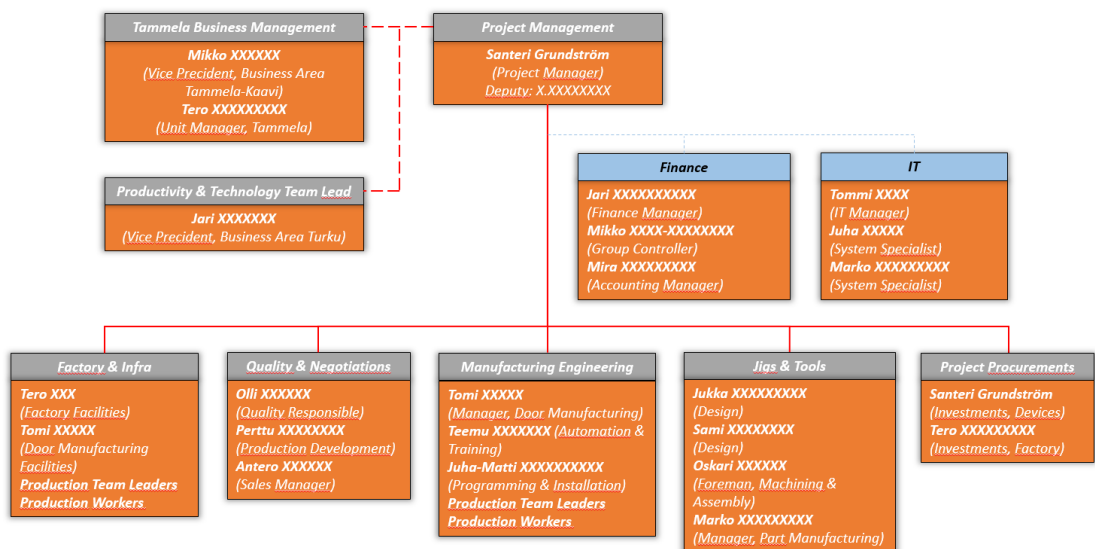
Jokaisella tuotannonkehitysprojektilla on olemassa organisaatio, jolla tarkoitetaan yrityksen omaa, varsinaista organisaatorakennetta täydentävää projektiryhmää. Ryhmän vastuulla on kehittämistyö, jonka valmistuttua tuotos siirretään taas perusorganisaation käytettäväksi. Projektioorganisaatioon voidaan määritellä kuuluvaksi myös

ohjausryhmän jäsenet, projektipäälliköt, sekä projektin omistajat. Projektipäällikön keskeisimpinä tehtävinä on ohjata ryhmän työskentelyä ja raportoida projektin etenemisestä projektin omistajalle ja ohjausryhmälle. (Suomen Projekti-Instituutti Oy; Projekti-johtamisen sanastoa 2019.)

Ovipanelien automatisointiprojektin organisaatioon kuuluu myös edellä mainitut henkilöt ja ryhmät. Projektipäällikkönä toimii allekirjoittanut, eli tämän opinnäytetyön kirjoittaja ja ohjausryhmänä toimii yrityksen johtoon kuuluvat liiketoiminnan johtajat, jotka vastaavat Tammelan liiketoiminnasta, sekä tuottavuus- ja teknologiatimin toiminnasta. Projektin omistajana toimii Tammelan tehtaan yksikön päällikkö.

Projektin varsinaiseen työryhmään kuuluu henkilöitä myös tuotannon, laadun, suunnittelun, hankinnan, sekä valmistuksen osastoilta ja tukitiiminä toimii yrityksen taloushallinto, sekä IT. Alla näkyvässä kuvassa on kuvattuna projektin organisaatio, jonka suurempi kuva löytyy liitteenä (Liite 2).

ORGANISATION & RESOURCES – DOOR PANEL DEVELOPMENT PROJECT (2018)



Kuva 3. Projektiorganisaatio ja resurssit.

3.4 Investointilaskelmat

Investointilaskelma on koko investoinnin pitoajalle ulottuva laskelma, jonka avulla selvitetään investoinnin kannattavuus, sekä järkevyys yleisesti. Taustatietojen on oltava riittäviä ja huomiota on kiinnitettävä tämänkaltaisissa kehityshankkeissa erityisesti toteutuskustannuksiin, sekä investoinnin vaikutuksesta saataviin tuottoihin. Suuremmissa

investoinneissa tiedon kerääminen on entistä tärkeämpää. (Yritystulkki; Investoinnin kannattavuus 2019.)

Opinnäytetyössä käsiteltävän kehitysprojektin kannattavuus tarkasteltiin budjetin pohjalta käyttäen kolmea eri laskentamenetelmää. Laskentapohja antaa tiedot kokonaisuudessaan viidelle eri laskentamenetelmälle. Investointi tarkasteltiin kahden eri vaiheen näkökulmasta, jos jo kesällä 2019 automatisoitaisiin myös seuraavat tuotteet samalle robottisolulle. Opinnäytetyö käsittelee kuitenkin vain ensimmäisen vaiheen. Seuraavana esitetään tämän projektin laskelmat, joiden tarkemmat kuvat ja tiedot löytyvät opinnäytetyön liitteistä (Liite 3).

3.4.1 Investoinnin budjetti

Budjetti arvioitiin, kun aseman luonnos ja käytössä olevat laitteet olivat jo karkeasti tiedossa. Investoinnin budjetissa eriteltiin eri kokonaisuudet, kuten ulkoiset työt, laiteinvestoinnit, yrityksen sisäiset työt ja muut investoinnit. Tämä helpottaa budjetin seuranta ja vähintäänkin yrityksen sisäiset, sekä ulkoiset työt ovat tämänkaltaisissa projekteissa hyvä erotella toisistaan. Projektissa käytetään vanhoja laitteistoja, joten robottiin, käsittelylaitteeseen ja hitsauslaitteeseen kohdituvat investoinnit muodostuvat suurimmaksi osaksi vain muutostöistä. Tästä syystä investoinnit ovat merkittävästi pienempiä, mitä uusia laitteita käytettäessä tai hankkiessa.

Investointi budjetoitiin seuraavasti:

1. Robotin ja käsittelylaitteen investoinnit 12200€
2. Hitsauslaitteen investoinnit 6600€
3. Jigit 37500€
4. Ulkoa ostettavat työt 18000€
5. Automaatiotiimin ja työkaluosaston sisäinen työ 22400€
6. Muut investoinnit 10500€
7. Investointi kokonaisuudessaan: 107200€, josta ulkoisen työn ja ostojen osuus 84800€

3.4.2 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä tuotot ja kulut diskontataan nykyhetkeen. Laskenta perustuu käytössä olevaan laskentakorkokantaan. Investointi on kannattava jos nettotuotot ovat suuremmat, kuin itse investointi. (Yritystulkki; Investoinnin kannattavuus 2019.)

Investoinnin tuottovaatimukseen on olemassa tietyt suuntaa antavat tuottovaatimusprosentit. Koska ovipanelien automatisoinnilla haetaan säästöjä työkustannuksista ja samalla myös lisää tuottoa, niin tuottovaatimusprosentti määriteltiin 15-20% välille. Laskelman epävarmuus huomioiden määriteltiin lopulliseksi laskentakoroksi (tuottovaatimus) 20%. Seuraavassa kuvassa on esitettyinä arviointiperusteet laskentakorolle.

