



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ville Väljä

---

# Suodatinkehysten pistehitsauksen nykytilanteen kartoitus ja automatisoinnin mahdollisuuden tarkastelu

Case Koja Oy

Opinnäytetyö  
Kevät 2025  
Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Ville Väljä

Työn nimi: Suodatinkehysten pistehitsauksen nykytilanteen kartoitus ja automatisoinnin mahdollisuuden tarkastelu Case Koja Oy

Ohjaaja: Jussi Yli-Hukkala

Vuosi: 2025

Sivumäärä: 30

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia suodatinkehysvalmistuksen prosessia ja arvioida sen automatisoinnin mahdollisuuksia sekä kannattavuutta. Työssä tarkasteltiin suodatinkehysten rakennetta, valmistusmenetelmiä ja työvaiheita erityisesti robotiikan ja automaatioteknologian näkökulmasta. Tavoitteena oli selvittää, soveltuuko pistehitsauksen työvaihe automatisointiin ja onko investointi taloudellisesti perusteltu.

Tutkimuksen keskeisenä havaintona todettiin, että pistehitsausvaihe on teknisesti mahdollista robotisoida. Robottihitsaus voisi parantaa tuotannon tarkkuutta ja toistettavuutta sekä vähentää manuaalista työtä. Kustannusanalyysin perusteella kuitenkin havaittiin, että pistehitsauksen osuus kokonaisvalmistuksesta on suhteellisen pieni, minkä vuoksi pelkän hitsausvaiheen automatisointi ei ole taloudellisesti kannattavaa nykyisellä tuotantomallilla.

Jotta automatisointi olisi kannattavaa, tulisi tarkastella koko valmistusprosessia laajemmin ja selvittää mahdollisuuksia yhdistää useampia työvaiheita automatisoinnin piiriin. Mahdollisia kehityskohteita voisivat olla esimerkiksi suodatinkehysten tiivistäminen.

Jatkokehityksenä suositellaan koko tuotantoprosessin kattavaa analyysiä ja mahdollisten lisätyövaiheiden automatisointia. Jatkokehityksen kannalta tärkeänä analysoitavana kohteena on myös kokoonpanopöydän jatkokehitys. Sen optimointi voisi parantaa tuotannon tehokkuutta sekä vähentää manuaalista työkuormaa, jolloin hitsausprosessin automatisoinnin kannattavuus paranisi.

<sup>1</sup> Asiasanat: robotiikka, kartoitus, kannattavuus, automaatio, hitsaus.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering, Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Product Engineering

Author: Ville Väljä

Title of thesis: Examine the current state of spot welding of filter frames and examine the possibility of robotization.

Supervisor: Jussi Yli-Hukkala

Year: 2025

Number of pages:30

Number of appendices:2

---

The objective of the thesis was to examine the filter frame manufacturing process and evaluate the possibilities and profitability of its automation. The study focused on the structure of the filter frame, manufacturing methods, and different work stages, particularly from the perspective of robotics and automation technology. The aim was to determine whether the spot-welding process would be suitable for automation and whether the investment would be economically justified.

The key finding of the study was that the spot-welding process would be technically feasible to automate. Robotic welding could improve production accuracy and repeatability while reducing manual labor. However, a cost analysis revealed that the share of spot welding in the manufacturing process is relatively small, making the automation of this stage alone economically unviable under the current production model.

For automation to be profitable, the entire manufacturing process should be examined more comprehensively, and opportunities to integrate multiple work stages into automation should be explored. Possible development areas could include, for example, the sealing of the filter frame.

As a recommendation for further development, a thorough analysis of the entire production process and the automation of also other work stages was suggested. An essential area for analysis in future development was considered to be the improvement of the assembly table. Optimizing it could enhance production efficiency and reduce manual workload, thereby improving the profitability of automating the welding process.

<sup>1</sup> Keywords: robot, assessment, profitability, automation, spot welding.

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä .....  | 2  |
| Thesis abstract .....  | 3  |
| SISÄLTÖ .....  | 4  |
| Kuvaluettelo .....   | 6  |
| Käytetyt termit ja lyhenteet.....  | 7  |
| 1 JOHDANTO .....   | 8  |
| 1.1 Toimeksiantaja .....   | 8  |
| 1.2 Työn tausta.....   | 8  |
| 1.3 Työn tavoite.....  | 9  |
| 2 ROBOTTI JA ROBOTTISOLU.....  | 10 |
| 2.1 Robottien historia ja nykytila .....                                       | 10 |
| 2.2 Robotti .....  | 10 |
| 2.3 Nivelrobotti .....   | 11 |
| 3 LAYOUT, PROSESSI JA KANNATTAVUUS.....  | 12 |
| 3.1 Layout-suunnittelu .....   | 12 |
| 3.2 Prosessisuunnittelu .....  | 13 |
| 3.3 Investoinnin kannattavuuden mittaaminen: Menetelmät ja työkalut .....      | 13 |
| 3.3.1 Nettoykyarvon laskeminen .....   | 14 |
| 3.3.2 Takaisinmaksuajan analyysi.....  | 14 |
| 3.3.3 Annuiteettimenetelmä.....  | 14 |
| 3.3.4 Pääoman tuottoasteen laskenta .....                                      | 15 |
| 3.4 Investointien tuottavuuden arviointi ja sen merkitys liiketoiminnalle..... | 15 |
| 4 SUODATINKEHYS JA VALMISTUSPROSESSI .....                                     | 16 |
| 4.1 Suodatinkehys.....   | 16 |
| 4.2 Työvälineet .....  | 17 |
| 4.3 Valmistus.....   | 18 |
| 4.3.1 Keräily.....   | 18 |
| 4.3.2 Pistehitsaus .....   | 19 |
| 4.3.3 Esivalmistus ja asetus .....   | 20 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.3.4 | Tiivistäminen ja loppukokoonpano .....                        | 21 |
| 5     | VALMISTUSPROSESSIN AUTOMATISOINTI.....                        | 22 |
| 5.1   | Suodatinkehysten rakenteen soveltuvuus automatisointiin ..... | 22 |
| 5.2   | Tilan soveltuvuus robottisolulle .....                        | 22 |
| 5.3   | Haasteet automatisoinnille.....                               | 25 |
| 6     | KANNATTAVUUS.....   | 26 |
| 6.1   | Investointi kustannuksena.....                                | 26 |
| 6.2   | Investoinnin kannattavuus.....                                | 26 |
| 6.2.1 | Takaisinmaksuajan menetelmä.....                              | 27 |
| 6.2.2 | Nettonykyarvo menetelmä.....                                  | 27 |
| 6.2.3 | Annuiteettimenetelmä.....                                     | 28 |
| 6.2.4 | Pääoman tuottoastemenetelmä .....                             | 28 |
| 7     | YHTEENVETO JA POHDINTA.....                                   | 29 |
| 7.1   | Yhteenveto .....  | 29 |
| 7.2   | Pohdinta .....  | 30 |
|       | LÄHTEET .....   | 31 |
|       | LIITTEET.....   | 33 |

## Kuvaluettelo

|  |    |
|--|----|
| Kuva 1. Robotin akselit.....   | 11 |
| Kuva 2. Valmiina kolmea erikokoista suodatinkehystä.....                                 | 16 |
| Kuva 3. KempoWeld-pistehitsauskone.....  | 17 |
| Kuva 4. Asennuspöytä.....  | 17 |
| Kuva 5. Aromac S-2152.....   | 18 |
| Kuva 8. Kolme pistehitsauspistettä ohutlevyosissa.....                                   | 19 |
| Kuva 9. Pistehitsauspihdit asetettuna valmiina pistehitsaukseen.....                     | 19 |
| Kuva 6. Ohutlevyosien esivalmistelu.....   | 20 |
| Kuva 7. Ohutlevyosat kokoonpantuna kasauspöydällä valmiina pistehitsattavaksi.....       | 21 |
| Kuva 10. Suodatinkehysten saumojen tiivistys.....  | 21 |
| Kuva 11. Kuva tuotantotilan layoutista, johon sovitettu robotin työ- ja varoalueet.....  | 23 |
| Kuva 12. CAD-mallinnus nykyisellä asennuspöydällä.....                                   | 24 |
| Kuva 13. Tuotantotilan layout-suunnitelma toteutettuna Visual Components ohjelmalla..... | 24 |
| Kuva 14. Robotin liikealue ei kata asennuspöytää kokonaisuudessaan.....                  | 25 |

