



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Sebastian Mavrostomos

# Automaattisen keruuaseman vaihtoehtojen kartoitus ja kannattavuuslaskelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

17.1.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Sebastian Mavrostomos Automaattisen keruuaseman investointivaihtoehtojen kartoitus ja kannattavuuslaskenta 37 sivua 17.1.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	Logistiikka
Ohjaajat	Myyntipäällikkö Teemu Hämäläinen (M.sc) Tohtori Thomas Rohweder
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tehdä teknis-taloudellinen kannattavuus selvitys toimeksiantaja HUB logistics Oy:lle manuaalikeräysaseman automatisoinnin ratkaisuvaihtoehdoista. Kohdeyrityksellä on tällä hetkellä käytössä manuaalikeräysasema, joka haluttaisiin muuttaa automaattiseksi.</p> <p>Insinööriyössä tutustutaan aluksi kohdeyrityksen ja hankkeen taustoihin. Johdannosta löytyy myös lyhyt selitys erityyppisistä poimintaroboteista ja niiden tekniikasta. Tässä osiossa selvennetään myös projektin kulkua ja sen suunnitelma.</p> <p>Työn toisessa kappaleessa tutustutaan hyviin käytäntöihin kannattavuustutkimuksen tekon kirjallisuuden pohjalta. Tässä osiossa lukijalle hahmottuu, kuinka onnistunut kannattavuustutkimus tehdään ja mitä kaikkea siinä tulee ottaa huomioon.</p> <p>Työn tutkimus toteutetaan ottamalla yhteyttä automaatiotoimittajiin ja selvitetään ratkaisuvaihtoehtoja automaattiselle poimintalaitteelle. Parhaaksi ratkaisuksi todetaan kiertyvänivelinen imukupitarttuja sisäänrakennetulla viivakoodinlukijalla.</p> <p>Tämän jälkeen työssä lasketaan takaisinmaksuaika saadun tarjouksen perusteella. Laskelmilla todistetaan, että automaatioon siirtyminen on kohdeyrityksen kohdalla kannattavaa ja maksaa itsensä nopeasti takaisin.</p> <p>Lopuksi työssä tehdään yhteenveto hankkeesta ja ehdotetaan jatkotoimenpiteitä yritykselle.</p>	
Avainsanat	Automaatio, Kannattavuustutkimus, Robotiikka, Logistiikka

Author Title Number of Pages Date	Sebastian Mavrostomos Investment survey and profitability calculations of an automated picking station 37 pages 17 January 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Program	Industrial engineering
Professional Major	Logistics engineering
Instructors	Teemu Hämäläinen, Sales Manager (M.sc) Dr Thomas Rohweder
<p>The purpose of this bachelor thesis was to make a feasibility study concerning automating a manual picking station for HUB logistics Oy. The goal was to survey different solution options in both a technological and economic perspective. At this moment, the products are handpicked. The goal was to find suitable technology that can make the picking station automated, so manpower is not needed. The robot should be able to handle all the different shapes and sizes of products. The second goal was to find a suitable supplier for the investment, get an offer for it, and calculate how long it will take for the investment to pay itself back.</p> <p>The theoretical portion of this thesis explains, how to successfully complete a profitability study. It explains the different phases that are required for it and opens them up for the reader. The theory portion also includes a brief explanation of picking robots and the technology they use.</p> <p>The later portion of this thesis presents the different picking station options that contacted suppliers were capable of offering. The best option found was a picking station with multiple turning joints. It should have suction cups that can grab different shapes and sizes of products. The identification process should be handled with a built-in barcode reader. Based upon the acquired offer, the payback period is counted. The conclusion was that this investment pays itself back in a matter of years and therefore is a smart investment for the company.</p>	
Keywords	Automation, Profitability survey, Robotics, Logistics

## Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Kohdeyrityksen ja kehityshankkeen taustaa	1
1.2 Robotiikka	2
1.3 Kehityshaasteen tunnistaminen ja tavoitteen asettaminen	5
1.4 Projektisuunnitelma	6
1.5 Hankeraportin rakenne	9
2. Teknis-taloudellisen esiselvityksen hyviä käytäntöjä alan kirjallisuudessa	10
2.1 Johdanto	10
2.2 Tutkimus suunnitelma	11
2.3 Sidosryhmät	12
2.4 Tarpeiden selvittäminen	13
2.5 Rajoitusten määrittely	15
2.6 Hankinnan kulut	17
2.7 Toimittajan valinta ja arviointi	18
2.8 Käsitekehys	20
3. Keruuasemavaihtoehtojen tunnistaminen ja perustietojen selvitys	22
3.1 Toimeksiantajan reunaehdot	22
3.2 Vaihtoehto A	23
3.3 Vaihtoehto B	24
3.4 Vaihtoehto C	24
3.5 Vaihtoehto D	25
3.6 Vaihtoehto E	25
3.7 Perustietojen yhteenveto	26
4. Keruuasemavaihtoehtojen teknis-taloudellisen kannattavuusarvion laatiminen	27
4.1 Tekniikka	27
4.2 Kannattavuuslaskelma	29
4.3 Yhteenveto	33
5. Johtopäätökset	34

5.1 Yhteenveto	34
5.2 Jatkotoimenpide ehdotukset	36
5.3 Hankkeen laadun itsearviointi	36

Lähteet

# 1 Johdanto

## 1.1 Kehityshankkeen ja kohdeyrityksen taustaa

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii HUB Logistics Oy. Yritys on perustettu vuonna 1992. Yrityksellä on useita toimipisteitä Suomessa ja maailmalla, ja se työllistää yhteensä noin 800 työntekijää. Yritys tarjoaa sisälogistiikan ulkoistuspalveluita, tiedonhallintaa ja toimitusketju-konsultointipalveluita. HUBin palveluihin kuuluu myös puupakkausten tuotanto ja pakkauspalveluita. (Hub.fi.)

Tässä opinnäytetyössä keskitymme HUB Hakkilaan ja nimenomaan automaattivarastopalveluihin. Hakkilan toimipiste on perustettu vuonna 2017, ja tämä toimipiste toimii myös yrityksen pääkonttorina. HUB Logistics pyrkii olemaan edelläkävijä logistiikassa, joten se haluaa jatkuvasti etsiä parannettavaa toiminnoissaan.

HUB Logistics Hakkilassa iso osa varastosta on automatisoitu. Suurin osa tuotteista, jotka mahtuvat muuttolaatikon kokoiseen muovilaatikkoon, kulkevat automaatissa. Tuotteiden koko vaihtelee sim-korteista kannettaviin tietokoneisiin. Logistiikkakeskus toimii useiden asiakkaiden ulkoisena varastona, ja HUB Logistics hoitaa heidän logistiikkansa. Kun lava saapuu asiakkaalta HUBille, se otetaan aluksi vastaan manuaalisesti ja kuitataan saapuneeksi. Tämän jälkeen lava puretaan ja tuotteet siirretään laatikoihin, jotka automaatti vie varastoon. Kun asiakkaalta tulee tilaus, automaatti käy hakemassa laatikon, jossa kyseistä tuotetta on. Kuljetin vie laatikon keräysasemalle, josta siitä poimitaan käsin tarvittava määrä tuotetta.

Poiminnan jälkeen tuote pakataan ja lähetetään eteenpäin kuljetusliikkeen matkaan haluttuun osoitteeseen. Tästä paketti matkaa kuluttajalle tai asiakkaalle, ja HUBin osuus matkasta päättyy.

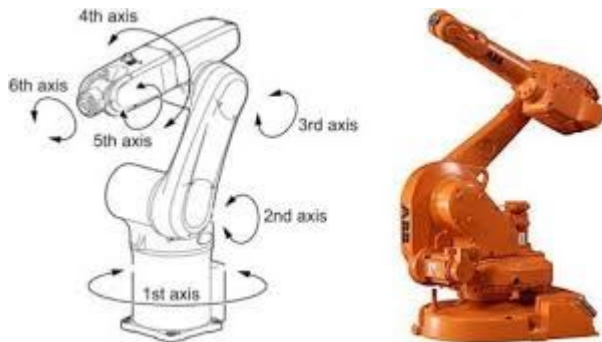
## 1.2 Robotiikka

Teollisuusrobotti on ISO 8373 -määritelmän mukaan monipuolinen, vähintään kaksiniveellinen, uudelleenohjelmoitava mekaaninen laite. Se koostuu jalustasta, työkalusta ja nivelillä varustetuista tukivarsista, jotka servomoottorien avulla mahdollistavat robotin liikkeet. Teollisuusrobotteja on useita eri luokkia toimintatarkoituksen mukaan. (Haapalainen 2011.)

Useimmat robotit koostuvat tukivarsista, joista kaksi liikkuu toistensa suhteen joko tietyn suoran suunnassa tai suoran ympäri. Tätä liitoskohtaa kutsutaan robotin niveleksi. Nivelten avulla saadaan aikaiseksi vapausasteita, jonka suhteen robotti voi liikkua. Vapausasteet ovat teollisuusroboteissa joko kiertyviä tai suorita. Jokaista vapausastetta kohden on yhdestä kahteen moottoria tai sylinteriä, jotka liikuttavat niveliä oikeaan suuntaan. Robotit suunnitellaan niin, että siinä on tarpeeksi vapausasteita suorittamaan haluttu tehtävä. Yksinkertaisissa roboteissa voi olla vain muutama vapausaste. Nykyään yhä useimmissa roboteissa on kuitenkin yli viisi ja jopa yli kymmenen vapausastetta, jotta ne voivat hoitaa monimutkaisiakin työtehtäviä.

Robotiikassa on tehty robotti lähes jokaista käyttötarkoitusta varten. Yleisimmät teollisuusrobotit ovat kiertyvänivelinen robotti, suorakulmaiset robotit, SCARA-robotti, napa-koordinaatistorobotti ja yhteistoimintarobotti.

Poimintarobotiksi sopii parhaiten kiertyvänivelinen robotti. Tässä robottityypissä on vähintään kolme kiertyvää niveltä, ja yleisimmästä mallista niitä löytyy kuusi tai enemmän. Toimintaperiaatteena on yleensä ihmisen kättä muistuttavat toiminnot. Robotin heikkouksena pidetään sen kuormankantokykyä, koska useat peräkkäiset nivelet eivät kestä raskaita taakkoja. Vastapainona robotille voidaan järjestää erinomainen ulottuvuus. Kuvassa 1 on esitetty kiertyvänivelinen robotti ja esimerkki sen eri akseleista.