Tärkeys	Investoinnin kuvaus	Tuottovaatimus
1.	Lakiin tai määräyksiin perustuvat investoinnit	Ei tuottovaatimusta
2.	Markkina-aseman turvaaminen investoinnein	6 %
3.	Koneiden ja laitteiden uusinta tai peruskorjaus	10 - 12 %
4.	Kustannusten alentaminen investoinnin avulla	12 - 15 %
5.	Tuottojen lisääminen investoinnilla	15 - 20 %
6.	Uusien markkina-alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden valmistaminen riskinalaisin investoinnein	+ 20 %

Kuva 4. Laskentakorko / tuottovaatimus. (Yritystulkki; Investoinnin kannattavuus 2019).

Investoinnin nykyarvoksi saatiin 144135€ ja kokonaisinvestoinniksi oli laskettu 107200€. Investointi on kannattava, koska nettotuotot ylittävät investoinnin arvon ja diskontattu tulo on positiivinen 36935€. Nykyarvoa laskettaessa ei huomioitu investoinnin jäännösarvoa, koska kyseessä on valmiiksi käytetyt laitteet ja jäännösarvo on investoinnin pitoajan jälkeen lähes olematon.

3.4.3 Sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäisen korkokannan menetelmä on melkein sama, kuin nykyarvomenetelmä, mutta laskennassa haetaan investoinnin tuottamaa korkokantaa. Korkokantaa verrataan arvioituun laskentakorkoon, eli tuottovaatimukseen. Jos sisäinen korkokanta on suurempi kuin laskentakorko, niin investointi on kannattava toteuttaa.

Investoinnin sisäiseksi korkokannaksi saatiin 35% ja laskentakorko, eli tuottovaatimus oli määritelty 20% suuruiseksi. Investointi on siis kannattava, koska sisäinen korkokanta on tuottovaatimusta suurempi.

3.4.4 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmä on yksinkertainen ja yleisin käytössä oleva investointilaskelmamenetelmä. Tämän perusteella on helppoa laskea investoinnin kannattavuus, kun jaetaan hankintakustannus vuotuisilla nettotuotoilla. Kyseisessä kehitysprojektissa pyritään mahdollisimman lyhyeen takaisinmaksuajaan. Toivomus takaisinmaksuajalle on alle 3 vuotta.

Investoinnin takaisinmaksuajaksi saatiin 2,3 vuotta, kun laskettu investointi 107200€ jaettiin vuotuisilla nettotuotoilla. Vuotuiseen nettotuottoon arvioitiin myös 2% tuotantomäärien nousu jokaiselle vuodelle ja vähennettiin robottisolun vuotuiset huoltokustannukset 5000€. Vuoden 2019 nettotuotto on 46476€ ja vuoden 2020 nettotuotto 47506€ ja vuoden 2021 nettotuotto 48556€. Laskennallinen TMA, eli takaisinmaksu aika laskettiin näiden tietojen pohjalta.

Investointi oli tämänkin laskentamenetelmän perusteella kannattava toteuttaa.

4 ROBOTTISOLUN TOTEUTUS

Tässä luvussa käsitellään suunnitelma robottisolun toteutukselle, eli robottisolun layout ja toimintaperiaate, valmistusjigit ja apuvälineet, sekä tiedot käytössä olevista laitteistoista.

Suunnittelun apuna on käytetty KUKA.Sim simulaatio- ja SolidWorks suunnitteluohjelmistoja. Robottisolussa on ABB robotti, mutta KUKA.Sim ohjelmistoa päädyttiin käyttämään hyvien mallinnusominaisuuksien ja helppokäyttöisyyden ansiosta. Yrityksen käytössä olevalla ABB robotstudiolla ei myöskään ollut enää tukea näin vanhaan robottiin, joka on 2005 vuosimallin S4C+ ohjauksella.

4.1 Layout ja toimintaperiaate

Robottiasema muodostuu robotista, hitsauslaitteistosta, käsittelylaitteesta ja valmistusjigeistä. Robottiaseman yhteyteen liitetään myös käsitoimisia laitteistoja, kuten MIG-hitsauskone heftaukseen ja käsivastushitsauskone mutterihitsaukseen. Valmiiden osien siirtelyyn asennetaan paineilmakäyttöinen kevennin. Kaikki alueet tulevat olemaan valvottuina sähköisillä ja mekaanisilla turvarajoilla, jotta robottisolu täyttää direktiivien ja standardien mukaiset koneturvallisuusmääräykset. Riskianalyyssissä tullaan viittaamaan EU parlamentin ja neuvoston direktiiviin 2006/42/EY, sekä koneturvallisuus-standardeihin SFS-EN ISO 12100:2010 ja SFS-ISO/TR 14121-2.

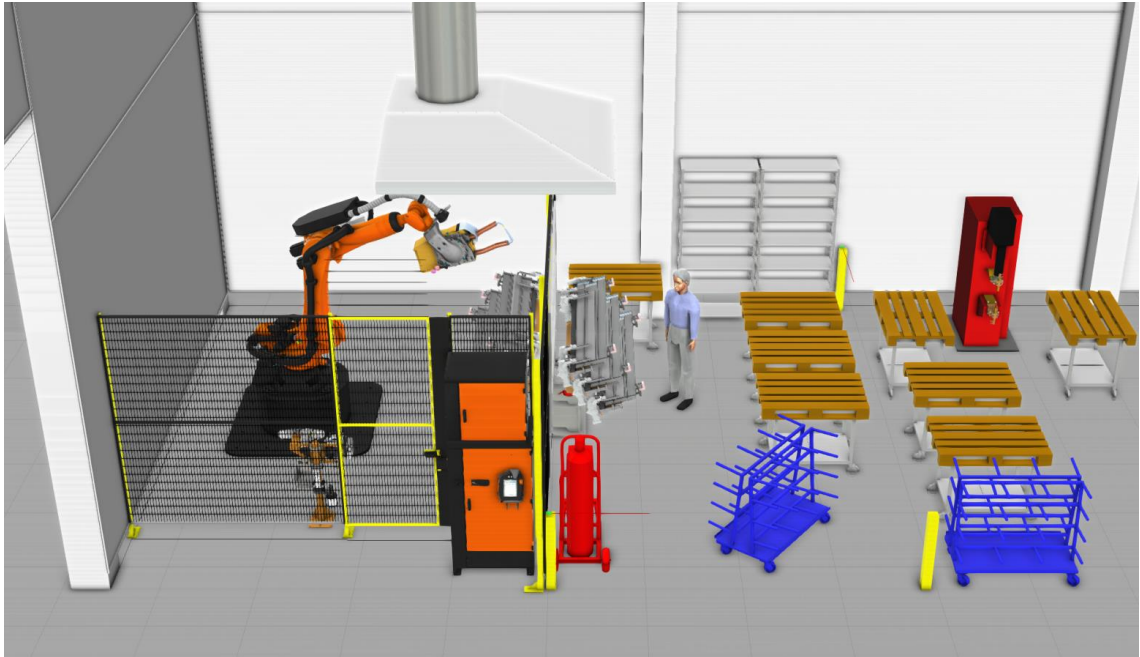
Alla on kuvattuna robottisolun toimintaperiaate ja layoutin tarkoitus:

1. Ennen valmistuksen aloitusta operaattori on järjestellyt vuoron aikana valmistettavat nimikkeet oikeaan järjestykseen lavoille. Tästä syystä soluun on varattu ”ylimääräistä” tilaa komponenttilavoille.
2. Operaattori ohjaa jigin vasteet oikeille paikoilleen pneumaattisilla kytkimillä. Robotti valvoo jigin asetusta ja valitsee hitsausohjelman jigin logiikalta saadun tiedon perusteella.
3. Operaattori panostaa komponentit valmistusjigiin, joka on kiinnitetty robotilla ohjattavaan käsittelylaitteeseen. Käsittelylaite sijaitsee hitsausrobotin ja

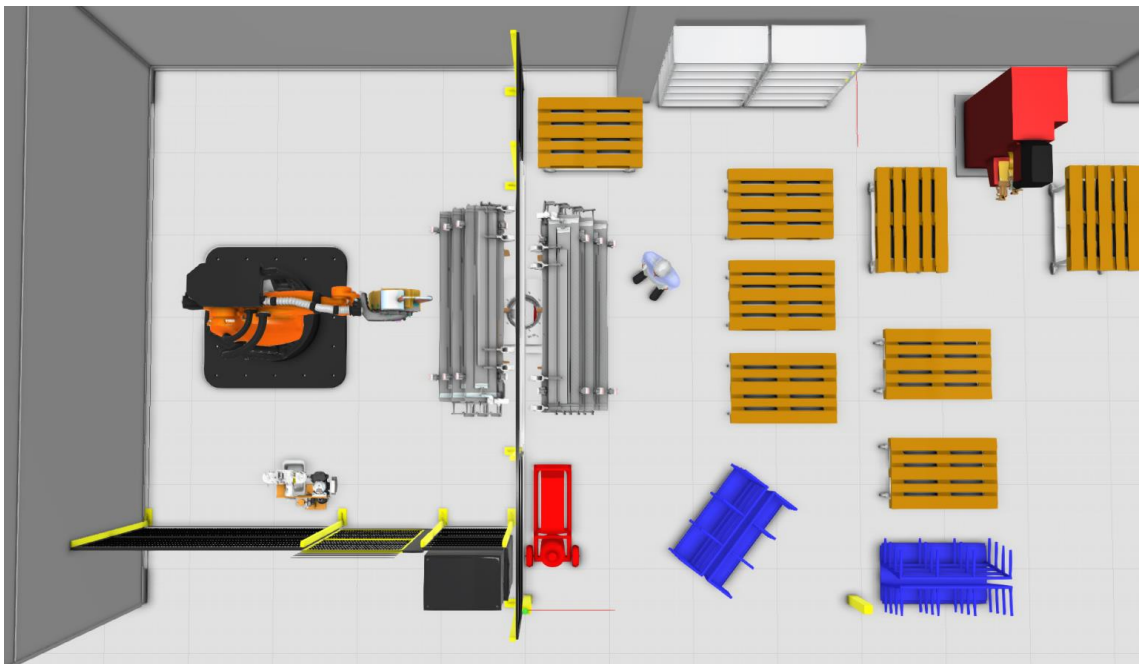
operaattorin välissä. Robotti valvoo osien olemassaoloa anturitekniikalla. Panostuksen aikana ohjataan valmistusjigien kiinnittimet kiinni.

4. Yhteen komponenttiin tulevat mutterit (2kpl) voidaan hitsata robotin työkierron aikana tai kokonaan omana vaiheenaan valokennojen ulkopuolella. Tämän työvaiheen tarkempi suunnitelma luodaan tämän projektin jälkeen. Myös vastushitsauskoneen lopullinen paikka määräytyy vielä myöhemmin.
5. Kun panostus on valmis, operaattori kävelee ulos turva-alueelta ja kuittaa robotiaseman turvapiirit. Tämän jälkeen käsittelylaite kääntyy 180 astetta, jolloin robotti aloittaa hitsaustyökierron ja operaattorille kääntyy valmiiksi hitsatut osat purettavaksi takaisin panostuspuolelle. Operaattorin työskentelyalue, eli aseman panostuspuoli on valvottu valokennoilla, jotta käsittelylaitteen käännön aikana alueelle ei pääse kävelemään henkilöitä.
6. Operaattori asettaa pistehitsauksen jälkeen asennettavat komponentit osiin ja heftaa nämä MIG- hitsauskoneella kiinni.
7. Kun kokonaisuus on valmis, osat nostetaan jigistä siirtokärryyn. Tähän käytetään asemaan suunniteltua kevennintä apuna. Täysi siirtokärry siirretään seuraavaan työvaiheeseen, pois robotiasemalta ja tyhjä siirtokärry otetaan käyttöön. Tyhjälle kärrylle on varattu tila robotiaseman layoutissa.
8. Työvaiheen kierto jatkuu edellä mainitulla tavalla kohdasta 3. eteenpäin, kunnes valmistettava nimike taas vaihtuu.

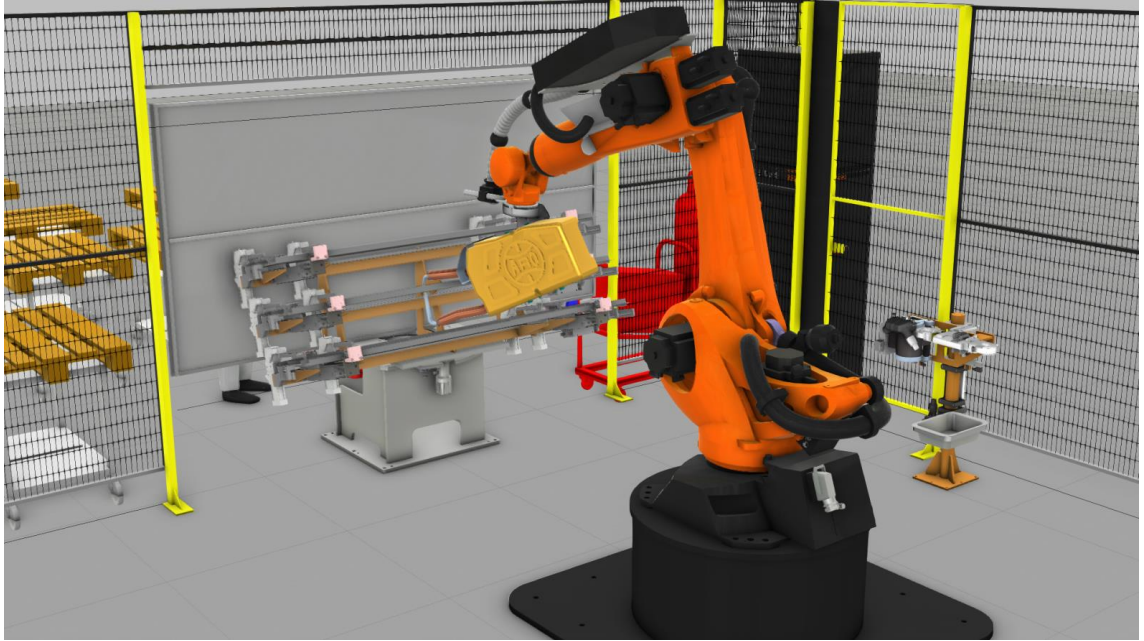
Seuraavissa kuvissa näkyvät simulaatio-ohjelmalla luodut havainnolistamismallit robotisolun layoutista, sekä tähän kuuluvista laitteista. Selkeämpi asennuskuva löytyy myös opinnäytetyön liitteenä (Liite 4).