## Käytetyt termit ja lyhenteet

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>CAD</b>         | CAD eli Computer Aided Design tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua, jossa hyödynnetään tietokoneohjelmistoja luotaessa teknisiä piirustuksia ja kolmiulotteisia malleja.   |
| <b>Diskonttaus</b> | Diskonttaus tarkoittaa tulevaisuudessa saatavien rahavirtojen arvon laskemista nykyhetkeen käyttäen tiettyä korkokantaa. Se auttaa arvioimaan investointien kannattavuutta huomioimalla rahan aika-arvon.   |
| <b>Kanban</b>      | Kanban on visuaalinen työnohjausmenetelmä, joka auttaa hallitsemaan työnkulkuja ja tehostamaan prosesseja esimerkiksi tuotannossa ja ohjelmistokehityksessä. Se perustuu tehtävien jatkuvaan seurattavuuteen ja rajoitettuun työn määrään kerrallaan, mikä parantaa tehokkuutta ja vähentää hukkaa. |
| <b>Layout</b>      | Teollisuudessa layoutilla viitataan koneiden, laitteiden ja työpisteiden järjestykseen tuotantotilassa.   |

# 1 JOHDANTO

Johdantoluvussa syvennytään työn toimeksiantajaan, tutustumme työn taustaan ja syntyyn sekä siihen liittyvään tarpeeseen. Lisäksi käsittelemme työn tavoitteita ja sitä, mitä toivomme työn saavuttavan. Johdanto antaa kattavan kuvan siitä, millaisia kysymyksiä ja haasteita työ pyrkii ratkaisemaan ja millaisiin tavoitteisiin pyritään.

## 1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Koja Oy, joka on osa Koja Group -konsernia (Koja, i.a). Koja Group -konserni käsittää emoyhtiö Koja-Yhtiöt Oy:n lisäksi Koja Oy:n, Chiller Oy:n ja niiden tytäryhtiöt sekä toiminnot Suomessa, Ruotsissa ja Yhdysvalloissa. Työ tehdään Koja Oy:n Jalasjärven toimipisteelle.

Koja Oy keskittyy ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytysratkaisuihin. Yritys tarjoavat tuotteita ja palveluita, jotka liittyvät rakennusten ja laivojen ilmanvaihtoon ja energiatehokkuuteen. Koja Oy:ssä työskentelee noin 500 henkilöä, liikevaihto vuonna 2022 oli noin 119 miljoonaa euroa.

Koja Oy käynnisti Jalasjärven toimintansa vuonna 1998, jolloin yritys perusti uuden tehtaan Vaasantien varteen vastatakseen kasvaneeseen tuotantokapasiteetin tarpeeseen (Tanni, 2015, s. 73–75). Tehtaan avaaminen merkitsi merkittävää laajentumista, ja sen myötä 25 uutta työntekijää liittyi yrityksen palvelukseen uusina kojalaisina. Uuden tehtaan ansiosta Koja Oy pystyi tehostamaan tuotantoaan ja laajentamaan toimintaansa entisestään, mikä johti henkilöstömäärän tasaiseen kasvuun. Vuosien kuluessa työntekijämäärä kasvoi tasaisesti, ja 2010-luvun alkuun mennessä se oli kohonnut jo huomattavasti yli sadan, mikä kuvastaa yrityksen jatkuvaa kehitystä ja kasvua Jalasjärvellä.

## 1.2 Työn tausta

Koja Oy valmistaa tuotannossaan erilaisia ilmanvaihtoratkaisuja vaativiin asiakastarpeisiin. Osana tätä tuotantoa on suodatinkehysten valmistus, jossa suodatinkehysten runko pistehitsataan. Tämä työvaihe on fyysisesti kuormittavaa, aikaa vievää sekä sen tasalaatuisuus vaihtelee eri työntekijöiden välillä.

Näiden tietojen pohjalta on pohdittu, olisiko pistehitsauksen automatisointi / robotisointi järkevä vaihtoehto työprosessin suorittamiseen.

### **1.3 Työn tavoite**

Työn tavoitteena on tutustua ja kartoittaa tuotannossa tapahtuvaa suodatinkehysten pistehitsausprosessia, pohtia sen eri vaiheiden toimintamalleja, sekä tutkia tämän prosessin automatisoinnin mahdollisuutta.

Kartoitettaessa nykyistä tilannetta tutkitaan työn kuormitustekijöitä, työvaiheiden haasteita ja käytettävissä olevia työvälineitä.

Automatisoinnin mahdollisuuksia tutkittaessa arvioidaan työympäristön kokonaisuutta, sen soveltuvuutta ja valmiutta automatisoinnille, erilaisia tapoja integroida automatiikkaa pistehitsaukseen sekä tarvittavia muutoksia nykyiseen prosessiin, jotta se voidaan automatisoida. Lisäksi tarkastellaan automatisoinnin kannattavuutta ja automatisoinnilla saavutettavia hyötyjä.

## 2 ROBOTTI JA ROBOTTISOLU

Tässä luvussa perehdytään siihen, mitä robottiväestöinen tuotanto merkitsee teollisuuden kontekstissa. Tarkastellaan robottiväestöisen tuotannon peruseräiteitä, sekä tarkastellaan erilaisia robotiikan sovellusalueita teollisuudessa. Lisäksi tutkitaan robottien toimintaperäiteitä, niiden käyttöä erilaisissa tuotantoprosesseissa ja niiden mahdollisia vaikutuksia työvoiman rooliin ja tuotannon tehokkuuteen.

### 2.1 Robottien historia ja nykytila

Teollisuuden robotit ovat olleet keskeinen osa teollisuutta jo 1960-luvulta lähtien (Lempiäinen, 2023). Alussa käytettiin pääasiassa hydraulikkaan perustuvia robotteja, mutta 1970-luvun puolivälissä ne korvattiin tehokkaammilla ja monipuolisemmilla sähköteknikkaa hyödyntävillä teollisuusroboteilla. Vaikka alussa robotiikkaa hyödynnettiinkin pääasiassa autoteollisuudessa, sen käyttöalueet ovat laajentuneet merkittävästi. Nykyään robotiikka on integroinut osaksi monia muita teollisuudenaloja, kuten elektroniikka-, elintarvike- ja lääketieteellisuutta. Tämä kehitys on osa suurempaa teollisuuden megatrendiä, jossa automaatio ja robotiikka ovat keskeisessä roolissa tehostamassa tuotantoprosesseja, parantamassa tuotteiden laatua ja luomassa kilpailuetua globaaleilla markkinoilla.

### 2.2 Robotti

Robotin määritelmä on seuraavan lainen: robotti on tietokoneohjattu laite, joka on ohjelmoitu liikkumaan, siirtämään ja käsittelemään erilaisia kappaleita ja tekemään työtä omassa ympäristössään (Gupta ym., 2017, s.399).

Tyypillisesti teollisuudessa käytössä on nivelvarsirobotteja, joilla on kuusi akselia, akselin liikkeet ovat kiertyviä tai suorita (Lempiäinen, 2023). Nivelvarsirobotit ovat hyvin yleiskäyttöisiä, ja niiden asennus on mahdollista esimerkiksi lattialle, kattoon tai seinälle. Maailmalla yleisimpiä robotteja ovat autoteollisuuden pistehitsausrobotit, joiden hyötykuorma on usein 30–120 kg pistehitsauspihtien painosta määräytyen.