Kuva 1. Kiertävänivelinen robotti (Mahla 2017)

Poimintarobotilla tulee olla tapa, jolla se osaa tunnistaa oikean tuotteen. Koneen tulee myös tietää, missä asennossa tuote on, ellei asento ole aina vakio. Jos käsitellään lukuisia erikokoisia ja -muotoisia tuotteita, robotin tulee pystyä arvioimaan oikea kiinniotto-kohta, jotta ote on pitävä. Robotiikassa on käytössä monia eri antureita, joilla voidaan mitata näitä arvoja. Ripka ja Tipek kertovat kirjassaan ”Modern Sensors Handbook”, että anturitekniikassa on 7 pääpiirrettä antureille. Nämä eri tunnistustyytit ovat:

- paineanturi
- optinen anturi
- virtausanturi
- älykkäät-tunnistusteknologiat
- kemialiset ja bioanturit
- lämpötila-anturit
- magneettianturit. (Ripka & Tipek, 2007: 126.)

Logistiikassa useimmiten käytettyjä anturityyppejä ovat optinen ja paineanturi. Uudentyyppistä älykästä tunnistustekniikkaa ilmaantuu myös kovaa vauhtia markkinoille logistiikan saralla. Poimintarobotille hyvä tunnistuskeino on optinen anturi.

Anturit tunnistavat, että kappale on tietyssä kohdassa tai mennyt siitä ohi. Perinteiset optiset anturit eivät osaa tunnistaa täsmälleen, mikä tuote on kyseessä. Tällöin jokainen tuote tulee yksilöidä jollain tapaa. Yleisimmin käytetty tunnistustekniikka ovat viivakoodit. Varastoissa viivakoodi on yleisesti käytössä, koska tuotteita on paljon, ja niiden vaihtuvuus on runsasta. (Länsiharju 2019.)

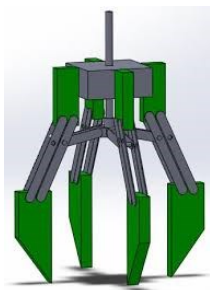


Toinen tuotteen yksilöintikeino on RFID-teknologia eli Radio Frequency Identification. RFID on radiotaajuuteen perustuva etätunnistusteknologia. Ratkaisu koostuu tunnistesta, lukijasta ja antennista, joka sijaitsee sekä tunnistessa että lukijassa. Tuotteen tiedot on tallennettu tunnisteen mikrosiruun, josta on yhteys antenniin. Kun tuotteesta halutaan tietoa, se lähettää ne antenniin, ja antenni kommunikoi lukijan antennin kanssa. Lukija muuntaa radiosignaalin digitaaliseen muotoon, joka voidaan avata halutussa päätelaitteessa. (Schuster ym. 2007.)

Robotti tarvitsee jonkin työkalun, millä se tarttuu tuotteeseen ja siirtää tuotteita paikasta toiseen. Tähän tarkoitukseen on kehitelty lukuisia erilaisia tarraimia, jotka voivat eri menetelmillä tarttua tavaraan kiinni. Erilaiset kappaleet tarvitsevat erilaisia tarttuvia ja jokaiselle kappaleelle on kehitelty sopiva tarttuja. Kirjassa ”Robotiikka” (Kuivanen 1999: 60.) tarraimet, on jaettu viiteen eri kategoriaan riippuen niiden toimintaperiaatteesta. Selkeyden vuoksi esittelen niistä vain kaksi, joita yleisimmin käytetään logistiikka-automaatiossa.

Mekaaniset tarraimet toimivat sormien tavoin ja niillä pystyy tekemään lähes kaikki työt, joita kädelläkin voi tehdä. Tämän tyyppiset tarraimet ovat suosituimpia niiden monikäyttöisyyden vuoksi. Mekaaniset tarraimet koostuvat nivelmekanismista, hammaspyörästä ja hammastangosta, epäkeskosta, ruuvista, vaijeriväkipyörästä ja muista sekalaisista komponenteista. (Kuivanen 1999: 60.)

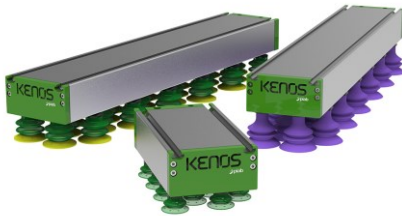
Kuvassa 2 on esitetty nelisorminen mekaaninen tarttuja.



Kuva 2. Nelisorminen mekaaninen tarttuja (Helminen 2017: 12)

Imu- ja tyhjiötarttumat perustuvat alipaineeseen. Alipaineen muodostamiseen käytetään kahta päätapaa: venturia/ejectoria tai erillistä alipainepumppua. Niissä tuotteeseen tartutaan yleensä yhdestä suunnasta ja imun avulla siirretään tuote paikasta toiseen. Imukupit vaativat yleensä puhtaan sileän ja suhteellisen tiiviin pinnan. Rakenteen etuna on yksinkertaisuus ja luotettavuus. (Kuivanen 1999: 63.)

Kuvassa 3 on esitetty imukupitarttumat usealla imukupilla.



Kuva 3. Imukupitarttumat (Imukupitarttumat)

Tarraimia voi myös yhdistellä, eli robotissa voi olla sekä imukupit että mekaaninen koura. Tämäntyyppisiä yhdistelmiä käytetään, kun halutaan käsitellä monia erimuotoisia ja kokoisia tuotteita.

### 1.3 Kehityshaasteen tunnistaminen ja tavoitteen asettaminen

Toimeksiantajalla on tilanne, että he haluavat kartoittaa automaattikeruun mahdollisuuksia sille varatun option hyödyntämiseksi. Suurin osa automaatissa olevista tuotteista on pientavaraa, ja pienten tuotteiden poiminta-asema onkin lähes jatkuvassa käytössä. Kun poiminta-asema operoidaan, se tarvitsee yhden henkilön poimimaan tarvittavat tavarat laatikosta toiseen.

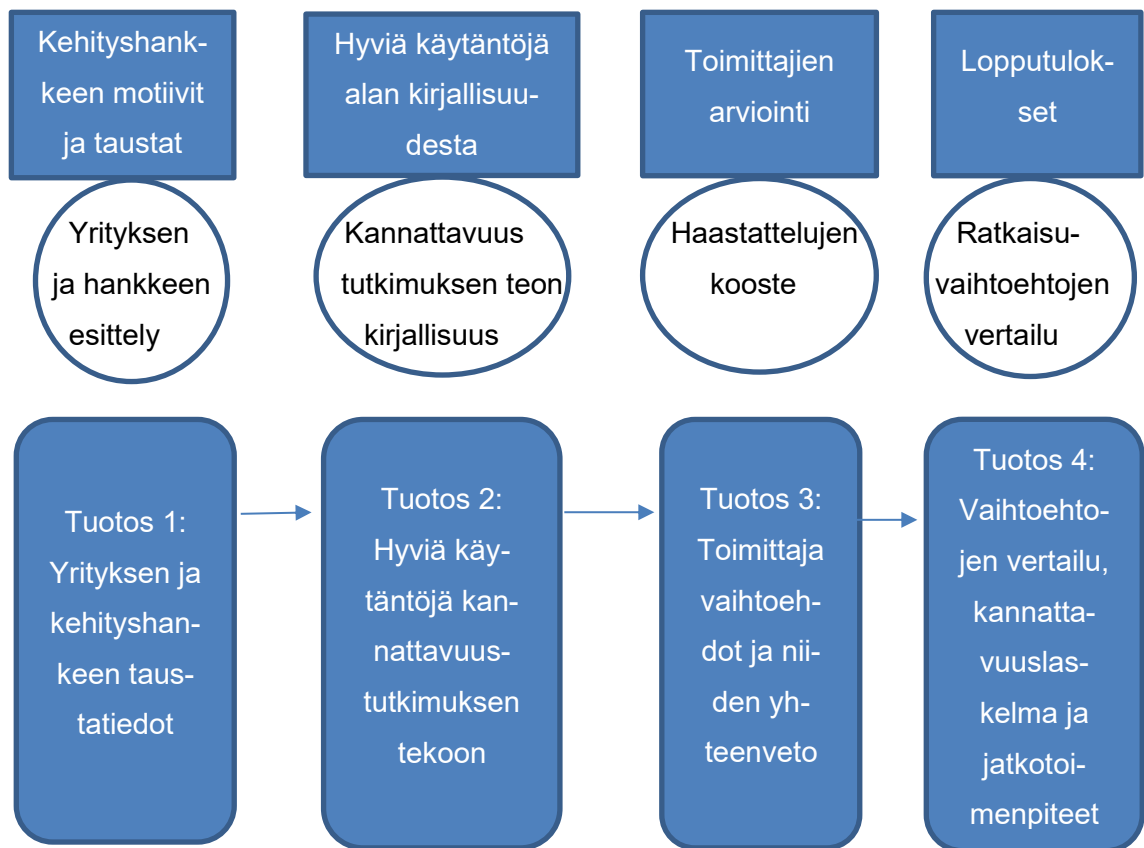
Toimeksiantaja haluaisi lisätä automaation osuutta toiminnoissaan. He suunnittelevat tekevänsä tämän investoimalla automaattipoimijaan, josta tulisi kolmas keruuasema. Tähän poimintapisteeseen ohjattaisiin kaikki tuotteet, jotka eivät tarvitse ihmisen apua poimimisessa ja jotka automaatti voisi kannattavuuden rajoissa poimia.

Insinööriyön kehityshaasteena on selvittää, onko markkinoilla tarjolla teknologiaa, jolla haluttu automaattisolu voitaisiin rakentaa, ja millä parametreilla siihen investoiminen olisi järkevää. Toimeksiantaja tarvitsee kartoituksen tarjolla olevista keruuasemavaihtoehdoista ja näiden teknis-taloudellisesta kannattavuudesta. Kehityshaasteeseen sisältyy eri automaatiotoimittajien tunnistaminen ja teknis-taloudellinen esiselvitys siitä, onko heidän tarjoamansa robottisolu investointina järkevä. Insinööriyön tavoitteena on siis tehdä teknis-taloudellinen kannattavuusselvitys toimeksiantaja HUB Logistics Oy:lle manuaalikeräysaseman automatisoinnin ratkaisuvaihtoehdoista.