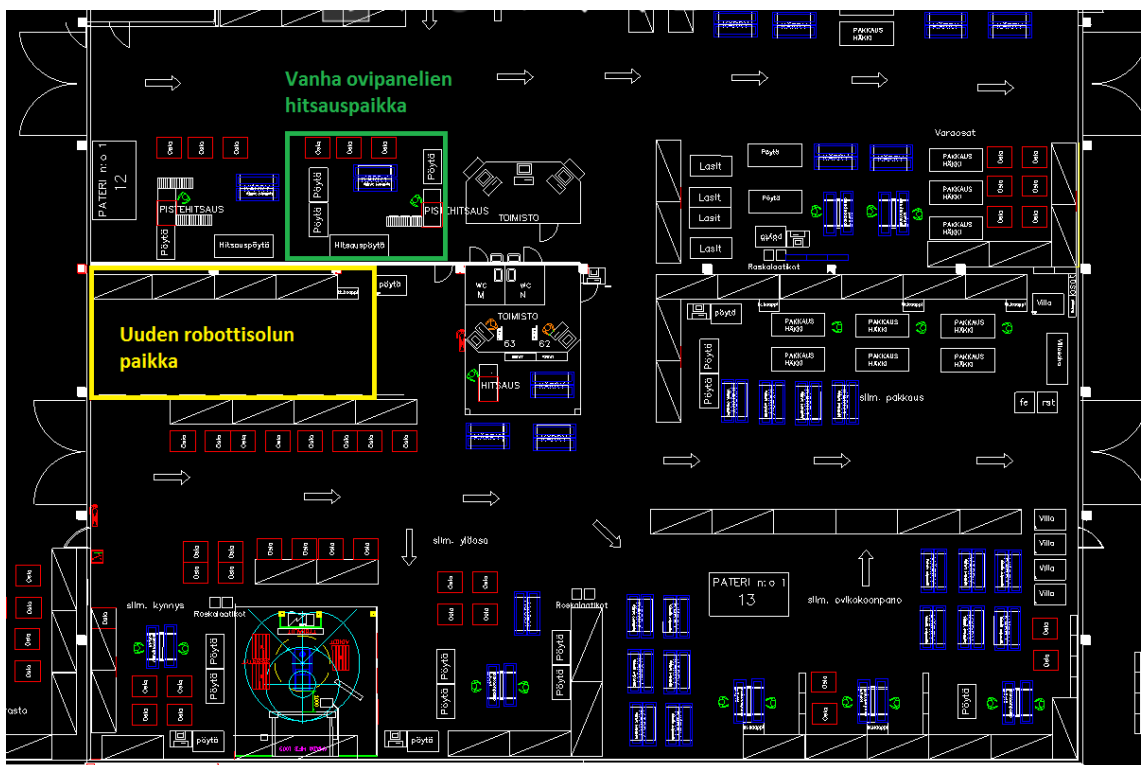
Kuva 5. Robottisolun sivukuvanto simulaatio-ohjelmasta KUKA.Sim.



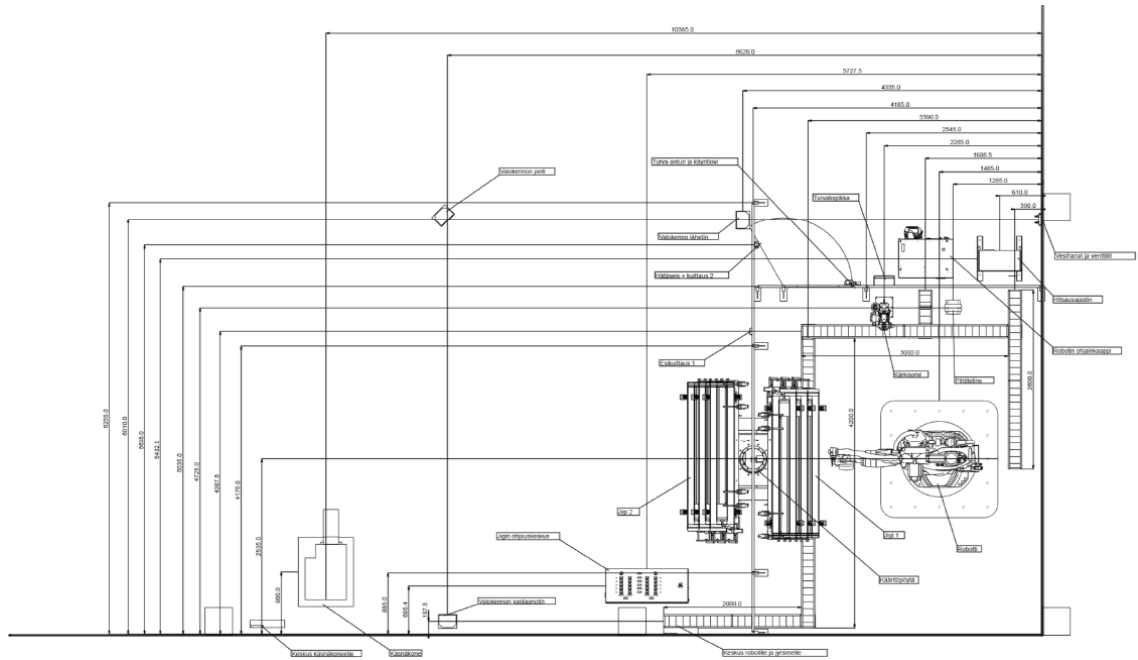
Kuva 6. Robottisolun kuvanto päältä simulaatio-ohjelmasta KUKA.Sim.



Kuva 7. KUKA.Sim ohjelmistosta kaapattu kuvanto hitsausrobotin häkin sisältä.



Kuva 8. Ovipanelien nykyinen alue (vihreä) ja robottisolulle suunniteltu alue (keltainen).



Kuva 9. Asennuskuvat laiteasennuksien avuksi.

4.2 Robottiaseman laitteisto

Robottina käytetään vähän käytettyä ABB 6600 robottia, joka on varustettu autoteollisuudessa käytössä olleella ARO:n vastushitsauslaitteistolla. Hitsauslaitteistoon kuuluu invertterikaappi, hitsausajastin ja muuntajalla varustetut paineilmakäyttöiset hitsauspihdit. Hitsauspihdit asennetaan robotin käsivarteeseen ja robotti käy hitsaamassa jigissä paikallaan olevat tuotteet. Säädettävien parametrien määrä tuplaantuu nykyiseen käsihitsausmenetelmään verraten, joka mahdollistaa pisteistä läpi kulkevan virran seurannan ja täydellisen pisteen muodostumisen, sekä toistettavuuden. Robotilla hitsaus on myös nopeampaa ja suurista paineista johtuvasta – repivästä hitsaustapahtumasta päästään eroon pihtien kelluvan rakenteen avulla.

Hitsauselektrodien huolto on yksi tärkeimmistä vastushitsauslaatuun liittyvistä teki-joistä. Robottiin liitetään automaattinen kärkien sorvauslaite LUTZ, joka varmistaa elektrodien laadun laseranturilla, heti sorvaustapahtuman jälkeen. Robotti huolehtii huoltoon menemisestä, silloin kun elektrodit ovat likaiset. Elektrodit muutetaan vaihdettaviksi ja robotti ilmoittaa operaattorille, sekä pysähtyy, kun elektrodit ovat liian kuluneet ja nämä pitää vaihtaa. Sorvauslaitteiston ja vaihdettavien elektrodien avulla päästään eroon nykyisestä kärkien huoltoon kuluvasta ajasta ja hitsauksen laatua saadaan parannettua merkittävästi.