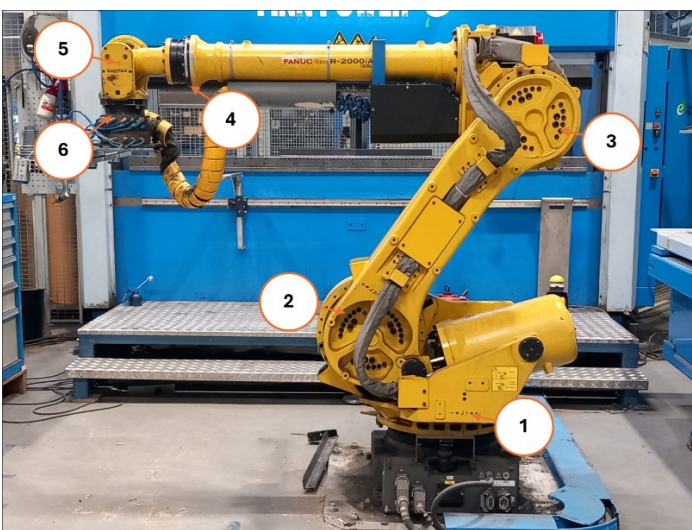
## 2.3 Nivelrobotti

Teollisuusrobotin rakenne voidaan jakaa karkeasti mekaaniseen yksikköön, virtalähteeseen, ohjainkaappiin, käyttövoimanlähteeseen ja työkaluihin (Gupta ym., 2017, s.403–404).

Mekaaninen yksikkö käsittää nivelvarsirobotin käsivarret, jalustan ja työkalulaipan. Työkalut kuten tarttajat, kiinnittyvät työkalulaippaan, joka on kiinni nivelvarsirobotin rannenivelessä. Mekaaniset ominaisuudet, kuten nivelet, vaikuttavat liikeratojen monipuolisuuteen, sekä vapausasteiden lukumäärään (Lempiäinen, 2023). Nivelvarsirobottien ulottuvuutta rajoittava tekijä perustuu myös nivelvarsirobotin mekaanisiin ominaisuuksiin, kuten asennustapaan, robotin fyysiseen kokoon, sekä nivelvarsirobotin maksimihyötykuormaan.

Käyttövoimanlähteellä tarkoitetaan yksikköä, josta robotti saa voimansa, esimerkiksi työkaluille (Gupta ym., 2017, s.404). Käyttövoimanlähteet voivat olla esimerkiksi sähköisiä, pneumaattisia tai hydraulisia. Tavallisesti hydraulista voimanlähdettä käytetään, jos tarvittava työ vaatii paljon voimaa, pneumaattista voimanlähdettä käytetään nopeiden liikkeiden luomisessa tai työkalujen ohjauksessa, kuten tarraimen. Sähköistä voimanlähdettä käytetään usein sovelluksissa, jotka vaativat paljon tarkkuutta ja voimaa.

Kuvasta 1 voidaan helposti tunnistaa kuusiakselisen nivelvarsirobotin eri akselit. Näitä akselleita liikuttamalla toisistaan riippumattomasti saavutetaan haluttu asento tai piste.



Kuva 1. Robotin akselit.

### 3 LAYOUT, PROSESSI JA KANNATTAVUUS

Tässä luvussa tarkastelemme layoutin keskeistä roolia tuotantosuunnittelussa. Perehdymme layoutin käsitteeseen selvittäen sen merkitystä ja vaikutusta tuotantoympäristössä. Lisäksi tässä luvussa käsitellään investoinnin kannattavuuden arviointia eri näkökulmista, kuten menetelmiä ja työkaluja investointien taloudellisen hyödyn ja riskin arviointiin. Investointien kannattavuus on olennainen osa yrityksen strategista päätöksentekoa (Vehmanen, 2008).

Investointi on prosessi, joka jakautuu vaiheisiin ennen ja jälkeen investointipäätöksen. Hankinta katsotaan investoinniksi, jos se täyttää tietyt kriteerit (Valtiokonttori, 2022). Ensinnäkin hankinnasta tulee syntyä merkittäviä hyötyjä, tuottoja tai säästöjä pitkällä aikavälillä. Tämä pitkäaikaisuus tuo mukanaan myös riskejä. Toiseksi hankintamenon tulee olla merkittävä. Näin ollen investoinnit sitovat huomattavia resursseja, kuten rahaa ja työaikaa, sekä sisältävät taloudellisia ja toiminnallisia riskejä. Hyötyjen ja kustannusten realisoituminen usean vuoden aikana luo ennustamisen epävarmuutta, minkä vuoksi huolellinen suunnittelu ja kannattavuuden arviointi ovat keskeisiä osia investointia kartoittaessa.

#### 3.1 Layout-suunnittelu

Layout-sanalla tarkoitetaan jonkin asian sijoittelua, asettelua, sommittelua tai suunnitelmaa (Otter Media, i.a.).

Tuotannon layout tarkoittaa tuotantotilan järjestelyä, mukaan lukien työpisteiden, laitteiden, varastojen, kulkureittien ja muiden tarpeellisten elementtien sijoittelua tehtaassa (Logistiikan maailma, i.a.-a). Layoutin suunnitteluun ja toteuttamiseen käytetään usein paljon aikaa ja resursseja, lisäksi sen muuttaminen voi olla haastavaa. Lopulta layoutilla on ratkaiseva merkitys tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta, ja näin ollen layout-päätökset ovat keskeisiä tuotannon näkökulmasta.

Tuotannon layoutin tulisi lisätä työntekijöiden ja vierailijoiden turvallisuutta, optimoida materiaalivirtojen kulkua, minimoida tuotteen läpäisyäikää, vähentää tarpeetonta työntekijöiden liikumista, edistää korkealaatuisten tuotteiden valmistusta ja hyödyntää käytettävissä olevaa tilaa tehokkaasti.

### 3.2 Prosessisuunnittelu

Prosessi sanana tarkoittaa toimintojen sarjaa, joita tekemällä saavutetaan tavoiteltu tulos (Cambridge University Press, 2019). Prosessisuunnittelun keskeinen tarkoitus on suunnitella tehokas ja toimiva prosessi. Prosessisuunnittelussa merkittävänä vaiheina toimivat tavoitteiden määrittely, nykytilan kartoitus, ongelmakohtien tunnistaminen, vaihtoehtojen kartoitus, ratkaisun valinta ja suunnitelman laatiminen sekä suunnitelman toteutus ja seuranta (InEngineering, i.a.).

Hyvin suunnitellulla prosessilla saavutetaan tuotannon kannalta tärkeitä etuja, kuten minimoitu hukka, laadun varmistus, yhteinen dokumentoitu tapa toimia, seurattavuus ja läpäisyajan lyhentymisen (Logistiikan maailma, i.a.-b). Onnistunut ja hyvin toimiva prosessi parantaa resurssien käyttöä ja lisää tehokkuutta, mikä puolestaan voi johtaa kustannussäästöihin ja parempaan työtyytyväisyyteen. Lisäksi selkeästi määritelty prosessi helpottaa henkilöstön koulutusta ja vähentää virheiden mahdollisuutta, mikä tukee organisaation kokonaisvaltaista kehitystä.

### 3.3 Investoinnin kannattavuuden mittaaminen: Menetelmät ja työkalut

Investointilaskelmat ovat keskeinen työkalu kannattavuuden konkreettiseen arviointiin, sillä ne kuvaavat, kuinka rahaa sitova toiminta voi myöhemmin vapauttaa sitä alkuperäistä määrää enemmän (Vehmanen, 2008). Tyypilliseen investointiin kuuluu aluksi suurehko kertakustannus, jota pyritään kattamaan pitkähkön ajan kuluessa investoinnin nettotuloilla. Vertailemalla menevien ja tulevien rahavirtojen määriä ja ajankohtia, voidaan arvioida investoinnin kannattavuutta.