#### 1.4 Projektisuunnitelma

Jokaisella onnistuneella projektilla on oltava suunnitelma ennen aloittamista. Sen avulla voidaan varmistaa, että projekti pysyy aikataulussa ja etenee oikeaan suuntaan. Projektisuunnitelmassa ilmenevät myös kaikki eri vaiheet, joita projektissa tulee käydä läpi.

Kuvassa 4 esitellään kannattavuustutkimuksen keskeiset vaiheet. Sinisissä suorakulmioissa kerrotaan, mikä vaihe on menossa. Vaaleapohjaisella ellipsillä selostetaan, mitä käytännössä on tehty, jotta haluttu lopputulos on saavutettu. Alimmissa laatikoissa esitellään tuotos, joka kyseisessä työvaiheessa on saavutettu.



Kuva 4. Hankkeen toteutuslogiikan keskeiset vaiheet.

Opinnäytetyössä toteutettava projekti on tiedonkeruuprojekti, jossa tietoa kerätään kirjallisuudesta, haastatteluista ja kyselyistä. Projektin edetessä tietoa tulee niin paljon, että se on hyvä selkeästi lokeroida myöhempää käyttöä varten. Alla olevassa Taulukossa 1 esitellään työssä saavutetut tiedot. Se on jaettu neljään eri työalueeseen, jotka edustavat projektin eri tiedonkeruvaiheita. Jokainen vaihe on jaettu kolmeen eri osa-alueeseen. Nämä osa-alueet ovat kerättävän tiedon sisältö, lähde, josta tieto on kerätty, ja tiedonkeruun lopputulos.

Taulukko 1. Tiedonkeruutaulukko

	Sisältö	Lähde	Tulos
Toimeksiantajan reunaehdot	Poimintarobotin teknis-taloudelliset reunaehdot	Toimeksiantaja	Halutut tekniset ja taloudelliset ominaisuudet automaattiselle poimintarobotille
Toimittaja vaihtoehdot	Esitellään eri toimittajavaihtoehdot	Haastattelut, sähköpostit, yritysvierailut	Yhteenveto potentiaalisista laitetoimittajista
Ratkaisuvaihtoehdot	Analysoidaan parhaat ratkaisuvaihtoehdot	Toimittaja vaihtoehdot	Paras tekninen ratkaisuvaihtoehto automaattiselle keräysrobotille
Kannattavuuslaskelma	Investoinnin takaisinmaksuaika laskelma	Toimeksiantaja, toimittaja vaihtoehdot	Laskelma nykyisen poimintapisteen miestyövoima kuluista Takaisinmaksuaika

## 1.5 Hankeraportin rakenne

Opinnäytetyö noudattaa kaavaa, jossa aluksi tutustutaan yritykseen ja sen toimintoihin. Selvitetään, miten logistiikka pyörii tällä hetkellä, ja tutustutaan eri tuotteiden kiertokulkuun. Kun talon toimintatapoihin on tutustuttu, perehdytään, miten tehdä teknis-taloudellinen kannattavuustutkimus. Tämän luvun toimintona on kertoa käytännössä, miten ison investoinnin esiselvitystyö tehdään. Luvussa avataan, mitä kaikkea esiselvitykseen kuuluu ja millä keinoilla se on parasta tehdä.

Kun tiedetään, miten tutkimus kuuluu oikeaoppisesti tehdä, siirrytään itse työhön, eli tunnistetaan eri keruuasemavaihtoehtojen tarjoajat ja selvitetään, minkä tyyppistä teknologiaa ja millä hinnalla teknologia on tarjolla. Toimeksiantajalla tulee olemaan tietyt reunaehdot laitteen toiminnalle, volyymille ja teknisille ominaisuuksille. Kun rajattu määrä vaihtoehtoja on saatu kasaan, niistä tehdään yhteenveto. Yhteenvedossa käy ilmi eri vaihtoehtojen perustiedot.

Kun vaihtoehdot on karsittu kasaan, on kannattavuusarvion laatimisen aika. Työn alkupäässä on selvitetty, miten arvio tehdään ja millä parametreillä vaihtoehtoja verrataan. Nykytilanteesta lasketaan karkea kuluarvio. Uuden automaatin hintaa ja kuluja verrataan nykyisiin kuluihin. Näin saadaan selville takaisinmaksuaika uudelle hankinnalle ja selvitetään, kuinka paljon voidaan säästää investoinnilla.

Viimeisessä luvussa ovat johtopäätökset, joissa summataan projektin eteneminen. Tehdään yhteenveto saaduista tuloksista ja summataan, miten projekti on edennyt. Suositellaan jatkotoimenpide-ehdotuksia yritykselle sekä mitä uusia tutkimuksia aiheen tii- moilta voisi tehdä. Lopuksi arvioidaan hankeen laatua ja sitä, onko koko työ ollut kannattavaa sekä itseni että yrityksen kannalta. Mietitään myös, onko työ laadukas ja kuinka hyödyllinen se on itselleni, toimeksiantajalle että kouluyhteisölle. Kuvassa 5 esitellään visuaalisesti hankeraportin eri vaiheet.



Kuva 5. Hankeraportin vaiheet

## 2 Teknis-taloudellisen esiselvityksen hyviä käytäntöjä alan kirjallisuudessa

### 2.1 Johdanto

Tämän insinööriyön tavoitteena on tehdä teknis-taloudellinen esiselvitys suuren investoinnin kannattavuudesta. Tässä osassa insinööriyötä selvennetään, mitä tämä käytännössä tarkoittaa, ja kerrotaan, miten se tehdään.

Jokaisen investoinnin tulisi alkaa kannattavuustutkimuksella. Hyvin tehdystä kannattavuustutkimuksesta käy selville, onko investointi kannattavaa vai ei. Kannattavuustutkimuksia voi tehdä lapsen karkkibisneksen aloituksesta miljoonia maksavan investoinnin toteuttamiseen. Kannattavuustutkimusta ennen tulisi vielä miettiä, onko liikeidea varmasti se, mitä yritys haluaa tehdä. Jos liikeidea on alun perin kyseenalainen ja sille voisi olla vaihtoehtoja, kannattaa miettiä kaikki vaihtoehdot läpi ennen kuin edes aloittaa koko kannattavuustutkimuksen tekemistä.

Kun harkitaan kannattavuustutkimusta, on hyvä miettiä, mitä kaikkia haasteita investoinnin suhteen voi tapahtua. Suuri investointi tuo mukanaan suuria haasteita, ja taloudelliset haasteet ovat haasteista suurimpia. Budjetointi tuleekin tehdä hyvissä ajoin etukäteen. Yrityksen liiketoimintaan tarkoitetut tilat ratkaisevat paljolti, kuinka suuri hanke on mahdollista toteuttaa.

Kun yritys kehittyy ja toimintatavat muuttuvat, henkilöstö ei välttämättä aina ole innoissaan asiasta. Tämä riippuu yrityksestä, mutta useissa tapauksissa muutosvastarinta on este yrityksen kehittymiselle. Tätä tulee vastaan varsinkin vanhemmissa yrityksissä, joissa työt on tehty samalla tavalla vuosia, ja henkilöstö on tottunut tiettyihin työtapoihin. Muutosvastarintaa voi ennustaa havainnoimalla yrityksen ilmapiiriä ja kartoittamalla työläisten mielipiteitä uusien toimintatapojen käyttöönotosta. Jos suurin osa henkilöstöstä on hanketta vastaan, tulee yrityksen ottaa tämä huomioon laskettaessa hankkeen kokonaiskustannuksia. Henkilöstön asenteiden muuttaminen maksaa pitkässä juoksussa paljon enemmän kuin uudelleenkoulutus.

Ennen tutkimuksen tekemistä on hyvä miettiä, milloin tutkimus tulisi aloittaa. Kannattavuustutkimus tehdään aina ennen investointia ja aloitetaan heti, kun ollaan varmoja, että idea on tarpeeksi kypsä ja mahdollisesti kannattava.

Kannattavuustutkimus on usein kallis ja aikaa vievä operaatio. Jos yritys on keskikokoinen tai isomman kokoluokan yritys, kannattavuustutkimuksen tekemiseen joutuu usein palkkaamaan ulkopuolisia neuvonantajia. Tämä on kallista lystiä varsinkin siinä vaiheessa, kun konsultti sanoo muutaman kuukauden päästä, että investointi ei kannata, ja ojentaa jättimäisen laskun.

## 2.2 Tutkimus-suunnitelma

Kannattavuustutkimus tulisi aloittaa tekemällä suunnitelma tutkielmasta. Suunnitelma hahmottaa projektin tarkoituksen ja mitä sillä on tarkoitus saavuttaa. Suunnitelmaan merkitään myös mitkä ovat kannattavuustutkimuksen reunaehdot, vaatimukset ja tavoiteltu lopputulos. Rory Burke kertoo kirjassaan "Project Management, Planning and Control Techniques", että hyviä kirjattavia asioita kannattavuustutkimuksen suunnitelmassa ovat:

- kuka on vastuussa projektista
- ketkä ovat mukana projektissa
- kannattavuustutkimuksen budjetti
- milloin tulisi olla valmista. (Burke 1990: 43.)



Burke kertoo, että kannattavuustutkimuksen teko aloitetaan silloin, kun johdossa päätehtään, että kannattavuustutkimus on tarpeellinen. Varsinaisen tutkittavan kohteen hankintapäätös tehdään vasta sitten, kun kannattavuustutkimus on valmistunut ja kannattavuustutkimuksen tekijä antaa vihreää valoa projektille.

Yrityksen ylin johto valitsee projektipäällikön tutkimukselle ja projektipäällikkö valitsee itselleen tiimin tutkimuksen tekoa varten. Olisi tärkeää, että tiimissä olisi mukana henkilö, joka tulee työskentelemään uuden investoinnin parissa. Näin varmistetaan, että muutosvastarinta vähentyy ja henkilöllä on sanavaltaa siitä, kuinka investointi tulee toimimaan käyttäjän näkökulmasta.