Hitsausjigit kiinnitetään robotilla ohjattavaan käsittelylaitteeseen. Käsittelylaite on oma-valmisteinen ja moottoria ohjataan taajuusmuuttajalla. Jigit ovat massiiviset, joten taajuusmuuttajan avulla saadaan määriteltyä sopiva kääntönopeus laitteelle ja tarvittavat hidastukset, sekä kiihtyvyydet. Käsittelylaitteeseen lisätään tarvittavat valmiudet paineilma- ja sähkösyötöille. Laitteessa on myös anturoinnilla varustetut paikotussylinterit jigien tarkan paikotuksen valvomiseksi.

Robotin ja muiden liikkuvien laitteiden alueet eristetään turva-aidoilla ja sähköisillä antureilla, sekä turvavalokennoilla. Robotin tuva-alueita ohjaa ulkoinen turvalogiikka, jonka toteutus ostetaan suoraan laitetoimittajalta (ABB). Näin saadaan luotua turvamääräysten mukainen järjestelmä ja annettua CE-merkintä robottisolulle, kun projekti luovutetaan tuotantoon.

Robottiasemaan kytketään suljettu vesijärjestelmä hitsauslaitteiden jäähdytystä varten ja myös ilmanvaihto hitsausalueelle, jotta hitsauksesta muodostuvat savut saadaan poistettua tuotantotiloista ja operaattorin työalueelta.

4.3 Valmistusjigit ja apuvälineet

Komponenttien asemointiin suunnitellaan valmistusjigi, jonka avulla komponentit keskityvät oikeaan paikkaan kiinnittimien avulla ja komponenttien kokoonpano, sekä laadunvarmistus on helpompaa. Kiinnittimien tarkoituksena on asemoida komponentit oikeaan paikkaan ja pitää nämä paikoillaan hitsausprosessin aikana. Paikotus perustuu mittatarkasti koneistettuihin osiin, sekä kiinnitysvoimiin, jotka pakottavat osat tarkasti vastin- ja ohjainpintoja vasten (Hiltunen T. 2012, 58). Jigi suunnitellaan mukautuvaksi kaikille erilaisille nimikkeille, joiden leveys, komponenttien määrä tai pituus muuttuvat. Jigi suunnitellaan sopivaksi myös muiden työvaiheiden yhdistämiseen, kuten MIG-hitsauskoneella heftaukseen ja nykyisin erillisessä vaiheessa tehtävien komponenttien asennukseen. Jigiin voidaan asettaa kolmen slim-ovipanelin komponentit, jolloin robotti voi hitsata useamman osan yhdellä työkierrolla. Tämä helpottaa asemalla työskentelevän operaattorin työvaiheita, koska aikaa jää enemmän valmisteluihin ja muiden työvaiheiden tekemiseen. Useampi tuote hitsauksessa mahdollistaa myös merkittävästi lyhyemmän läpimenoajan tuotteelle.

Yhteen tuotteeseen asetettavaan komponenttiin lisätään kaksi mutteria, jotka hitsataan nykyisellä menetelmällä yksitellen. Hitsaukseen suunnitellaan parannellut

hitsauselektrodit, joiden avulla yhden mutterin sijasta saadaan hitsattua molemmat mutterit yhdellä työiskulla tai muuten nopeammalla menetelmällä. Tämä mahdollistaa mutterien hitsauksen robotin työkierron aikana tai nopeamman valmistuksen myös erillisenä työvaiheena.

Robotin ohjaus ja tuotteen valinta toteutetaan laser- antureilla ja jigiin ohjelmoitavalla ulkoisella logiikalla (PLC). Valmistusjigiin asennetaan myös induktiivinen anturivalvonta jokaiselle komponentille.

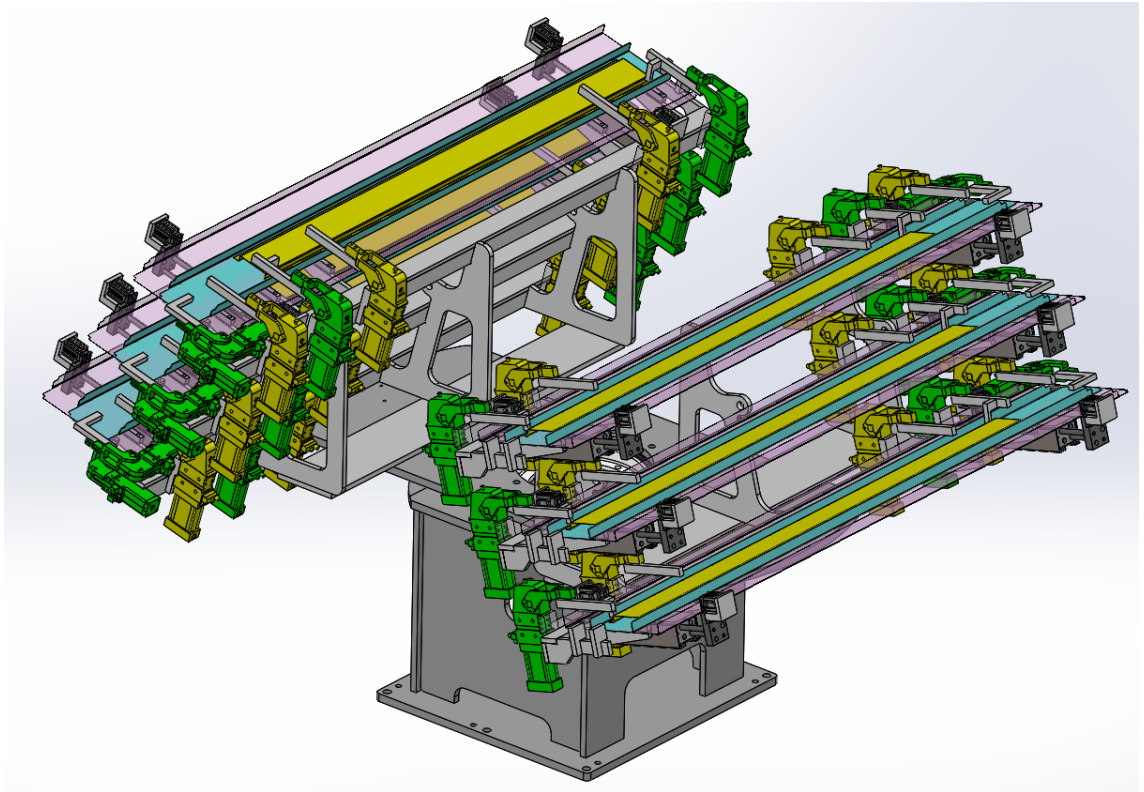
PLC, eli Programmable Logic Controller on ohjelmoitava logiikka. Tässä projektissa käytetään Crouzet merkkistä – rele tekniikalla toimivaa pienoislogiikkaa, joka vastaanottaa laser anturilta saapuvan analogiasignaalin (0-10V) ja muuntaa tämän tasajännitteeksi (24VDC). Logiikasta on kytketty useita lähtöjä suoraan robotin ohjauskaapissa sijaitsevaan Input/Output korttiin, jolloin robotti saa tarvittavan tiedon hitsattavasta tuotteesta. Sama toimintaperiaate pätee induktiivianturien kanssa, jolloin PLC käsittelee hitsausjigiltä saapuvat anturitiedot ja lähettää nämä robotin I/O kortille yhtenä tietona. Logiikalta saapuvista signaaleista saadaan yksittäinen tieto tai tietojen yhdistelmä robotin taustaohjelmaan, sekä muuttujiin, joiden avulla robotti saa tiedon aloittaa oikeanlaisen tuotteen hitsaamisen. Ohjaus toteutetaan näin, koska erilaisten nimikkeiden määrä on suuri ja sarjakoot vaihtelevat pienistä suuriin. Robotin ohjelman muuttaminen manuaalisesti olisi liian hidasta ja vaikeaa. Tämä ohjaus sallii myös uusien nimikkeiden hitsaamisen, jos komponentit pysyvät lähes vastaavanlaisina, eikä särmät tai muut osan muodot tule hitsauksen tielle.