Yleisesti käytettyjä investointien arviointimenetelmiä ovat nettonykyarvon laskeminen ja takaisinmaksuajan analyysi, joita usein sovelletaan yhdessä (Yritystulkki, i.a.). Näiden lisäksi tavallisesti hyödynnetään myös annuiteettimenetelmää sekä pääoman tuottoasteen laskentaa. Nämä menetelmät tarjoavat erilaisia näkökulmia investointien kannattavuuden ja riskin arviointiin, ja niitä voidaan käyttää erikseen tai yhdistellen riippuen projektin luonteesta ja arvioinnin tarpeista.

### 3.3.1 Nettonykyarvon laskeminen

Nettonykyarvo on menetelmä, jolla arvioidaan investoinnin kannattavuutta vertaamalla tulevien rahavirtojen nykyarvoa alkuperäiseen investointikustannukseen (Pankkiasiat, i.a.). Nettonykyarvo lasketaan diskonttaamalla tulevat rahavirrat ja tarkastamalla, ylittääkö niiden yhteisarvo alkuperäisen sijoituksen määrän. Tämä kertoo, tuottaako investointi voittoa vai tappiota. Nettonykyarvon laskentaan on yleistynyt seuraava kaava:

$$\text{Nettonykyarvo} = \frac{\text{Kassavirta}}{1 + \text{Korko}^{\text{Aika}} \text{jakso}} - \text{Alkuinvestointi} \quad (1)$$

### 3.3.2 Takaisinmaksuajan analyysi

Takaisinmaksuajan menetelmässä selvitetään, kuinka pitkässä ajassa investointi maksaa itsensä takaisin ja milloin investoinnin kumulatiiviset nettotuotot ylittävät alkuperäisen hankintakustannuksen (Tenhunen, 2013). Tämä laskentamenetelmä on yleisesti käytössä, mutta sen heikkous on se, että se ei ota huomioon laskentakorkokantaa. Takaisinmaksuaika keskittyy erityisesti investoinnin rahoitustehokkuuteen. Takaisinmaksuajan laskentaan on yleistynyt seuraava kaava:

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{\text{Investointimeno}}{\text{Vuotuinen nettotuotto}} \quad (2)$$

### 3.3.3 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmä poikkeaa nettonykyarvomenetelmästä siten, että hankintahinta jaetaan investoinnin pitoaikaa vastaaviksi tasaisiksi vuosittaisiksi kustannuksiksi eli annuiteeteiksi (Tenhunen, 2013). Nämä annuiteetit koostuvat poistoista ja laskentakorkokannan mukaisista korkokustannuksista. Investointi on taloudellisesti kannattava, jos sen nettotuotot kattavat vähintään vuosittaiset annuiteetit. Jos investoinnissa on jäännösarvo, se diskontataan hankintahetkeen ja vähennetään alkuperäisestä hankintamenosta. Annuiteettimenetelmän laskentaan on yleistynyt seuraava kaava:

$$\text{Vuosittainen annuiteetti} = \frac{\text{Investointimeno} * \text{Laskentakorkokanta}}{1 - (1 + \text{Laskentakorkokanta})^{-\text{Pitoaika vuosina}}} \quad (3)$$

### 3.3.4 Pääoman tuottoasteen laskenta

Sijoitetun pääoman tuotto mittaa, kuinka paljon tuottoa on saatu investointiin sijoitetuista varoista (Osakesijoittajat, i.a.). Tämä tunnusluku on keskeinen väline investoinnin kannattavuuden arvioinnissa ja kertoo, kuinka tehokkaasti investointiin sijoitettu pääoma tuottaa voittoa. Pääoman tuottoasteen laskentaan on yleistynyt seuraava kaava:

$$\text{Pääoman tuottoaste} = \frac{\text{Vuotuinen nettotuotto}}{\text{Investoitu pääoma}} * 100 \quad (4)$$

### 3.4 Investointien tuottavuuden arviointi ja sen merkitys liiketoiminnalle

Investointien tuottavuuden arviointi on keskeinen osa liiketoiminnan kehittämistä ja pitkäaikaisen kilpailukyvn varmistamista (Vehmanen, 2008). Tuottavuuden mittaamiseen käytetään erilaisia tunnuslukuja, joilla voidaan arvioida investointien tehokkuutta ja niiden kykyä tuottaa lisäarvoa suhteessa sijoitettuun pääomaan. Näitä tunnuslukuja ovat esimerkiksi nettonykyarvo, sisäinen korkokanta, takaisinmaksuaika, pääoman tuottoaste. Lisäksi käytössä on muita taloudellisia mittareita, jotka auttavat yritystä tekemään perusteltuja päätöksiä investointien kannattavuudesta ja riskistä. Näiden mittareiden avulla voidaan myös vertailla eri investointivaihtoehtoja ja optimoida pääoman käyttöä liiketoiminnan pitkän aikavälin tavoitteiden saavuttamiseksi.

Investointien tuottavuuden arvioinnilla voidaan varmistaa, että pääomat kohdistetaan oikein ja että investoinnit tukevat yrityksen strategisia tavoitteita (Osaavayrittäjä, i.a.). Se myös auttaa tunnistamaan mahdolliset tehottomuudet ja optimoimaan resurssien käyttöä.

## 4 SUODATINKEHYS JA VALMISTUSPROSESSI

Tässä luvussa tarkastellaan suodatinkehystä, sen rakennetta ja valmistusprosessia. Tutustutaan siihen, mikä suodatinkehys on ja mitkä komponentit siihen kuuluvat. Lisäksi käsittelemme suodatinkehysten valmistusprosessia sekä käytettäviä työvälineitä. Käydään myös läpi kehysten rakenne ja eri kokoisia vaihtoehtoja.

### 4.1 Suodatinkehys

Suodatinkehys on kokoonpano, joka koostuu ohutlevyosista, ostokomponenteista ja tiivisteistä. Sen runkorakenne valmistetaan pistehitsaamalla ohutlevyosat toisiinsa. Suodatinkehysten ensisijainen tehtävä on varmistaa tuloilmasuodattimien asianmukainen kiinnitys ilmanvaihtokoneessa, sekä mahdollistaa niiden nopea ja vaivaton vaihtaminen huoltotoimenpiteiden yhteydessä.

Suodatinkehysten koko määräytyy ilmanvaihtokoneen mittojen mukaan, ja se voi vaihdella noin 660 x 660 mm:stä aina 3000 x 3000 mm:iin. Suurimmat suodatinkehyskokoonpanot ovat rakenteeltaan kaksiosaisia. Kuvassa 2 esitetään eri kokovaihtoehtoja sekä valmiin suodatinkehysten rakenne.



Kuva 2. Valmiina kolmea erikokoista suodatinkehystä.

## 4.2 Työvälineet

Työvälineet suodatinkehityksen valmistamiseen vaihtelivat työvaiheen mukaan. Esivalmistelussa ainoana työvälineenä on kuvan 3 mukainen KempoWeld-pistehitsauskone.



Kuva 3. KempoWeld-pistehitsauskone.

Kappaleiden asetukseen hyödynnettiin kuvan 4 asennuspöytää, lukkopihtejä ja mittaa.



Kuva 4. Asennuspöytä.

Esivalmistelun ja asetuksen jälkeen työpisteessä pistehitsattiin runkorakenne keventymissä olevalla Aromac S-2152 pistehitsauspihdeillä, kuva 5.



Kuva 5. Aromac S-2152.

Tiivistysvaiheessa liimamassa levitettiin saumoihin Makitan DCG180 massapuristimella.