Kun henkilöstö on valittu, on aika tehdä suunnitelma tutkimuksen etenemisestä. Suunnitelman ensimmäinen vaihe on muodostaa käsitys siitä, mikä on tutkimuksen tarkoitus. Toinen vaihe on tehdä varsinainen projektisuunnitelma tutkimuksesta. Tässä vaiheessa suunnitellaan, miten tutkimus etenee. Kolmas vaihe on toteuttaa tutkimus. Kun tutkimus on saatu valmiiksi, lopullisena tehtävänä on enää varmistaa, että kannattavuustutkimus on toteutettu haluttujen arvojen mukaan.

### 2.3 Kannattavuustutkimuksen sidosryhmät

Kannattavuustutkimuksella on useita sidosryhmiä. Osa niistä on aktiivisesti mukana projektissa ja osa on kytköksissä projektiin vasta lopputuloksen kautta. Sidosryhmät voivat olla yksittäisiä ihmisiä tai kokonaisia yrityksiä. Sidosryhmät tulee tunnistaa ja määrittää heidän tarpeensa ja odotuksensa projektin suhteen. Sidosryhmien vaatimukset määrittelevät projektin rajapinnan, ja tämän vuoksi ne tulee ottaa tunnistaa ja ymmärtää projektin onnistumisen takaamiseksi. Sidosryhmillä voi olla arvokasta tietotaitoa. Tämän vuoksi on luotava ympäristö, jossa sidosryhmiä kannustetaan osallistumaan projektiin mahdollisimman paljon.

Kannattavuustutkimuksen erilaisia sidosryhmiä voivat olla:

- **alkuunpanija:** henkilö, joka on ehdottanut projektia
- **omistaja:** henkilö, jonka suunnitelma saa aikaan tarpeen projektille
- **sponsori:** yhtiö tai asiakas joka mahdollisesti rahoittaa projektia.
- **käyttäjät:** tutkimuksen ja projektin valmistuttua loppukäyttäjät toteutuneelle hankkeelle

- **asiakkaat:** yrityksen asiakkaat, jotka tuovat tulovirran yritykselle
- **projektiryhmä:** ryhmän jäsenet, jotka organisoivat, suunnittelevat ja panevat liikkeelle projektin mahdolliset alihankkijat.
- **yhtiön sisäiset sidosryhmät:** pomot, virkatoverit ja alaiset
- **ali-hankkijat:** yritykset, jotka ovat kytköksissä projektiin
- **toimittajat ja myyjät:** yritykset, jotka toimittavat ja myyvät projektiin tarvittavia tavaroita. (Burke 1990: 44.)

Suurin osa sidosryhmistä tukee projektin onnistumista. Osalle projektin onnistuminen voi kuitenkin merkitä välillistä taloudellista tappiota. Tämän vuoksi he saattavat olla sitä vastaan. On tärkeää tunnistaa suurimmat uhat ja mahdollisuudet sidosryhmiltä. Kirjassa ”Sidosryhmät eettisen liiketoiminnan kirittäjinä” mainitaan, että kun sidosryhmät on tunnistettu, heidän kanssaan tulisi käydä vuoropuhelua, jonka motiiveja voivat olla:

- yrityksen liiketoiminta edellytysten turvaaminen
- liiketoiminnan ja johtamisen kehittäminen
- konfliktien ennakointi ja hallinta. (Kujala & Kuvaja 2012: 131.)

Vuoropuhelut tulee dokumentoida myöhempää arviointia varten. Näin vältetään myöhempiä konflikteja, joissa on vain sana sanaa vastaan.

## 2.4 Kohdeyrityksen tarpeiden selvittäminen

Kannattavuustutkimus saa poikkeuksetta alkunsa yrityksessä piilevässä ongelmassa tai halussa kehittyä kannattavampaan suuntaan. Kannattavuustutkimuksessa on tärkeintä tunnistaa, mikä tämä ongelma tai kehityskohde on. Yrityksellä on yleensä selvä kuva siitä, joten projektipäällikön on myös tunnistettava asiakkaan tarpeet ja määränpäättäjille projektille.

Uudella hankinnalla on aina lukuisia kriteereitä. Päämääränä on loppujen lopuksi aina rahan tuottaminen. Sen takaamiseksi on keskityttävä pienempiin osa-alueisiin, jotka yhdessä muodostavat isomman kokonaisuuden rahan tuottoa varten. Burken mukaan kannattavuustutkimuksen kohteen tulee:

- tehdä tietty funktio ennalta määrätyllä tahdilla.

- toimia tietyssä toimintaympäristössä.
- saavuttaa tietynmittainen elinkaari
- olla tietyn budjettimäärään sisällä
- saavuttaa tietyt toiminnalliset standardit
- toimia luotettavasti
- olla ympäristöystävällinen ja energiatehokas
- saavuttaa vaadittavat turvallisuus standardit
- olla ergonominen käyttäjälle
- olla yksinkertainen huoltaa
- olla tulevaisuuden kannalta laajennettava
- saavuttaa tietyt automaation ja työvoiman laajuudet
- olla tiettyyn ajankohtaan mennessä valmis
- saavuttaa luotettavat toimittajat, jotka ovat vakavaraisia
- lopputuotteen tulee olla voittoa tuottava. (Burke 1990: 46.)

Monet näistä kriteereistä ovat toisiaan poissulkevia. Aina ei voi olla hyvä ja halpa. Yrityksen johdon on keskusteltava projektiryhmän kanssa, mihin osa-alueisiin halutaan keskittyä eniten ja mitkä halutaan jättää toissijaisiksi. Näin projektiryhmällä on selkeä kuva halutuista ominaisuuksista ja raja-arvojen määrittelemineen helpottuu. Tämä on tehtävä aikaisessa vaiheessa, jotta kannattavuustutkimus voisi olla onnistunut. Kaikista tärkeimmät osa-alueet, joissa tarvitaan koko tiimin panosta, tulisi tehdä selkeä dokumentti koko projektiryhmän käyttöä varten.

## 2.5 Kannattavuustutkimuksen rajoitusten määrittely

Kannattavuustutkimuksella voi olla sisäisiä sekä ulkoisia rajoitteita, jotka voivat vaikuttaa projektin onnistumiseen. Burken mukaan ne voidaan jakaa kolmeen kategoriaan:

- projektin sisäiset rajoitteet
- yrityksen sisäiset rajoitteet
- ulkoiset rajoitteet. (Burke 1990: 48.)

Burke kertoo, että projektin sisäiset rajoitteet liittyvät teknologiaan, jota yritys käyttää. Jos yrityksellä on valmiiksi erinomaista teknologiaa niin sisäiset rajoitteet ovat todennäköisemmin vähäisempiä. Burken mukaan iso kysymys investoitaessa tulee juuri teknologian nopeasta noususta. Jos projekti aloitettaisiin nyt, niin onko kahden vuoden päästä parempaa teknologiaa, jolla olisi saatu isommat hyödyt?

Kun uutta teknologiaa tai laitteistoa tuodaan yritykseen, tuotanto joutuu hetkellisesti karsimaan sen käyttöönoton ajaksi. Projektipäällikön on mietittävä yrityksen toiminnan hyljaisiin vuodenaika, jolloin teknologia olisi parasta ottaa käyttöön.

Rajoitteena voi toimia myös uudentyyppiset koneet ja varusteet, joita projekti voi tuoda mukanaan. On varmistettava, että kuljetuskapasiteetti projektin etenemiselle on riittävä tai että projektin toteuttaja voi hoitaa kuljetukset. Tulee myös miettiä, kootaanko tuote palveluntarjoajan vai kohdeyrityksen tiloissa.

Uusi investointi tuo mahdollisesti mukanaan uuden toiminnanohjausjärjestelmän. Jos päätetään pitää vanha järjestelmä uuden järjestelmän rinnalla, tulee varmistaa, että järjestelmät kommunikoivat edes välttävällä tasolla toistensa kanssa. Tämä helpottaa kokonaisuuksien hahmottamista ja nopeuttaa työskentelyä. Paras ratkaisu olisi tietenkin sulauttaa vanha ja uusi kokonaan yhteen, mutta tämä ei useimmissa tapauksissa ole käytännössä mahdollista.

Budjetti on usein rajoittava tekijä. Mitä isompi budjetti, sitä paremmat laitteet saa. Projektipäällikön tehtävänä on varmistua, että budjetissa pysytään, ja jos lipsumista tapahtuu, sen tulee olla perusteltua.

Projektipäällikön on myös varmistettava mitä laadunvarmistus standardeja uusi investointi tarvitsee. Jos yrityksellä on jo ennestään laatustandardi sertifikaatteja, olisi helppoa, jos niiden pohjalta, voitaisiin käyttää myös uutta järjestelmää. Jos laatujärjestelmät eivät ole kunnossa on jätettävä aikaa niiden hankkimiseen ja toimeenpanoon.

Burke kertoo, että yhtiöllä on monia sisäisiä rajoituksia projektin suhteen. Sisäiset rajoitteet tulevat yrityksen sisältä. Suurin sisäinen rajoittaja on taloudelliset tekijät. Jokaisen yrityksen tärkein tehtävä on loppupeleissä ansaita rahaa. Projekteissa käytetään usein

paljon rahaa, mutta oletuksena on, että pitkässä juoksussa projektin lopputulema auttaa ansaitsemaan enemmän rahaa. Monilla yrityksillä on kuitenkin rajallinen kassa, ja tämän vuoksi on tärkeää näyttää hyvältä sijoittajien ja lainanantajien silmissä. Sijoituksen ajankohtaa on tämän perusteella mietittävä, koska väärään aikaan otettu laina tai tehty investointi saa aikaan valtavan merkinnän taseeseen. Tämä voi näyttää huonolta ulkopuolisten silmissä.

Kun halutaan vallata uusia markkina-alueita, uusi investointi on usein paikallaan. Uudet markkinavaltaukset tuovat mukanaan myös suurempaa markkinoinnin tarvetta. Tämä taas tarkoittaa isoja kulueriä. Projektin edetessä onkin oltava valmis hyväksymään tavallista pienemmät tuotot, jotta he voivat saada ”jalkaa oven väliin” uusilla markkinoilla.