Jigin ohjaus toteutetaan pneumaattisilla kytkimillä, operaattorin turvallisuus huomioiden. Jigin rakenne ja vahvat paineilmakäyttöiset kiinnittimet mahdollistavat tuotteen pakottamiseen suoraksi, jolloin hitsausprosessin aikana muodostuvasta osan käyrydestä päästään eroon. Osan käyryyden ehkäisemiseen auttaa myös robotin hitsauslaitteiston laajemmat säätömahdollisuudet, sekä mahdollisuus halutun hitsausjärjestyksen ohjelmointiin.

Valmiin osan siirtelyyn suunnitellaan ja hankitaan pneumaattisesti toimiva kevennin, jonka avulla painavat osat saadaan purettua tehokkaasti pois jigistä ja samalla vähennettyä työvaiheen fyysistä kuormaa.

Seuraavan kuvassa on luonnos tuotteen valmistukseen suunniteltavista hitsausjigeistä. Jigit ovat kiinni robotilla ohjattavassa käsittelylaitteessa, joka kääntää hitsaamattomat

osat robotille ja hitsatut osat takaisin operaattorille. Panostuspuolella voi työskennellä samaan aikaan, kun robotti työskentelee käsittelylaitteen toisella puolella.



Kuva 10. Slim- ovipanelien valmistusjigin luonnos.

5 RISKIEN TUNNISTAMINEN JA NIIHIN VARAUTUMINEN

Projekteihin liittyy aina riskejä ja nämä on hyvä kartoittaa mahdollisimman tarkasti heti projektin alkuvaiheessa. On tärkeää tunnistaa riskit, sekä mahdolliset epävarmuudet ja näistä mahdollisesti aiheutuvat seuraukset (Kuwal M. 2014). Tässä luvussa pohdimme, mitä riskejä opinnäytetyössä käsiteltävään projektiin voi liittyä ja kuinka näitä voidaan myös ehkäistä.

Yhtenä riskinä projektissa on mahdolliset käytettyjen laitteiden ongelmat ja yllättävät kustannukset, kuten varaosat ja ylimääräiset työtunnit tähän liittyen. Laitteisto on ollut pitkään käyttämättä, joten 100%:sta varmuutta toimivuudesta ei ole vielä tiedossa. Riskitekijöihin varaudutaan ja näitä ehkäistään Steran oman huoltotiimin ennakkohuollolla, sekä kuntotarkastuksella. Robotille tilataan myös laitetoimittajan oma huolto ja tarkastus, jolla ehkäisemme tulevia ongelmia mm. robotin servomoottoriston tai ohjauksen kanssa. Steran varastossa on useita samanlaisia robotteja ja hitsauslaitteita, joten varalle jää täysin samanlainen laitteisto, joka saadaan vaihdettua tuotantoon vähäisillä työtunneilla, sekä nopealla aikataululla. Nämäkin laitteet tarkastetaan ja huolletaan pian robottiaseman käyttöönoton jälkeen.

Laitteistoa otettaessa käyttöön, laitteiston toimivuuteen ja uuden teknologian käyttöönottoon liittyviin riskeihin varaudutaan jatkamalla tuotantoa myös vanhalla menetelmällä. Samanaikaista käyttöä jatketaan, kunnes teknologian toimivuus ja laaduntuottokyky on 100%:sti varmistettu. Tavoitteena on kuitenkin vanhan menetelmän lopettaminen heti robottisolun käyttöönoton jälkeen.

Riskinä on myös nimikkeiden suuri määrä ja uudet nimikkeet valmistusjigiä käytettäessä. Valmistusjigi pyritään suunnittelemaan niin, että lähes kaikki slim- mallin ovipanelit saataisiin asemoitua jigiin ja hitsattua robotilla. Tähän varaudutaan myös jigiin jätettävillä säätövaroilla, joiden avulla pieniä muutoksia saadaan tarvittaessa tehtyä. Satunnaiset pienemmät – vakio mitoista poikkeavat erät voidaan tehdä käsihitsausmenetelmällä jatkossakin.

Projektin aikatauluun liittyviä riskejä on mm. Steran automaatiotiimin sisäiset organisaatiomuutokset, jotka saattavat aiheuttaa viivästyksiä kokonaisaikatauluun. Aikatauluun voi vaikuttaa myös toimittajista tai muista yhteistyökumppaneista aiheutuvat viivästykset. Sisäisiin muutoksiin varaudutaan riittävän suurella suunnittelukapasiteetilla ja

palveluiden, sekä laitteiden hankinnoissa keskitytään käyttämään vain luotetuimpia toimittajia, joiden kanssa Steran aiemmat projektit ovat edenneet aina aikataulussa.

LÄHTEET

Logistiikan Maailma Reijo Rautauoman säätiö; Aineistot; Projektien hallinta.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/projektien-hallinta/>

Viitattu: 25.2.2019

Stera Technologies Oy; Yritys; Yritysesittely.

<https://stera.com/yritys/yritysesittely/>

Viitattu: 27.2.2019

Dovre Group Projektipomo; Aikataulu luo projektiin ryhtiä (2017).

<https://projektipomo.com/tag/aikataulu/>

Viitattu: 6.3.2019

Suomen Projekti-Instituutti Oy; Materiaalit; Projektijohtamisen sanastoa.

https://www.projekti-instituutti.fi/materiaalit/projektijohtamisen_sanastoa

Viitattu: 11.3.2019

Yritystulkki; Taloussuunnitelmat; Investoinnin kannattavuus.

<https://www.yritystulkki.fi/fi/alue/oulu/aloittava-yrittaja/suunnittelu/taloussuunnitelmat/investoinninkannattavuus/>

Viitattu: 16.3.2019

Lapinleimu I., Kauppinen V. & Torvinen S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki. WSOY oppimateriaalit.

Viitattu: 11.4.2019

Hiltunen T. 2012. Ohutlevyjen laserhitsaus. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. S.58; Kiinnittimet.