### 4.3 Valmistus

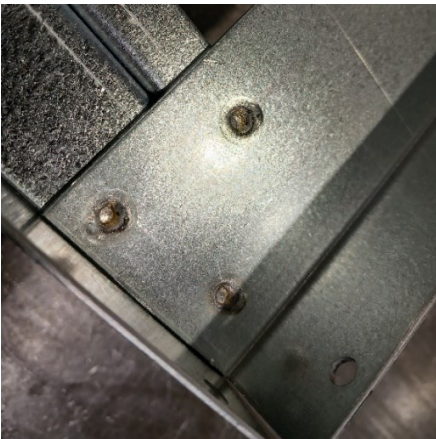
Valmistusprosessi jaettiin neljään vaiheeseen, mikä mahdollistaa selkeän rakenteen ja tehokkaan seurannan tulevaa kannattavuuslaskelmaa varten. Nämä työvaiheet ovat keräily, esivalmistelu ja asetus, pistehitsaus, sekä tiivistäminen ja loppukokoonpano. Tämä jaottelu auttaa tarkentamaan valmistuksen eri osa-alueita ja erityisesti arvioimaan pistehitsaukseen kuluva työaikaa suhteessa koko valmistusprosessiin.

#### 4.3.1 Keräily

Keräilyvaiheessa työntekijä hakee solun viereisestä kanban-osien varastosta tarvittavat ohutlevyosat. Liitteestä 2, nähdään, että keräilyyn kuluva aika kelloitettuna on noin 8,2 % koko suodatinkehyksen valmistusprosessia.

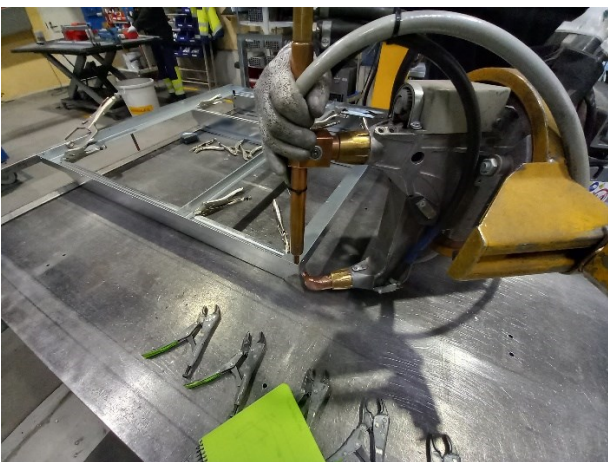
### 4.3.2 Pistehitsaus

Pistehitsauksen työvaiheessa kasauspöydälle asetetut ohutlevyosat liitetään toisiinsa pistehitsaamalla. Tavallisesti kuhunkin kiinnityspisteeseen tehdään kaksi tai kolme hitsauspistettä, kuten alla olevassa kuvassa esitetään. Tässä vaiheessa työntekijän vastuulla on varmistaa työn korkea laatu, sillä pistehitsauksen lopputulos riippuu täysin hänen huolellisuudestaan ja ammattitaidostaan.



Kuva 6. Kolme pistehitsauspistettä ohutlevyosissa.

Pistehitsaus työvaiheena on hyvin yksinkertainen, mutta fyysisesti kuormittava suurista pistehitsauspihdeistä ja epäergonomisista työasunnoista johtuen. Vaikka pistehitsauspihdeille on tarvittava tila, että hitsaus voidaan suorittaa, saattaa pihtien asettaminen vaatia asennuspöydälle kurkottamista, kuten kuvassa alla.



Kuva 7. Pistehitsauspihdit asetettuna valmiina pistehitsaukseen.

Kuten liitteestä 2 nähdään, pistehitsauksen osuus kokoonpanosta vie noin 15 % koko suodatinkehysten valmisajasta.

### 4.3.3 Esivalmistus ja asetus

Esivalmistelussa osa ohutlevyosista pistehitsataan yhteen, kuten alla oleva kuva osoittaa. Tämä on tarpeellinen vaihe ennen asetuksen jälkeistä pistehitsausta, koska näistä muodostuu runkorakenne asetusvaiheessa.



Kuva 8. Ohutlevyosien esivalmistelu.

Esivalmistelun jälkeen ohutlevyosat asetetaan tarkasti kasauspöydälle ja kiinnitetään hyödyn-tään pöydän magneettivastetta sekä lukkopihtejä, kuten kuvassa alla. Osien huolellinen aset-telu ja kiinnitys lukkopihtien avulla ovat aikaa vieviä työvaiheita. Tämä vaihe on kriittinen val-mistusprosessin kannalta, sillä mittaamalla ja sovittamalla varmistetaan, että suodatinkehys on suorassa ja täyttää vaaditut laatuvaatimukset.



Kuva 9. Ohutlevyosat kokoonpantuna kasauspöydällä valmiina pistehitsattavaksi.

Liitteestä 2 Nähdään, että esivalmistus- ja asetusvaihe veivät noin 29,6 % koko suodatinkehysten valmistusprosessista.

#### 4.3.4 Tiivistäminen ja loppukokoonpano

Tiivistämisessä ja loppukokoonpanossa suodatinkehysten saumat tiivistetään liimamassalla, sekä asennetaan ostokomponentit, kuten kahvat ja reunatiiviste luukkuihin. Vaihe on aikaa vievä prosessi ja sen suorittaminen kasauspöydällä on toisinaan hankalaa. Tämän syyn takia suodatinkehys usein irrotetaan kasauspöydästä ja se laitetaan tiivistämiselle suotuisampaan asentoon, kuten kuvassa alla. Myös tarpeettomat luukut peitetään tässä vaiheessa peitelevyllä.



Kuva 10. Suodatinkehysten saumojen tiivistys.

Liitteen 2 mukaan tiivistyksen ja loppukokoonpanon osuus kokonaisvalmistusajasta on noin 47,1 %.

## **5 VALMISTUSPROSESSIN AUTOMATISOINTI**

Tässä osiossa käydään läpi valmistuksen automatisoinnin esisuunnittelua ja sen mahdollisuuden kartoittamista. Käydään läpi käytössä olevaa tilaa ja sen soveltuvuutta automatisoinnin näkökulmasta sekä tarkastellaan, mitä automatisointi vaatisi. Lisäksi tarkastellaan tuotteen rakennetta automatisoinnin kannalta.

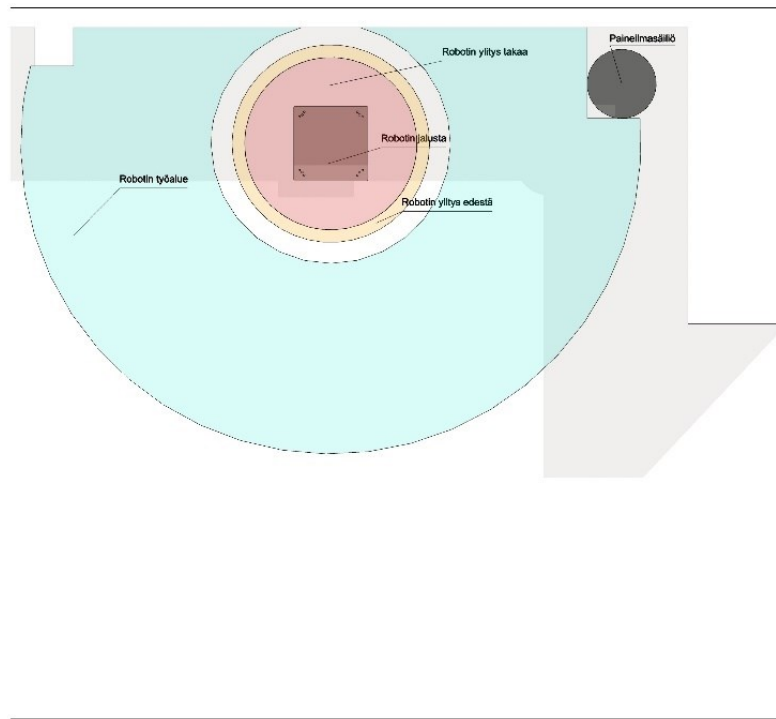
### **5.1 Suodatinkehysten rakenteen soveltuvuus automatisointiin**

Suodatinkehysten rakenne on yksinkertainen, mikä helpottaa sen käsittelyä ja valmistusta. Lisäksi liitoskohdat ovat helposti saavutettavissa, mikä osaltaan vähentää kokoonpanoon ja pistehitsaamiseen liittyviä haasteita. Nämä ominaisuudet tekevät suodatinkehysten rakenteesta erityisen hyvin soveltuvan automatisoituun valmistusprosessiin, sillä yksinkertainen rakenne ja hyvä saavutettavuus mahdollistavat robotiikan hyödyntämisen tuotannossa.