Burken mukaan ulkoiset rajoitteet tulevat yrityksen ulkopuolelta ja ovat niitä rajoitteita, joihin voi vähiten vaikuttaa. Nämä rajoitteet tulee kuitenkin muistaa ja ottaa huomioon tutkimusta tehdessä. Näihin rajoitteisiin voi kuulua monia asioita, kuten kansainväliset lait, jotka saattavat estää osaa toiminnoista tai kaupantekemistä joidenkin osapuolten kanssa. Näihin lakeihin voi kuulua myös logistisia rajoituksia, jotka estävät tietyn tavaran liikkumisen.

Nykypäivänä ympäristöasiat ja ilmastolliset seikat ovat koko ajan suuremmassa roolissa yritystoiminnassa. Jos haluaa olla kunnioitettava yritys nykypäivänä, ympäristö on otettava huomioon. Mitä paremmin ympäristö otetaan huomioon yrityksen toiminnoissa, sitä parempaa mainetta se saa kansan keskuudessa. Tämä taas johtaa suurempaan tunnettavuuteen ja loppujen lopuksi isompaan liikevaihtoon. Liiketoiminnan ja kaikkien uusien investointien tulee täyttää vaadittavat ympäristömääräykset kohdemaan osalta. Kansainvälisissä yrityksissä tämä voi koitua erityisen hankalaksi, koska osassa maissa ympäristölait ovat erityisen tiukkoja.

Jos investointi vaatii uuden rakennuksen rakentamista, on varmistettava, että lupa-asiat ovat kunnossa ja alueella saa harjoittaa halutun tyyppistä liiketoimintaa. Tämän vuoksi on hyvä rakentaa teollisuusalueelle, siellä on vähemmän meluhaitoista ja mahdollisesta saastuneesta ilmasta kärsijöitä. Ulkoisia rajoitteita Burken mukaan voivat olla:

- kansainväliset lait
- logistiset rajoitukset

- ympäristöasiat
- ilmastolliset seikat
- kysyntä ja tarjonta
- lupa asiat. (Burke 1990: 50.)

## 2.6 Hankinnan kulut

Perinteinen ostopäätös perustuu usein siihen, miten paljon tuotteita tai ominaisuuksia saadaan tiettyyn hintaan ja miten paljon välittömiä kuluja tähän sisältyy. Hankinnasta koituu kuitenkin myös välillisiä ja epäsuoria kuluja. Jouni Sakki on kirjoittanut kirjassaan Tilaustoimitusketjun hallinta, että varsinainen ostohinta voi olla kaikkiin kustannuksiin nähden vain jäävuoren huippu. (Sakki 2009: 186.)

Hankinnan välittömiin kuluihin kuuluvat Sakin mukaan mm:

- hankintatarpeen määrittely
- sopimuksen tekeminen
- ostoneuvottelut
- tilaaminen
- toimitusten valvominen
- kuljettaminen
- tavaroiden vastaanotto
- varastointi
- ostolaskujen käsittely
- laskujen maksaminen
- kulukirjanpito
- hankinnan epäsuorat kulut:
- hankintojen suunnittelu
- ostomarkkinoiden seuraaminen
- vaihtoehtojen arviointi
- neuvottelut
- sopiminen
- toimittajien kehittäminen
- laatukustannukset
- tulosten seuraaminen

- organisaation johtaminen
- henkilöstön kehittäminen
- myyjäosapuolen välittömät kulut. (Sakki 2019: 186.)

## 2.7 Toimittajan valinta ja arviointi

Ennen kuin tehdään toimittajan valintaa, on varmistettava, että toimintamalli on varmasti oikea ja tämäntyyppinen ratkaisumalli kantaa hedelmää pitkälle tulevaisuuteen. Toimittajan valinnassa tärkeintä on toimittajan tarjoama palvelu. Toimittaja on varteenotettava ainoastaan, jos se pystyy toimittamaan halutun palvelun tai tavaran asiakkaan tarvetta vastaamaan.

Kun potentiaalisia vaihtoehtoja on kartoitettu, tulee järjestää tapaaminen toimittajan kanssa, jotta voidaan varmistua, että toimittaja on luotettava ja pystyy varmasti tarjoamaan haluttua palvelua. Ritvanen ja Koivisto suosittelevat kirjassaan ”Logistiikka Pk-yrityksessä” (Ritvanen & Koivisto 2006: 151), että potentiaalisten toimittajien luona kannatta vieraila paikan päällä. Näin varmistutaan, että toimittajien laatutaso, toimintakulttuuri, toimituskyky ja resurssit ovat kunnossa.

Kun sopivat toimittajat on löydetty, tulee järjestää tarjouskilpailu, jossa toimittajat voivat esitellä hintojaan tietyille toiminnoille. Tämän jälkeen järjestetään lopulliset neuvottelut ja varmistutaan, että toimittaja pystyy varmasti hoitamaan oman osansa sopimuksesta. Ritvanen ja Koivisto kertovat, että tavaran tai toimittajan valintatekijöitä voivat olla:

- osaaminen ja suositukset
- kustannusvertailu
- resurssit
- laatu
- kehittymismahdollisuus
- toimintavarmuus ja luotettavuus
- arvot ja yrityskulttuuri
- omistuspohja
- sitoumukset muiden kanssa (Ritvanen & Koivisto 2006: 152.)

Luottamus toimittajaan on yksi tärkeimmistä kriteereistä valintoja tehdessä. Kun luottamus on syntynyt, yhteistyö jatkuu monia vuosia, ja toimittajan kanssa on helppoa keskustella ongelmakohdista. Luottamuksellisessa suhteessa kontrollin tarve vähenee, ja ennustettavuus paranee. Liiketoiminnan kehittäminen onnistuu myös helpommin luottamuksellisen kumppanin kanssa, kun arkaluontoisiakin tietoja voi jakaa toimittajan kanssa. Tunnettaessa toisen liiketoiminnan kehittämisideoita on helpompi jakaa luotettavan toimittajan kanssa.

Toimittajaa arvioidaan joko toimittajan valitsemiseksi tai toimittajan kehittämiseksi. Toimittajaa tulisi arvioida jatkuvasti ennen projektia, projektin aikana ja sen jälkeen. Arviointi voi perustua keskittyen tuotteeseen, tilaus-toimitusprosessiin tai liiketoimintaan. Toimittajaa arvioidaan joko toimittajan valitsemiseksi tai toimittajan kehittämiseksi. Ritvasen ja Koiviston mukaan tuotteen näkökulmasta katsoen toimittajaa voidaan arvioida tarkastelemalla materiaaleja, raaka-aineita, tuoteteknologiaa, tuotekehitystä, mittaustuloksia ja pakkauksia. Tämän tavoitteena on selvittää, onko toimittaja potentiaalinen ehdokas mahdollisille jatkotoimituksille. Toimittajan arviointi kehittää myös luottamusta toimittajaan ja auttaa selvittämään mahdollisten ongelmien syitä. (Ritvanen & Koivisto 2006: 155.)

Toimittajaa arvioidaan sen etsintävaiheessa ja tarjousten ja ehdotusten vertailuvaiheessa. Etsintävaiheessa arvioinnin kohteena ovat julkisista lähteistä sekä suhteellisen pienellä työllä selville saatavat asiat kuten yleiset taustatiedot, liiketoimintaympäristö ja haettuun tuotteeseen liittyvät tiedot.

Mahdollisia kysymyksiä voisi olla:

- mikä on toimittajan varsinainen toimiala?
- kuinka suuri toimittajan liiketoiminta ja yritys on?
- löytyykö toimittajasta viittauksia tai suosituksia?
- löytyykö tietoa toimittajan maineesta ja kokemuksista?
- löytyykö tietoja toimittajan kannattavuudesta?
- miten toimittajan toimialan kannattavuus, kilpailutilanne ja tulevaisuudennäkymät ovat kehittyneet?
- mikä on tuotteen merkitys toimittajalle?
- onko kyse toimittajan omasta osaamisesta vai liittyykö toimitukseen muita osapuolia?



- miten edistynyttä toimittajan teknologia on? (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2007: 237.)

Tarjousten ja ehdotusten vertailuvaiheessa projektipäälliköllä on monia erilaisia kysymyksiä kysyttävänä, varsinkin jos tuotteissa on eroja, joita saattaa olla vaikea verrata yhteismitallisesti. Tarjouksiin paneutuessa tulee ottaa huomioon pitkäaikaiset toiminta-vaikutukset ja kokonaiskustannukset. Seuraavia asioita tulisi pohtia, kun vertaillaan tarjouksia ja ehdotuksia:

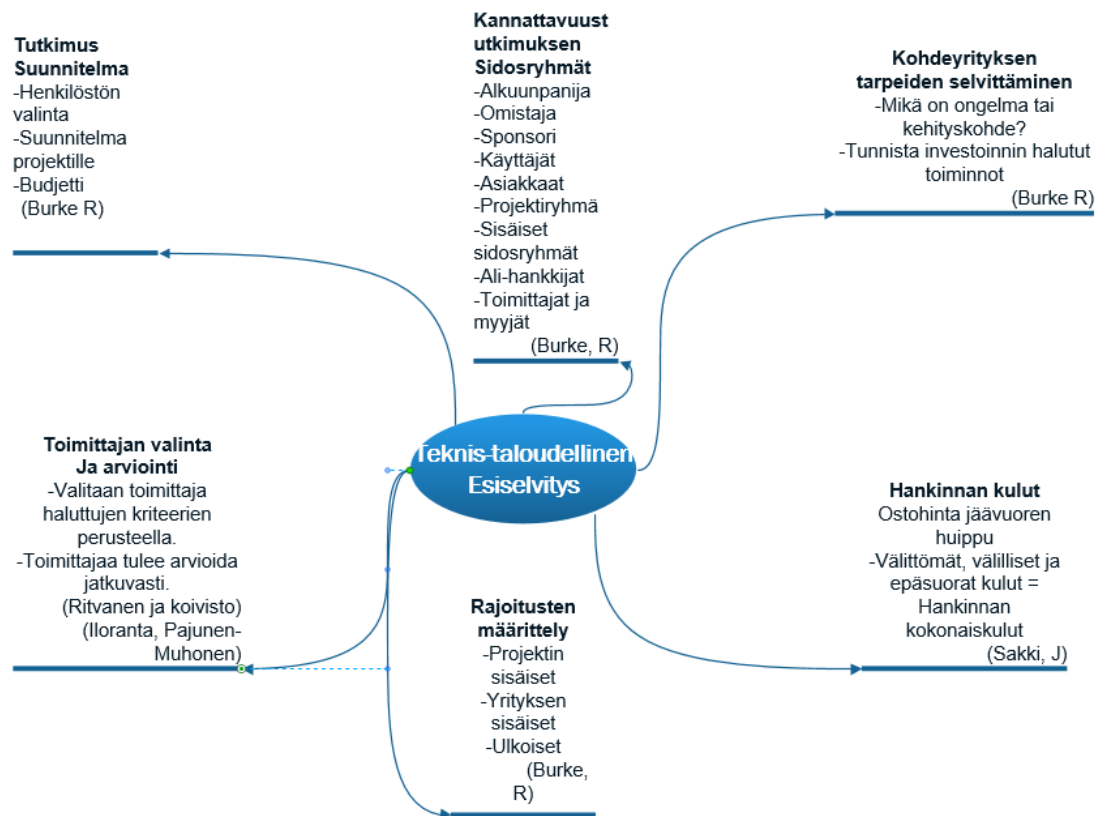
- ymmärtääkö toimittaja tilanteemme oikein ja näkyykö se tarjouksessa?
- miten tarjous vastaa tarpeisiin ja tavoitteisiin?
- onko ehdotettu ratkaisu yritykselle sopiva?
- mitä erityisiä etuja ja haittoja ehdotus tarjoaa muihin verrattuna?
- korreloiko hinta ja takaisinmaksuaika oikein suhteessa toisiinsa?
- onko toimittaja luotettava ja kiinnostunut meistä kumppanina?
- onko toimittaja osaava ja onko sillä vahvuuksia tai kokemusta kyseisen toimituksen kannalta?
- menestyykö toimittaja taloudellisesti ja mikä on sen asema oman alan kilpailussa?
- miten hyvät tulevaisuuden näkymät toimittajalla on? (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2007: 240.)

## 2.8 Käsitekehys

Alla olevassa kuvassa 6 tulee selville kaikki pääpiirteet, joita tarvitaan onnistuneen kannattavuustutkimuksen tekemiseen. Tutkimus alkaa suunnitelmalla, jossa valitaan henkilöstö ja tehdään suunnitelma ja budjetti investoinnin esiselvitykselle. Seuraavaksi on tunnistettava kaikki sidosryhmät, jotka liittyvät kannattavuustutkimukseen ja jaoteltava ne niihin, jotka ovat projektin puolesta, ja niihin jotka ovat sitä vastaan. Kohdeyrityksen tarpeet investointia varten on tiedettävä sekä tunnistettava toiminnot, joita halutaan parantaa investoinnin avulla. Ennen investoinnin tekemistä on myös tunnistettava projektia rajoittavat tekijät, jotka voi edelleen jakaa sisäisiin ja ulkoisiin rajoituksiin.

Kun mietitään hintaa, on huomioitava, että ostohinnan lisäksi hankinnasta koituu yleensä monia muitakin kuluja. Nämä kulut voidaan jakaa välittömiin, välillisiin ja epäsuoriin kuluihin.

Ennen kun tehdään lopullista valintaa toimittajan suhteen, on oltava kriteerit, jonka mukaan valinta tehdään. Oikeat kriteerit löytyvät miettimällä, mikä on tärkeintä investoinnissa ja mitä toimittajan halutaan pystyvän tekävän nyt ja jatkossa. Useimmissa tapauksissa toimittajan kanssa tehdään yhteistyötä myös ensimmäisen investoinnin jälkeen. Näin ollen on tärkeää arvioida toimittajaa jatkuvasti, jotta jatkotoimitusten laatu pysyy myös korkealla.



Kuva 6. Teknis-taloudellisen esiselvityksen hyvät käytännöt

### 3 Keruuasema vaihtoehtojen tunnistaminen ja perustietojen selvitys

#### 3.1 Toimeksiantajan reunaehdot

Toimeksiantaja Hub Logistics Oy:llä on tilanne, että he haluavat automatisoida poiminta-aseman, jossa tällä hetkellä siirretään tavaraa laatikosta toiseen manuaalisesti. Tällä hetkellä toiminta on valo-ohjattua ja kerääjälle osoitetaan näytöllä, kuinka monta tiettyä tuotetta tulisi siirtää oikeasta laatikosta toiseen, jotta tietyn tuotteen tilausmäärä tulee täyteen. Vastaanottaessa tuotteet on kirjattu järjestelmään ja ne on yksilöity tietojärjestelmään järjestelmätasolla. Jos asiakas vaatii niin sarja- ja IMEI (International Mobile Equipment Identity) -numeroiden avulla voidaan yksilöidä tietyt tuotteita ja kappaleita. Kun tarvittavat tuotteet on kerätty laatikkoon, vaaka mittaa painon perusteella, että tuotteita on oikean verran. Yksi muuttolaatikon kokoinen laatikko voidaan jakaa 1, 2, 4, tai 8 osaan ja jokaisessa osassa voi olla eri tuotteita. Jos asiakkaan tilauksessa on useita tuotteita, jotka eivät löydy samasta laatikosta, automatiikka toimittaa kerääjälle seuraavan laatikon, josta löytyy lisää tarvittavia tuotteita. Tämä jatkuu, kunnes tilaus on täytetty ja valmiina pakattavaksi.

Investoitavan poimintarobotin tulisi siis pystyä tunnistamaan oikea määrä, oikeaa tuotetta ja kyetä tarttumaan siihen siirtoa varten. Toimeksiantajan kanssa arvioimme, että kaikista pienimmät ja epäsäännöllisimmän muotoiset tuotteet ovat nykytekniikalla liian hankalia kustannustehokkaasti, koneelle kerättäväksi. Näin ollen ne tullaan edelleen pitämään manuaalikeräyksessä. Automaatilla kerättävät tuotteet tulisi siis olla riittävän säännöllisen muotoisia kappaleita, jotka ovat tarpeeksi kovaa ja tasaista materiaalia.

Keruuasemien kartoitus toteutettiin tiedustelemalla eri yrityksiltä heidän valmiuksiansa toteuttaa halutun keruuaseman tyyppistä hanketta. Yhteydenotot toteutettiin sähköpostilla ja puhelimitse. Otin yhteyttä viiteen potentiaaliseen toimittajaan, joilla vaikutti olevan mahdollisuuksia toteuttaa robottisoluhanketta. Tarkoituksena oli saada ainakin kolmelta toimittajalta vertailukelpoisia tarjouksia.

Uskon, että kaikki toimittajat eivät halua nimeään julki, joten yksityisyyden vuoksi luetteleen toimittajat kirjaimilla A, B, C, D ja E. Jokainen yhtiö, johon otin yhteyttä, oli kiinnostunut toteuttamaan tämäntyyppistä hanketta. Osa halusi tulla käymään yrityksessä katsomassa hanketta ja osa tyytyi viestittelyyn.

### 3.2 Vaihtoehto A

Vaihtoehto A:n kanssa käytiin sähköpostiviestittelyä. He eivät tarjonneet omaa ratkaisuvaihtoehtoaan. Sen sijaan he esittelivät kilpailijan ratkaisua. Tämän ratkaisun kapasiteetti oli noin 600 yksikköä tunnissa ja maksimipaino 2 kiloa. Robotti oli kiertyvänivelinen keräysrobotti. Hintatietoa kyseisestä robotista ei löytynyt.

Toimittaja A kertoi, että parhaat vaihtoehdot saisi HUB Logisticsin nykyiseltä keruujärjestelmän toimittajalta.

### 3.3 Vaihtoehto B

HUB ja toimittaja B olivat tavanneet messuilla, ja tätä kautta löytäneet toisensa yhteistyökumppaneina. Heiltä tuli myyntiedustaja käymään HUBin toimipisteellä arvioimassa, onko robottisolu mahdollinen ja kustannustehokkaasti järkevä. Hänen kanssaan todettiin, että poiminnan automatisointi on mahdollista ja he olisivat valmiita tekemään yhteistyötä mielenkiintoisen projektin parissa.

Heillä oli valmiina erilaisia kiertyvänivelisiä robotteja, jotka voisivat toimia halutussa käytöympäristössä. Todettiin, että kiertyvänivelinen olisi paras ratkaisu, koska laatikosta toiseen siirryttäessä tarvitaan useita vapausasteita. Tarraimeksi ehdotettiin imukuppitartutujaa. Jokaiseen imukuppiin voitaisiin ohjata imua erikseen kappaleen muodon mukaan. Näin tartunta olisi varmaa sekä nopeata ja palvelisi hyvin HUBin tarpeita.

Varovaisen arvion mukaan he arvelivat, että hinnaksi pelkälle robotille muodostuisi noin 50000 €. Arvioitiin kuitenkin, että tietotekniset sovellukset, ohjelmointi, testaaminen, yhdistäminen toisen toimittajan järjestelmään ja kaikki muut vastaantulevat haasteet saattavat nostaa hinnan yli kymmenkertaiseksi.

### 3.4 Vaihtoehto C

Toimittaja C kävi myös tutustumassa HUBin Hakkilan toimipisteeseen. He arvioivat, että robottisolun olisi mahdollinen toteuttaa, ja analysoimme yhdessä potentiaalisia ratkaisuvaihtoehtoja. He esittelivät heidän ja yhteistyökumppaneidensa järjestelmiä, joista voisi soveltaa robottisolun HUBin käyttöön.

Heidän yhteistyökumppaneiltansa löytyi oikeanlaisia robotteja, joita on maailmalla jo käytössä. Robotti oli kiertyvänivelinen poimintarobotti, jossa on 3D-kamera kappaleiden tunnistamiseen ja 2D-kamera viivakoodien ja QR-koodien lukua varten. Tässä versiossa on myös uudentyypinen 4-toimitarttuja, joka yhdistää mekaanisen ja imukupitarttuja ja joka pystyy tarttumaan lähes kaikkiin pienehköihin esineisiin. Robotille pystyy opettamaan lukemattomia eri tuotteita ja tuotevalikoimaa on mahdollista laajentaa tarvittaessa. Robotin hinta ei tullut ilmi.