Viitattu: 12.4.2019

Manoj Kulwal, RiskSpotlight. 2014. Understanding the ISO 31000 definition of risk. [video]

<https://www.youtube.com/watch?v=Sera-ColoWk>

Viitattu: 17.4.2019

Projekti aikataulu

TAMMELAN OVILEHTIPROJEKTI - PROJEKTI AIKATAULU			Värien selitys: SUUNNITELTU VALMIS MYÖHÄSSÄ															
Updated: 28.10.2018 SG																		
Kokonaisuus	Tehtävä	Vastuu	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	
Laskelmat ja esiselvitys	Kannattavuuslaskelma	SG	■															
	Budjetointi	SG	■															
	Aikataulu ja projektisuunnitelma	SG	■	■														
Menetelmäsuunnittelu, hankinnat ja valmistelut	Tehtaan layout suunnittelu (robotisolun paikka)	TM	■															
	Huollon ja käyttöönoton sopiminen ABB:n kanssa	SG	■	■														
	Robotisolun layout suunnittelu ja asennuskuvat	SG	■	■														
	Aseman ja jigien ohjauksen suunnittelu	SG/TH	■	■														
	Jigin mekaniikkasuunnittelu ja valmistuskuvat	JH	■	■														
	Laitehuollot (Stera)	TH	■	■														
	Robottiaseman komponenttien hankinnat	SG	■	■														
	Robottien ja muiden laitteiden lähetys Tammelaan	SG	■	■														
Asennukset	Vesikoneikon tilaus	TM			■													
	Solun layout tyhjäksi	TM			■													
	Sähkö, paineilma ja ilmanvaihto valmius asemalle	TM			■													
	Aseman pystytys (robotti, pöytä, aidat yms.)	TM			■													
Valmistus ja kokoonpano	Aseman kytkeminen jäähdytysvesi- ja sähköverkkoon	TM			■													
	Jigin valmistus (Tammela ja tk-osasto Turku)	OL			■													
	Jigin kokoonpano	OL			■													
	Jigin pneumaattikka ja sähkökytkennät	SG			■													
	Osan geometrian säätö / jigisäätö	SG			■													
Solun ylösajo ja ohjelmointi	Robotin huolto, turvapiiriin ohjelmointi ja käyttöönotto (ABB)	SG							■									
	Robotin ohjelmointi ja ohjauksen käyttöönotto (Stera)	TH							■									
	Hitsausarvojen ohjelmointi ja rikkovat testit	SG							■									
	Logiikkaohjelmointi (ohjaus ja laadunvarmistus)	TH							■									
	Testiajot (automaatilla)	TH/SG							■									
koulutukset, ohjeet ja projektin luovutus	ABB robotikoulutus (Vantaa ja Tammela/Turku)	SG								■								
	Työaseman käyttökoulutus (Stera)	TH								■								
	Aseman käyttöohjeet ja CE-Merkki	TH								■								

SUUNNITTELU JA HANKINNAT OK

ASENNUKSET JA KYTKENNÄT OK

TYÖKALUT OK

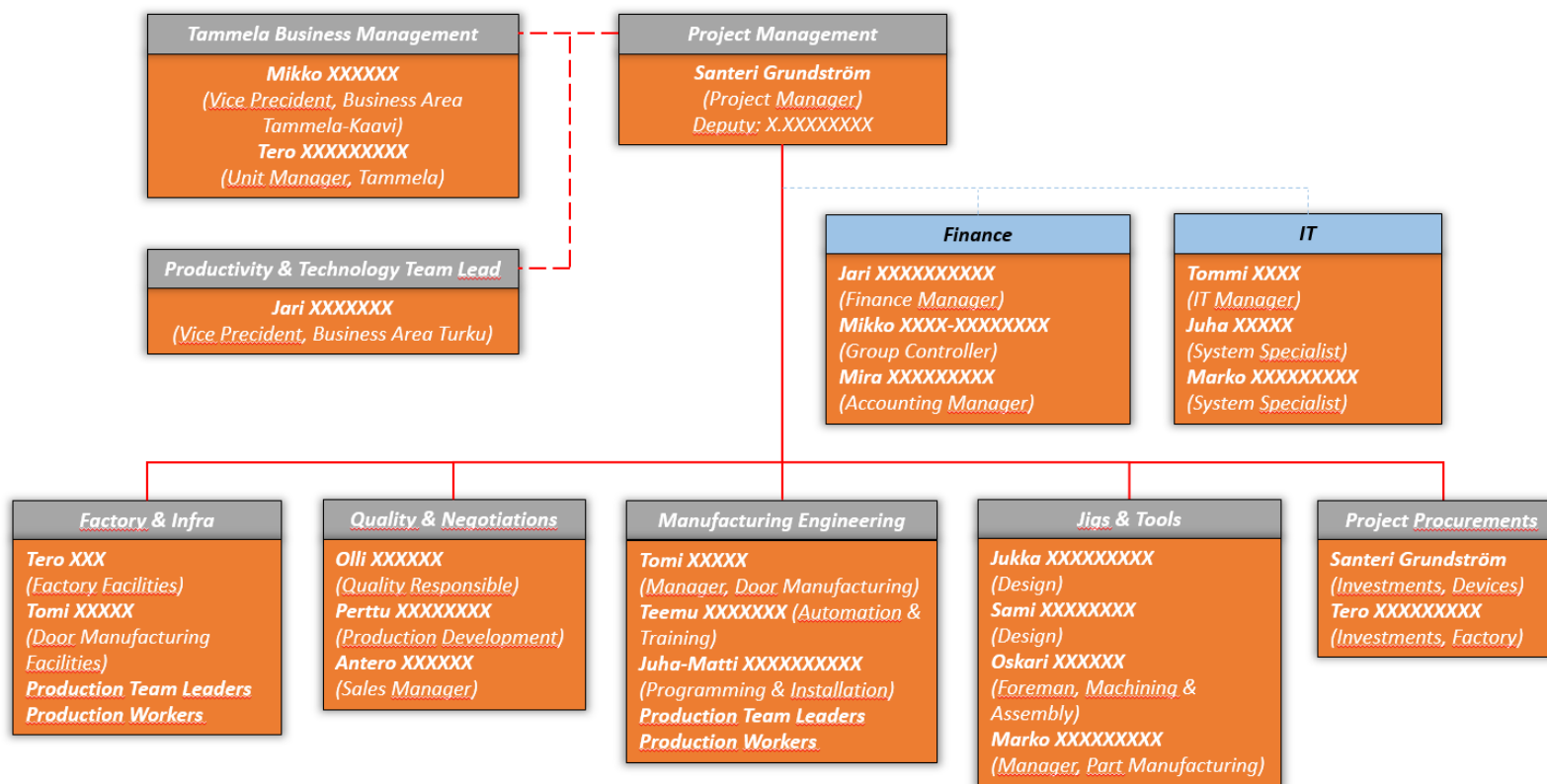
OHJELMAT JA OHJAUS OK

PROJEKTIN LUOVUTUS TUOTANTOON

KULUVA VUOKKO

Projektiorganisaatio

ORGANISATION & RESOURCES – DOOR PANEL DEVELOPMENT PROJECT (2018)