### **5.2 Tilan soveltuvuus robottisolulle**

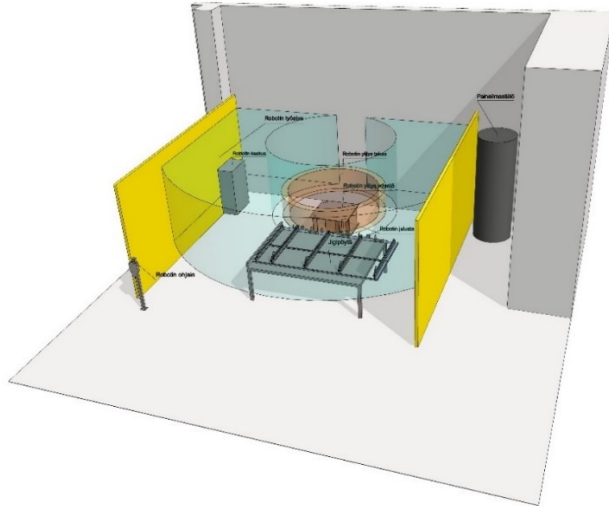
Tilan soveltuvuuden arviointi aloitettiin ensin mittaamalla käytettävissä oleva tila sekä selvittämällä siihen liittyvät mahdolliset rajoitukset. Tämä mahdollisti tarkemman käsityksen tilan koosta ja sen tarjoamista mahdollisuuksista sekä rajoitteista. Kyseinen tila sijaitsi kokoonpanotehtaan keskeisellä alueella, mikä teki sijainnista strategisen tärkeän solun sijoittamista ajatellen. Lisäksi solulle varattu alue rajautui vilkkaasti liikennöidyn tavarankuljetusväylän viereen, mikä toi mukanaan erityisiä huomioitavia seikkoja muun muassa turvallisuuden ja logistiikan sujuvuuden kannalta.

Seuraavaksi selvitettiin robotin vaatimaa tilaa ja työaluetta, jolla robotti pystyy työskentelemään. Kuvassa 11 on hahmotettu kokoluokkaa pienemmän robotin työ alue joka sovitettuna käytössä olevaan tilaan Tästä luotiin pohjakuva hyödyntäen Vertex G4 CAD-ohjelmistoa.



Kuva 11. Kuva tuotantotilan layoutista, johon sovitettu robotin työ- ja varoalueet.

Seuraavaksi alueesta luotiin CAD-malli käyttäen nykyistä käytössä olevaa asennuspöytää (kuva 12). Tästä huomattiin, ettei pienemmän kokoluokan robotilla ole riittävää työaluetta suurempien suodatinkehysten valmistamiseen.



Kuva 12. CAD-mallinnus nykyisellä asennuspöydällä.

Tältä pohjalta saatiin ajatus servoliikeradasta ja kahdesta asennuspöydästä. Lisäksi mahdollisen robottimallin varmistuttua IRB 5720-90 malliksi, voitiin mallinuksessa siirtyä käyttämään Visual Components Professional 4.4 CAD-ohjelmaa, josta kyseinen robottimalli löytyi ohjelman kirjastosta. Visual Componentsilla alueesta mallinnettiin CAD-malli, johon tuotantosolua voitiin suunnitella. Samalla voitiin varmistaa, että robotilla on tarvittava liikealue suurempien suodatinkehysten valmistamiseen. Karkea suunnitelma mahdollisesta tuotantotilasta alla. Mallinnusta luotaessa havaittiin, että servoliikerata on pakollinen, jos tuotantoa halutaan toteuttaa kahta asennuspöytää hyödyntäen.

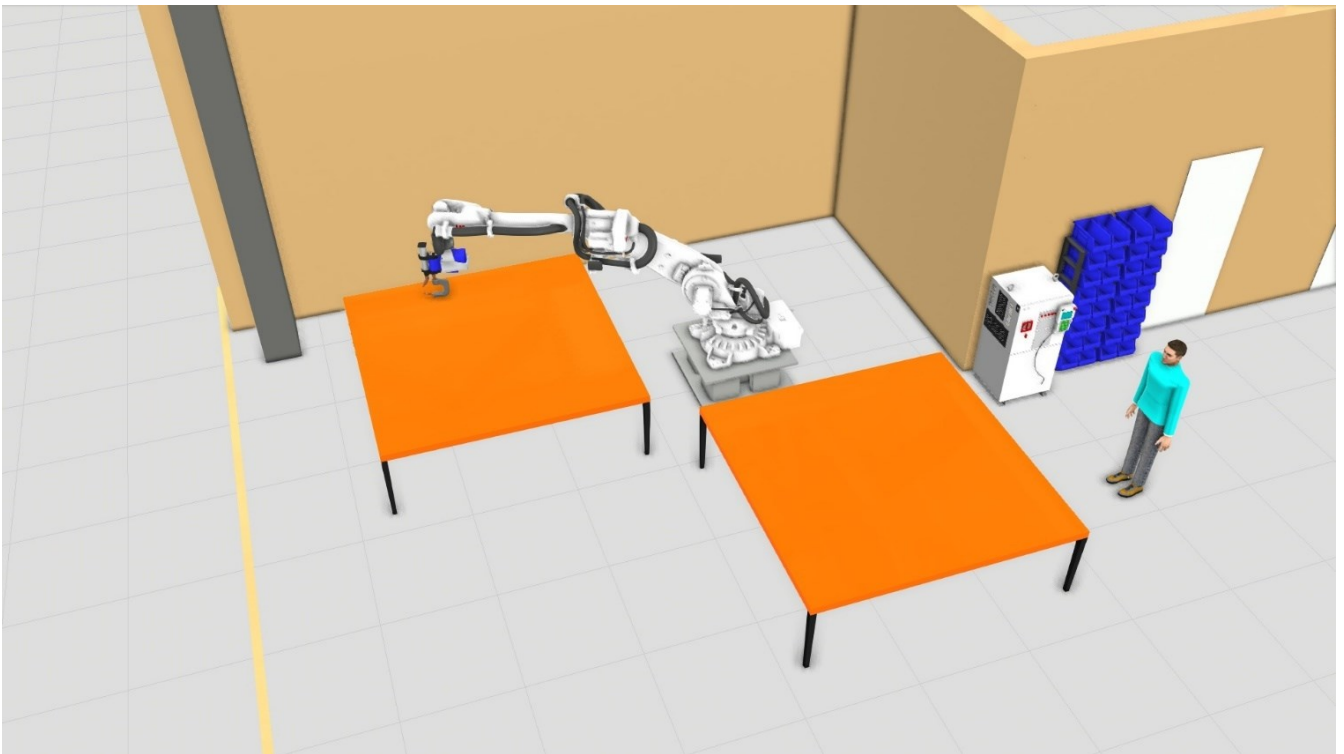


Kuva 13. Tuotantotilan layout-suunnitelma toteutettuna Visual Components ohjelmalla.

Suunnitelmien pohjalta voitiin todeta, että varattu tila on riittävä ja soveltuu hyvin tuotantosolulle.