Robotti oli juuri sitä, mitä toimeksiantaja on hakenut. Ongelmaksi muodostui, että toimittajan yhteistyökumppanit eivät lähde tarjoamaan vain yhtä robottia, joka pitäisi liittää kilpailijan varastojärjestelmään. He kertoivat myös, että tämän tyyppisen sovelluksen kehittäminen tulisi niin kalliiksi, etteivät heidän tai yhteistyökumppaneidensa resurssit riitä siihen, koska kyse on vain yhdestä robotista.

### 3.5 Vaihtoehto D

Toimittaja D:n kanssa käytiin aluksi puhelinkeskusteluita, ja sitten saimme kutsun vierailemaan heidän toimipisteellään, jossa suunnitellaan ja kehitellään robotteja. Yritysvierailusta kävi ilmi, että heillä on kehitteillä halutun tyyppistä poimintarobottia. Näytillä oli robotti, joka osasi poimia tuotteita ja koota niistä lavan laittaen laatikot ennalta määriteltyihin paikkoihin. Heillä oli myös robotti, joka pystyisi poimimaan yhtä tiettyä tuotetta ja asettamaan sen oikeaan paikkaan oikeassa asennossa.

Tämä teknologia oli oikeilla jäljillä, mutta ei soveltunut kunnolla toimeksiantajan tarpeisiin. Heillä oli oikeanlaista rautaa, mutta konenäkösovellukset eivät olleet tarpeeksi kehittyneitä, jotta niillä pystyisi tunnistamaan lukuisia eri kappaleita. Vaihtoehto D esitteli imukuppitarttujaa, joka toimisi kohdeyrityksen tarpeisiin.

### 3.6 Vaihtoehto E

Toimittaja E on toimeksiantajan nykyisen keräysautomaattijärjestelmän toimittaja. He rakensivat järjestelmän vuonna 2017 ja hoitavat sen huollot ja päivitykset. Toimittaja E:ltä oli rakentamisen yhteydessä kysytty tarjousta kolmannesta poimintapisteestä, mutta se oli silloin todettu liian kalliiksi ja hankalaksi toteuttaa.

Kysyimme uudestaan tarjousta toimittaja E:ltä, ja he antoivat alustavan hinta-arvion, joka on noin 150000 €. Hinta pitää sisällään robotin integroimisen nykyiseen järjestelmään kokonaisuudessaan. Tarjouspyynnöstä ei käynyt ilmi täsmälleen, minkälaisesta robotista on kysymys.

### 3.7 Perustietojen yhteenveto

Taulukossa 2 on esitelty jokaisen mahdollisen toimittajan perustiedot. Taulukko on jaoteltu mahdollisen teknologian, ratkaisuehdotuksen ja hinnan perusteella.

Taulukko 2. Perustietojen yhteenveto

Toimittaja	A	B	C	D	E
Teknologia	Ei omaa teknologiaa.  Kilpailijalla robotti valmiina.	Valmiina  Integroiminen haasteena.	Yhteistyökumppaneilla valmiina ja käytettävissä.	Kehitteillä  Tulevaisuudessa mahdollista.	Valmiina.
Ratkaisu	Kysely HUB:in omalta laite-toimittajalta	Kiertyvänivel  Imukuppi-tarttuja	Kiertyvänivel  4-toimi Tarttuja  3D ja 2D kamerat	Kiertyvänivel  Imukuppi-tarttuja	Kiertyvänivel  Imukuppi-tarttuja
Hinta	Ei tiedossa	Robotti = 50000  Integroiminen= 500 Tuhatta	Robotti= 50000  Integroiminen= 500 Tuhatta	Ei tiedossa	150 000  Integroituna

## 4 Keruuasemavaihtoehtojen teknis-taloudellisen kannattavuusarvion laatiminen

Tässä osiossa käydään läpi kannattavuustutkimuksen vaihtoehtoja ja analysoidaan aiemmin hankitun teorian mukaan, onko vaihtoehto kannattava.

### 4.1 Tekniikka

Haastatteluista, vierailuista ja viestittelyistä on tullut selville, että potentiaalinen tekniikka poimintapisteen automatisointia varten löytyy. Toimittaja A:lla, C:llä ja E:llä oli potentiaalinen robotti jo tiedossa. Toimittaja B kertoi, että he voisivat todennäköisesti tehdä kyseisen robotin, jos se vaan saataisiin yhteensovitettua nykyisen järjestelmän kanssa. Toimittaja D:llä ei ollut vielä oikeanlaista tekniikkaa robotille, mutta lupasivat, että he tutkivat asiaa.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kiertyvänivelinen robotti sopisi parhaiten poiminta pisteen käyttöä varten. Kaikki laitetoimittajat ehdottivat robottia kiertyvillä niveliillä. Muilla robottityypeillä tulisi liikaa hankaluuksia toimia haastavassa keräysympäristössä ja soveltuvat täten paremmin muihin teollisuuden aloihin. Robotissa tulisi olla ainakin viisi niveltä, jotta robotti voi suoriutua kaikista poimintatehtävistä haastavissakin asennoissa.

Neljä viidestä toimittajasta ehdotti imukuppeja tartuntatyyppiksi. Tutkimuksessa korostui se, että imukuppeja tulee olla paljon ja niiden pitää olla lyhyen välimatkan päässä toisistaan, jotta tartunta on luotettavaa. Toimittaja C ehdotti 4-toimitarttuja, jossa yhdistyy imukuppi ja mekaaninen tarttuja. 4-toimitarttuja vaikuttaa olevan paras ratkaisu keräysrobottia varten, koska imukupeilla pystytään tarttumaan lähes kaikkiin pintoihin, ja mekaaninen koura nostaa ne kaikista haastavimmat esineet, josta imukupitkaan eivät suoriudu. Muut poimintakeinot eivät sovellu kohdeyrityksen poimintarobottiin, koska tuotevalikoima on niin laaja, että tartunta voi olla epävarmaa monilla tuotteilla. Tutkimuksessa korostui se, että imukuppeja tulee olla paljon ja niiden pitää olla lyhyen välimatkan päässä toisistaan, jotta tartunta on luotettavaa.



Tutkimuksen perusteella viivakoodit ovat edelleen paras tunnistuskeino tuotteille. Viivakoodit ovat yleisimmin käytetty tunnistusteknologia, ja siksi se on helpoin ja varmin ratkaisu. Viivakoodeja käytetään globaalisti ja niiden käyttökulut ovat olemattomat. Kokenäkösovellukseksi tarvitaan siis viivakoodinlukija. Paras valinta olisi toimittaja C:n ratkaisu, jossa viivakoodin lukija on integroituna poimijaan. Tässä tapauksessa robotissa olisi yhdessä tarttuja ja viivakoodinlukija. Tämä nopeuttaa prosessia huomattavasti, kun robotin ei tarvitse viedä tavaraa erilliseen sijaintiin viivakoodin lukua varten.

Taulukossa 3 on selostettu parhaat tekniset ratkaisut automaattista poimintarobottia varten.

Taulukko 3. Parhaat tekniset ratkaisut automaattiselle poimintarobotille

Robottityyppi	Kiertyvänivelinen. Vähintään 5 niveltä
Tartuntatyyppi	Imukuppitarttujan ja mekaanisen tarttujan yhdistelmä
Tunnistusteknologia	Viivakoodinlukija integroituna tarttujaan

Parhaaksi ratkaisuksi todetaan kiertyvänivelinen poimintarobotti, jossa on vähintään viisi niveltä. Tartuntakeinoksi valitaan imukuppitarttujan ja mekaanisen tarttujan yhdistelmä. Tunnistusteknologiaksi valitaan viivakoodinlukija, joka on integroituna tarttujaan. Käytännössä laite toimisi niin, että kun kone saa tiedon, kuinka monta kappaletta mitäkin tuotetta tulee poimia, se asettaa itsensä tuotteen yläpuolelle kiertyvien nivelten avulla. Kun robotti on asettunut oikean tuotteen päälle, viivakoodinlukija lukee viivakoodin ja varmistaa, että tuote on oikea. Varmistuttuaan tuotteesta se yrittää aluksi imeä tuotteen kuppeilla, ja jos tämä ei onnistu, otetaan avuksi mekaaninen koura. Kun tuotteeseen on saatu tartuttua, robotti siirtää sen toiseen laatikkoon ja sitten siirrytään seuraavan tuotteen pariin.

## 4.2 Kannattavuuslaskelma

Investoinnin pitkäaikaisen kannattavuuden arvioimista varten on selvitettävä, missä ajassa investointi maksaa itsensä takaisin. Mitä nopeammin investointi on maksettu takaisin, sitä kannattavampi se on. Jormakka ym. (2016: s.234) mukaan investoinnin kannattavuuden laskemisessa voidaan käyttää useita menetelmiä, joita ovat nykyarvoindeksi, netto nykyarvo, sisäisen korkokannan laskenta ja takaisinmaksuaika.

Tässä työssä valitaan käytettäväksi yksinkertaista takaisinmaksuajan menetelmää. Takaisinmaksuajamenetelmän etuna on sen yksinkertaisuus. Heikkoutena voidaan pitää sitä, ettei menetelmä ota huomioon inflaatiota ja korkoa. Takaisinmaksuajan käytön edellytyksenä on se, että vuosittaiset käyttökulut laitteelle ovat samansuuruisia. Menetelmä valitaan käytettäväksi, koska oletetaan, että investointia varten ei tarvitse ottaa lainaa ja takaisinmaksuaika on niin lyhyt, ettei inflaatio ehdi vaikuttaa. (Jormakka ym. 2016: 239.)

Takaisinmaksuaika voidaan laskea alla olevalla kaavalla:

Takaisinmaksuaika = Alkuinvestointi/vuotuinen nettokassavirta

Kannattavuusarvion laatimista varten tarvitaan arvio poimintapisteen nykyisistä miestyövoimakustannuksista. Poimintapisteen kustannukset syntyvät etupäässä laitteen käytöstä, koska aina kun sitä käytetään, työntekijän täytyy olla operoimassa laitetta. Aluksi siis lasketaan, kuinka paljon kohdeyritykselle syntyy kustannuksia manuaalisen keräyspisteen operoinnista.