Investointi- ja kannattavuuslaskelmat

Ovilehti-investoinnin budjetti ja säästölaskelma:		Laadittu:	3.10.2018 SG
		Muokattu:	15.10.2018 SG
Robotin ja käsittelylaitteen investoinnit:		Muut investoinnit:	
Taajuusmuuttaja robotille ja kääntöpöydän mahdolliset muutokset	2000	Aidat, pleksitykset ja muut suojat (osa löytyy Tammelasta)	2000
Lisä I/O robotiin, PLC, läppäri, väyläkomponentit	4000	Ilmanvaihto (huuva + huippari)	2000
Aluslevyt/korokejalusta (robotille löytyy kun tehdään adapteri ja kääntöpöydälle oma)	1200	Vesi (uusi keskuskoneikko, robotin osuus investoinnista)	4000
Turvalogiikka ja komponentit	2000	Paineilma ja huoltoyksikkö	500
Valoverhot, ovirajat, painikkeet	2000	Kiinnitystarvikkeet ja kaapelihyllyt yms.	2000
Robotin ja pöydän huoltoon liittyvät varaosat (Stera huolto)	1000		
Yht.	12200	Yht.	10500
Hitsauslaitteiden investoinnit:		Jigit:	
Uudet hitsausvarret ja elektrodipitimet	3000	Kiämpit, sylinterit ja muut kiinnittimet	18000
Pihdin huoltoon liittyvät osat	1000	Rakenteet (teras, alumiini, tarvikkeet)	2000
Hitsausajastimen ja pihdin telineet	800	Pneumatiikka	3000
Interbus- ja hitsauskaapelit, sekä liittimet	800	Anturioinnit, logiikat, viivakoodinlukijat ja kam	6000
Teotuslaitteen huoltoon liittyvät osat (terät, laseranturi)	1000	Paineilmakäyttöinen kevennin solulle	7000
Yht.	6600	Uusi käsnäjigi muttereille	1500
		Yht.	37500
Ulkoo ostettavat työt (sisältää myös tarvikkeet):		Automaatiotiimin ja tk-osaston työt (Stera sisäinen):	
Sähkötyöt ja muut kytkennät	3000	Robotin, pöydän ja hitsauslaitteiden huolto ja tarkastus (Stera)	800
Robotin huolto ja tarkastus (ABB)	2000	Suunnittelu, hankinnat, projektin veto, matk	9000
Robotin turvalogiikan ja muutosten ohjelmointi (ABB)	5500	Jigisuunnittelu	3000
Robotin käyttöönotto ja muutostyöt (ABB)	5500	Ohjelmointi, koulutus ja ohjelmien valmiste	3600
Ulkopuolelta ostettava asennustyöt	2000	Koneistustyö + tk-osaston kokoonpanotyöt	6000
Yht.	18000	Yht.	22400
Aseman investointi kokonaisuudessaan 107 200 €			
Aseman investointi (poistettu Steran sisäinen työ) 84 800 €			
TT-kustannus/h ** €			
Osan voiyymi vuodessa **** kpl			
Hlö määrä nykytilanne:		Hlö määrä robottiasemalla:	
Henkilöt tällä hetkellä pistehitsausvaiheessa ja asemalle ajatelluissa vaiheissa (arvioitu mukaan myös muiden työvaiheiden avustajat, kuten kärkien teroitus ja sliding guiden asennus, sekä		Henkilöt robottiasemalla. Erillisen vaiheen asennus ja hitsaus, sekä muut tekijät saadaan tehtyä robotin kierron aikana. Sisäiset siirrot ja järjestelyt myös helpottuu.	
	2,5 hlö		1 hlö
Nykytilanne käsikoneella:		Tuleva tilanne robottiasemalla:	
Valmistuskapasiteetti normaali joutuisuudella	120 kpl/vuoro	Valmistuskapasiteetti normaali joutuisuudella	201 kpl/vuoro
Asetusaika ja sisäiset siirrot	1,5 h	Asetusaika ja sisäiset siirrot optimoituna	1 h
Tuotteen valmistukseen kuluva aika	2,7 min	Tuotteen valmistukseen kuluva aika	1,8 min
Yhteenlaskettu aika	6,8 min		
Tuntia/ovilehti käsipelillä	0,114	Tuntia/ovilehti robotilla	0,030
TT-kustannus/ovilehti *** €		TT-kustannus/ovilehti robotilla *** €	
Säästö vuodessa (slim- lehdet) 50 467 €			
		Vaiheita robottiasemalla:	
		Hitsaus+ muut vaiheet	
		hitsauskierron aikana	1,4 min
		ladonnan lisäaika/osa	0,2 min
		Koneaikakerroin	1,1
		Hitsaus + muut vaiheet	
		hitsauskierron aikana, kun jigissä	4,25 min
		Ladonnan lisäaika/3kpl	0,6 min

Ensimmäinen vaihe siirretään robotille vuoden 2018 aikana. Käyttöön Q1/2019.

Vuosivolyymi keskimäärin 2019 (*** ovea/viikko ja ovet 3-4 lehtisiä) ***** kpl Laadittu: 3.10.2018 SG

Kerroin (ajatellaan, että vuosivolyymi kasvaa 2% joka vuosi) 1,02 Muokattu: 15.10.2018 SG

Laatukustannusten pieneneminen, avustukset ja henkilöstön terveyteen liittyvät

plussat jätetty huomioimatta laskelmassa. **Vaikuttavat investoinnin**

kannattavuuteen merkittävästi.

Mahdollisesti lainalla rahoitettavaa osuutta ei ole huomioitu.

Investoinnin kannattavuuslaskelma STEP 1 (slim- lehdet):

	Vuosi:	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Laskentakorko (tuottoaavimus)		20 %	Tuoton lisääminen ja työkuustannusten alentaminen investoinnin avulla. Korossa mukana laskelman epävarmuuskerroin.				
Investoinnin pitoaika		5	Samalla myös käytetyn robotilaitteen arvioitu käyttöikä, ilman suuria lisäinvestointeja				
Vuodet		0	1	2	3	4	5
Investointikustannus		107 200 €	60 724 €	13 218 €	- 35 337 €	- 84 964 €	-135 683 €
Investoinnin jäännösarvo %:na hankinta-arvosta	0 %	- €	Ei jäännösarvoa. Robottisolu käytetään "käyttöajan loppuun"				
Hankintakustannuksesta lainalla rahoitettava osuus	0 %	- €	Lainan korko	0 %	Laina-aika	0	
Vuosituotot/säästöt		267 883 €	51 476 €	52 506 €	53 556 €	54 627 €	55 719 €
Kasvatav ylläpitokustannukset robotisolulla (varaosat, huollot ja korjaukset)			5 000 €	5 000 €	5 000 €	5 000 €	5 000 €
Lainan lyhenne ja korko			0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Vuosikustannukset yhteensä		25 000 €	5 000 €	5 000 €	5 000 €	5 000 €	5 000 €
Yhteensä tuotot/säästöt		242 883 €	46 476 €	47 506 €	48 556 €	49 627 €	50 719 €
Jäljellä oleva takaisinmaksuaika vuoden lopussa		2,31	1,28	0,27			
Tulojen nykyarvo ilman jäännösarvoa		144 135 €		2,27			
Investoinnin jäännösarvon nykyarvo myytäessä		0 €					
Yhteensä		144 135 €					
-Perusinvestointi -->Vähennetään		107 200 €					
Diskontattu tulo		36 935 €					
Investoinnin sisäinen korko (laskennallinen tuotto prosentti)		35 %					
Takaisinmaksuaika (jos tehdään vain slim- mallin lehtiä)	yht.	2,3 vuotta					

Investoinnin sisäinen korko			
Vuodet	Investointi	Nettotuotto	
0	- 107 200 €	-	- 107 200 €
1		46 476 €	46 476 €
2		47 506 €	47 506 €
3		48 556 €	48 556 €
4		49 627 €	49 627 €
5		50 719 €	50 719 €
		242 883 €	
Investoinnin sisäinen korko		35 %	

Asennuskuva