### 5.3 Haasteet automatisoinnille

Haasteiksi automatisoinnille nousivat pistehitsattavan rakenteen suuri koko, sekä nykyisellä menetelmällä tapahtuva kappaleiden kiinnitys. Suuren koon takia robotilta vaadittiin suurta liikealuetta, mikä osaltaan nostaa kustannusta robotin koon kasvaessa. Lisäksi kappaleen suuren koon vuoksi robotin käyttö kahta asennuspöytää hyödyntäen ei ollut mahdollista ilman servoliikerataa, kuten kuvasta alta voidaan hyvin havaita. Kappaleiden kiinnitystavasta johtuvasta paikoituksen epätarkkuudesta tulee myös haaste automatisoinnille, koska paikoitus on työntekijän mittaamisen varassa. Myös kiinnityksessä käytettävien lukkopihtien asentoa ja paikkaa ei voida täydellisesti varmistaa, minkä vuoksi robotilla saattaa tulla yhteentörmäyksiä lukkopihteihin.



Kuva 14. Robotin liikealue ei kata asennuspöytää kokonaisuudessaan.

## 6 KANNATTAVUUS

Tässä luvussa käydään läpi automatisoinnin kannattavuutta investointina. Automatisointi on nykyään monilla aloilla olennainen osa tuotannon tehostamista ja kilpailukyvyyn parantamista. Se voi tarjota merkittäviä etuja, kuten kustannussäästöjä, tehokkuuden parantamista ja virheiden vähentämistä. Kuitenkin investointipäätös automatisointiin vaatii huolellista harkintaa, sillä alkuinvestoinnit voivat olla suuria. Tässä käsitellään, milloin automatisointi on taloudellisesti kannattavaa ja kuinka sen vaikutuksia voidaan arvioida pitkällä aikavälillä. Lisäksi tarkastellaan erilaisia menetelmiä investoinnin kannattavuuden arvioimiseksi.

### 6.1 Investointi kustannuksena

Investointi kustannuksena koostuu suurimmalta osin tarvittavan robottisolun kustannuksista. Kustannusta ja solun mahdollista rakennetta lähdettiin yhdessä selvittämään ABB Groupin Pasi Kukkosen kanssa.

Kustannukseen vaikuttaviksi tekijöiksi muodostuivat tarvittavan robotin koko, käsittelykapasiteetti, tarvittavat lisävarusteet, kuten pistehitsauskalusto, robottikisko, turvalaitteet, sekä asetuspöytä.

Kukkonen arvioi robottisolun kustannukseksi muodostuvan noin 120 000 € - 170 000 €, riippuen tarvittavista oheislaitteista, kuten ajoliikeservoliikeradasta.

Muulle osuudelle investointia arvioitiin kuluja noin 40 000 € edestä. Näihin kuluihin kuuluvat vanhan työpisteen purku, uuden asennuspöydän valmistus sekä muut pienemmät kulut. Kukurakennetta tutkittaessa todettiin, että käytössä oleva pistehitsauskalusto soveltuu robotin käytettäväksi, joten siltä osin kuluilta vältyttäisiin.

Kokonaisuudessaan investoinnin kuluksi arvioidaan noin 210 000 € varmistaen ettei investoinnin kannattavuutta lasketa liian optimistisesti.

### 6.2 Investoinnin kannattavuus

Investoinnin kannattavuutta lähdettiin purkamaan käyttäen apuna seuraavia menetelmiä, kuten takaisinmaksuajan menetelmää, nykyarvomenetelmää, annuiteettimenetelmää, sekä

pääoman tuottoastemenetelmää. Saavutettua rahallista etua oli vaikea arvioida, koska työ-  
vaiheen automatisoinnilla saavutetaan paljon muitakin kuin taloudellisia etuja, kuten parantu-  
nut työergonomia, laatutekijät ja turvallisuus.

### **6.2.1 Takaisinmaksuajan menetelmä**

Takaisinmaksuajan menetelmässä hyödynnettiin keskiarvoista takaisinmaksun kaavaa. Liit-  
teestä 1 voidaan havaita, että laskennallinen takaisinmaksuaika on arviolta noin neljä vuotta.  
Tämä tarkoittaa, että investoinnin odotetaan kattavan itsensä kyseisessä ajassa tuottojen ja  
säästöjen perusteella.

Takaisinmaksuajan arvioinnissa on tärkeää huomioida mahdolliset epävarmuustekijät, kuten  
markkinatilanteen vaihtelut, operatiiviset kustannukset sekä investoinnin ylläpitokulut. Mikäli  
tulovirtoihin tai säästöihin liittyy epävarmuutta, takaisinmaksuaika voi vaihdella jonkin verran.  
Näin ollen, vaikka laskennallinen takaisinmaksuaika on noin neljä vuotta, on suositeltavaa  
seurata investoinnin kehitystä ja tehdä tarvittaessa tarkennuksia arvioihin.

### **6.2.2 Nettonykyarvo menetelmä**

Nykyarvomenetelmää hyödyntäen voitiin arvioida, että investointi alkaa tuottaa voittoa noin  
viiden vuoden kuluttua. Liitteestä 1 käy ilmi, että laskennallisena korkokantana käytettiin 7 %,  
mikä vaikuttaa investoinnin arvioituun kannattavuuteen.

Koska nykyarvomenetelmä huomioi rahavirtojen ajallisen arvon ja diskonttaa tulevaisuuden  
tuotot nykyhetkeen, investoinnin takaisinmaksuaika on pidempi verrattuna keskiarvoisen ta-  
kaisinmaksuajan menetelmään. Tämä johtuu siitä, että korkokannan vaikutuksesta tulevai-  
suuden rahavirtojen arvo nykyhetkellä pienenee, jolloin investoinnin takaisinmaksu vaatii pi-  
demmän ajanjakson. Tästä syystä on tärkeää ottaa huomioon eri menetelmien antamat tulok-  
set ja arvioida investoinnin kannattavuutta kokonaisvaltaisesti.

### 6.2.3 Annuiteettimenetelmä

Annuiteetilaskennalla määritettiin, kuinka paljon investoinnin on tuotettava taloudellista hyötyä, jotta se maksaa itsensä takaisin. Liitteestä 1 voidaan nähdä kyseisen erän suuruus, kun tarkastelujaksona on viisi vuotta ja laskennallisena korkotekijänä käytettiin 7 %.

Annuiteetilaskenta ottaa huomioon investoinnin kustannukset, korkotekijän sekä takaisinmaksuajan, jolloin saadaan selville vuosittainen tuottovaatimus. Tämä menetelmä auttaa hahmottamaan, millaisia rahavirtoja investoinnin on tuotettava vuosittain ollakseen kannattava, ja se tarjoaa selkeän näkökulman taloudelliseen suunnitteluun ja riskienhallintaan.

### 6.2.4 Pääoman tuottoastemenetelmä

Pääoman tuottoasteen menetelmällä arvioitiin, kuinka paljon investoinnin on tuotettava taloudellista hyötyä suhteessa sijoitettuun pääomaan, jotta se olisi kannattava. Liitteestä 1 voidaan nähdä laskennallinen tuottoaste, kun tarkastelujaksona on viisi vuotta.

Tämä menetelmä mittaa investoinnin kykyä tuottaa voittoa suhteessa sen hankintakustannuksiin, mikä auttaa vertailemaan eri sijoitusvaihtoehtoja. Koska pääoman tuottoaste ei huomioi rahan aika-arvoa, se antaa yksinkertaisen mutta suuntaa antavan käsityksen investoinnin kannattavuudesta ja sen taloudellisesta merkityksestä pitkällä aikavälillä.

## 7 YHTEENVETO JA POHDINTA

### 7.1 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua ja kartoittaa nykyistä suodatinkehysten valmistusta, sekä arvioida sen pistehitsaustyövaiheen automatisoinnin mahdollisuutta ja kannattavuutta.

Työ aloitettiin tutustumalla työpisteeseen, sen työvälineisiin ja työtapoihin sekä itse valmistettavan tuotteen rakenteeseen. Työn vaiheiden kartoittamisessa havaittiin haasteita, erilaisten työtottumusten ja työtapojen takia. Osa työntekijöistä suoritti työvaiheita eri tavalla, sekä erilaiset sarjakoot aiheuttivat myös oman haasteensa työvaiheiden seurannassa.

Työn edetessä ja työvaiheiden selkeytyessä aloitettiin työvaiheiden kellotus. Aluksi työvaiheita yritettiin kellottaa tarpeettoman suurella tarkkuudella, jonka ei todettu palvelevan työn tarkoitusta. Tämän vuoksi päätettiin jakaa valmistusprosessi neljään suurempaan kokonaisuuteen, jolloin kannattavuuslaskennan kanalta saatiin tarvittava tarkkuus sekä selkeytettiin työn kuvaamista. Kellotetuista työvaiheista havaittiin, että asetusajaa ja tapaa parantamalla saataisiin kasvatettua pistehitsauksen osuutta kokonaistyöajassa.

Seuraavana vaiheena tarkasteltiin tuoterakenteen ja pistehitsaustyövaiheen soveltuvuus automatisointiin ja tarkemmin robotisointiin. Heti alussa oli selvää, että tuotteen rakenteen suurin haaste oli koko suuremmilla kehyksillä. Rakenne itsessään soveltuu nykyisellään pistehitsaukseen, eikä sen suorittaminen robotilla eroa käsin pistehitsaamisesta. Hitsauspisteiden päästävyys käsin osoittautui suuremmilla kehyksillä hankalaksi ja epäergonomiseksi, mutta todettiin, ettei robotille näiden kanssa tule haasteita.

Tuotantotilaa ja tuotantosolua suunniteltaessa todettiin, ettei työtä ole kannattavaa automatisoida nykyisellä asennuspöydällä suurempien suodatinkehysten tullessa pöydältä yli. Liian pieni asennuspöytä tuo mukanaan mittatarkkuushaasteet, lisäksi puutteellisten asetuspisteiden takia joudutaan laatua varmistamaan käsin mittaamalla. Asennuspöytä tulisi suunnitella siten, että työvaiheista jäisi pois käsin mittaaminen sekä lukkopihvien käyttö. Lisäksi kahden pöydän hyödyntäminen parantaisi automatisoinnin kannattavuutta, kun toista pöytää voisi asettaa, jos toisella on automatisoitu pistehitsaus käynnissä. Tämä myös parantaisi investoinnin kannattavuutta, tehostuneen prosessin myötä.

Kannattavuutta laskettaessa tehtiin karkeaa arviointia tuotantosolun kokonaiskustannuksesta ja saavutetuista hyödyistä. Osalle saavutettuja hyötyjä on vaikea laskea saavutettua rahallista etua, kuten parantunut työergonomia ja työturvallisuus. Kannattavuutta laskettaessa todettiin, että suodatinkehys voisi olla hyvä kohde automatisoinnille.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin kuvaus suodatinkehysten valmistamisesta ja sen haasteista. Esisuunniteltu tuotantosolu ja sen karkea kustannusarvio, sekä siihen liittyvän investoinnin takaisinmaksun karkea arvio. Tältä pohjalta pystyttiin luomaan investointiesitys prosessin automatisoinnille. Lisäksi saatiin ideoita ja keinoja tehostaa nykyistä tuotantoa huomattavasti pienemmillä investoinneilla, jotka hyödyttäisivät myös jatkossa automatisoinnin investointipäätöstä. Näistä huomattavin on asennuspöydän uudelleen suunnittelu.

## 7.2 Pohdinta

Työn laajuus ja rajausta osoittautuivat työtä tehtäessä haasteeksi. Työn ja opinnäytetyön erottaminen toisistaan toi oman haasteen opinnäytetyön eteenpäin viemiselle, myös kirjoittamistyön aloittamisen kanssa koettiin suuria haasteita. Opinnäytetyön teknisen osuuden suorittaminen ja suunnittelu itsessään oli erityisen mieluisaa, ja myös työyhteisön halu kehittää toimintaa motivoi työn toteuttamista.

Tehtävänä oli tutustua suodatinkehysten valmistamiseen sekä pohtia sen pistehitsaustyövaiheen automatisointia sekä kannattavuutta. Tutkittaessa suodatinkehysten valmistusta löydettiin prosessista paljon epäkohtia, joita on tuotannon optimoimiseksi lähdetty korjaamaan.

Toisena toteutettavana asiana oli tuotantosolun karkea esisuunnittelu tilan tarpeen osalta. Opinnäytetyön tuotteena valmistui useita variaatioita mahdollisesta solun layoutista, ja niitä voitiin esittää investointiesitystä tehtäessä.

Kolmantena opinnäytetyön osuutena oli automatisoinnin kannattavuus. Tuotantosolusta saatiin muodostettua karkea arvio kustannuksista, sekä tarvittavasta hyödystä, että investointi olisi taloudellisesti perusteltavaa. Saavutetun hyödyn kokonaisuuden mittaaminen osoittautui hankalaksi, koska osa tärkeistä saavutettavista hyödyistä, kuten työergonomia ja työturvallisuus, ei ole suoraa taloudellisesti mitattavissa.

## LÄHTEET

- Cambridge University Press. (2019). Process. Teoksessa *Cambridge dictionary*. Haettu 20.02.2025, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/process>
- Gupta, A.K., Arora, S.K., & Westcott, J.R. (2017). *Industrial Automation and Robotics*. Mercury Learning and Information.
- InEngineering. (i.a.). *Prosessisuunnittelu*. <https://inengineering.fi/prosessisuunnittelu/>
- Koja. (i.a.). *Koja Group*. <https://www.koja.fi/meista/koja-group/>
- Lempiäinen, J. (2024). The fast lane to future vehicles. K. Välimäki. *Teollisuuden robotiikka* (2. painos). Suomen Robotiikkayhdistys ry.
- Logistiikan maailma. (i.a.-a). *Tuotannon layout*. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>
- Logistiikan maailma. (i.a.-b). *Prosessien kehittäminen*. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/>
- Osaavayrittäjä. (i.a.) *Tuottavuus*. <https://www.osaavayrittaja.fi/yritystoiminnan-kehitt%C3%A4minen/tuottavuus>
- Osakesijoittajat. (i.a.) *ROI eli sijoitetun pääoman tuotto*. <https://osakesijoittaja.fi/roi/>
- Otter Media. (i.a.). *Layout*. Teoksessa *Suomisanakirja*. Haettu 11.01.2025, <https://www.suomisanakirja.fi/layout>
- Pankkiasiat. (i.a.) *Nettonykyarvo*. <https://pankkiasiat.fi/nettonykyarvo>
- Tanni, K. (2015). *Ilmassa. Maalla ja Merellä: Koja Oy 80 vuotta*. Tammerprint.
- Tenhunen, M.-L. (20.08.2013). *Johdon laskentatoimi eri laskentatilanteissa – osa 4*. <https://tilisanomat.fi/koulut/johdon-laskentatoimen-koulu-koulut/johdon-laskentatoimi-eri-laskentatilanteissa>
- Valtiokonttori. (01.01.2022). *Investointien suunnittelu ja seuranta -ohje*. <https://www.valtiokonttori.fi/maaraykset-ja-ohjeet/investointien-suunnittelu-ja-seuranta-ohje-2/>
- Vehmanen, P. (2008). *Investointilaskelmilla jalat pysyvät maassa*. <https://tilisanomat.fi/yleiset/investointilaskelmilla-jalat-pysyvat-maassa>

Yritystulkki. (i.a.). *Investoinnin laskentaohjelma*. <https://yritystulkki.fi/fi/alue/wirma/toimiva-yrittaja/investoinninkannattavuuslaskenta/>