Laskelmista selvisi, että keruutyön kustannukset yritykselle ovat vuodessa luokkaa 80 000 €. Tarkemmat laskut ovat liiketoiminnan salaisuuksia, joten en avaa niitä enempää.

Yllä oleva summa on hyvä arvio siitä, kuinka paljon kohdeyritys säästää vuodessa miestyövoimakustannuksissa sijoittamalla automaatioon. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että automaatio ei toimi täysin ilman miestyövoimaa, joten luku on hieman yläkantissa, mutta se antaa hyvää viitettä investointia varten.

Opinnäytetyötä varten saatiin vain yksi kokonaisvaltainen tarjous, jossa hinta on tiedossa. Tämä tarjous oli toimittaja E:ltä, joka oli 150000 € sisältäen integroinnin nykyiseen järjestelmään. Koska muilta toimittajilta ei saatu hintaa sisältävää tarjousta, kannattavuustutkimus tehdään tämän tarjouksen perusteella.

Takaisinmaksuaika voidaan laskea kaavalla:

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \text{alkuinvestointi} / \text{vuotuinen nettosäästö.}$$

$$150000 / 78321,6 = 1,915\dots$$

Näin ollen investointi maksaisi itsensä takaisin alle kahdessa vuodessa. Kun tähän lisää laitteen huoltokulut ja alkukankeudet niin realistisena takaisinmaksuaikana voidaan pitää alle kolmea vuotta. Tämä on melko lyhyt aika ottaen huomioon, että IFR (International Federation of Robotics), joka kerää maailmanlaajuiset robottitilastot, laskee robottien käyttöikäksi noin 12 vuotta. Näin ollen robotille voidaan arvioida 10 voittoa tuottavaa vuotta. (Viitala: 2016.)

Alla olevassa taulukossa on selvennetty kannattavuuslaskelman laskut:

Taulukko 4. Kannattavuuslaskelma taulukoiden

Mitä lasketaan?	Miten lasketaan?	Käytettävät arvot	Laskutoimitus
Investoinnin takaisinmaksuaika vuosissa	Investoinnin hinta jaetaan vuosittaisilla miestyövoimakuluilla	Investoinnin hinta: 150000  Manuaalikeräyspisteen työvoimakulut vuodessa: 80000	$150000 / 80000 = 1,875$

### 4.3 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tehdä teknis-taloudellinen esiselvitys manuaalikeräysaseman automatisoinnin ratkaisuvaihtoehdoista. Tutkimusten perusteella on selvitetty, että tekniikka automaattiselle poimintarobotille löytyy, ja siihen investointi maksaa itsensä niin nopeasti takaisin, että se on teknisesti sekä taloudellisesti kannattavaa.

Kannattavuusarvio on jaettu kahteen osaan, jotka ovat tekninen sekä taloudellinen puoli investoinnista. Teknisellä puolella vaihtoehtoja robotin toiminnalle oli useita. Toimeksiantajan reunaehdot huomioiden voidaan todeta, että kohdeyritykseen sopii parhaiten kiertyvänivelinen robotti vähintään viidellä nivelellä. Robotin tulisi pystyä tarttumaan erimuotoisiin ja -kokoisiin kappaleisiin. Imukuppararttuja, johon on yhdistetty mekaaninen koura sopisi parhaiten kohdeyritykselle sen monipuolisuuden vuoksi. Tähän ratkaisuun pystyy myös liittämään viivakoodin lukija, jotta kappaleen tunnistaminen on sujuvaa ja nopeaa.

Taloudellisessa osuudessa kannattavuustutkimusta lasketaan aluksi nykyisen manuaalisen poimintapisteen kustannukset yritykselle. Laskelmilla todistetaan, että poimintapisteen käytön henkilöstökulut ovat vuodessa noin 80 tuhatta euroa. Insinööriyössä saatiin yksi vakavasti otettava tarjous, jonka hinta on 150 tuhatta. Tämä hinta sisälsi integroinnin ja asennukset. Oletetaan, että ihminen ja robotti suoriutuvat yhtä nopeasti halutuista poimintatehtävistä, joten laskelmissa ei tarvitse ottaa huomioon keräysnopeutta. Robotin kykyä työskennellä yötä päivää ei myöskään oteta huomioon, koska alussa se tarvitsee paljon huolenpitoa ja valvontaa ja tämän vuoksi sitä ei voitaisi hetkeen käyttää yksinään yöllä. Sitten kun robottia voidaan käyttää yksinään, se tasoittaa hinnan, joka syntyy alkukankeuksien valvonnasta. Näiden perustelujen vuoksi takaisinmaksuaika automaattiselle poimintarobotille on laskettu yksinkertaisesti jakamalla hankintahinta kuluilla, joita edellisen poimintapisteen käytöstä syntyi. Kun lasketaan näillä parametreilla, takaisinmaksuajaksi saadaan alle kaksi vuotta.

## 5 Johtopäätökset

### 5.1 Yhteenveto

Nykyajan yrityksillä on jatkuva tarve kehittyä pysyäkseen nopeasti muuttuvan maailman mukana. Teknologia kehittyy nopeasti ja yritysten on sijoitettava yhä enemmän resursseja pysyäkseen kehityksen mukana.

Automaatio valtaa alaa lähes kaikilla aloilla, ja yhä useammat työtehtävät voidaan hoitaa miesvoiman sijasta automaatiolla. Monet yritykset ovatkin alkaneet siirtyä automaation pariin kustannussäästöt mielessään. Ennen automaatioon siirtymistä yrityksen on varmistettava, että automaatioon investoiminen on kannattavaa juuri heidän kohdallaan. Tämä onnistuu kannattavuustutkimuksella.

Opinnäytetyössä kannattavuustutkimuksen teko on jaettu kuuteen eri vaiheeseen, jotka ovat:

Tutkimus suunnitelma

Kohdeyrityksen tarpeiden selvittäminen

Rajoitusten määrittely,

Kannattavuustutkimuksen sidosryhmät

Hankinnan kulut

Toimittajien arviointi ja valinta

Jokainen näistä vaiheista tulee ottaa huomioon tehtäessä uutta investointia ja jonkin osa-alueen poisjättäminen voi johtaa arvaamattomiin seuraamuksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä teknis-taloudellinen kannattavuustutkimus manuaalikeräysaseman automatisoinnin ratkaisuvaihtoehdoista. Työssä laskettiin myös takaisinmaksu aika saadun tarjouksen mukaan. Ratkaisuvaihtoehtoja poimintarobotille löydettiin useita. Käytännössä kiertyvänivelinen robotti imukuppitarttujan ja mekaanisen kouran yhdistelmällä, sekä viivakoodin lukijalla, toimisi parhaiten kohdeyrityksessä. Tämä on myös yleisin poimintarobottityyppi, jota toimittajilla oli tarjolla.

Työssä tuli ilmi, että pelkkä robotti maksaa noin 50 000 euroa. Robotin lisäksi hintaan tulee lisätä laitteen integroiminen nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään. Kaksi toimittajaa arvioi, että integroiminen ja kaikki muut tekniset haasteet voivat nostaa kokonaiskustannukset jopa yli kymmenkertaiseksi pelkkään rautaan nähden. Tästä muodostui haaste työn kannalta. Potentiaalisia laitetoimittajia jätti leikin kesken, koska he totesivat heti alkuun, että kahden tietojärjestelmän integroiminen yhteen osoittautuu liian haastavaksi ja kalliiksi tehtäväksi.

Näin ollen työssä päädyttiin kysymään tarjousta nykyisen automaatiojärjestelmän toimittajalta. Heiltä saatiin alustava hintatarjous, joka piti sisällään integroimisen ja tätä tarjousta käytettiin takaisinmaksuajan laskemiseen. Henkilöstön kulut työnantajalle ovat tunnetusti melko suuret, joten vaikka laitteen hinta oli 150000 € investointi maksaa itsensä takaisin alle kolmessa vuodessa.

## 5.2 Jatkoimenpide-ehdotukset

Työn lopputuloksesta voidaan vetää johtopäätös, että kyseiseen poimintarobottiin investoiminen on kannattavaa. Työstä kävi ilmi, että automaatio on nykypäivänä avainmenestykseen. Kun investointi alkaa tuottaa kahden vuoden jälkeen voittoa, ne varat, joita käytettiin koneen operoimiseen, voidaan käyttää, vaikka toiminnan kehittämiseen ja uusien kannattavuustutkimusten tekemiseen.

Ehdottaisin, että kohdeyritys korvaa manuaalikeräysaseman mahdollisimman nopeasti automatisoidulla keräyspisteellä. Vaikka automaatio on iso investointi, työssä on todistettu, että se maksaa itsensä nopealla aikataululla takaisin ja tuottaa tämän jälkeen jatkuvaa säästöä nykytilanteeseen verrattuna. Ehdottaisin, että kohdeyritys valitsee vaihtoehdot E:n. He ovat rakentaneet nykyisen automaatiojärjestelmän, joten uuden laitteen integroiminen nykyiseen järjestelmään pitäisi onnistua sulavasti. Sulavan integroimisen vuoksi hintakaan ei nouse liian suureksi ja takaisinmaksuaika on melko lyhyt. Valittaessa jo olemassa olevan yhteistyökumppanin vuoropuhelu, esimerkiksi ongelmatilanteisiin ja huoltoihin liittyen ei aiheuta huomattavasti suurempaa työmäärää nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Huollot ja korjaukset voidaan hoitaa samoilla henkilöillä, jotka hoitavat nykyisen järjestelmän kunnossapidon. Valittaessa nykyisen toimittajan uuden

sijasta työntekijöiden muutosvastarinta on pienempi, koska laitteet ovat samantyyppisiä vanhaan verrattuna.

Toimittaja E:n tarjouksen valitseminen ja heidän laitteensa implementointi nykyiseen järjestelmään on siis kaikin puolin järkevä ratkaisu. Tämän investoinnin jälkeen ehdotaisin, että HUB Logistics tutkii mahdollisuuksia automatisoida muitakin varaston osia. Jatkuva kehittyminen on avain menestyksekkääseen liiketoimintaan nykypäivänä ja automaatio on oikea suunta edetä nykypäivän logistiikkayrityksissä.

### 5.3 Hankkeen laadun itsearviointi

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tehdä teknis-taloudellinen kannattavuus selvitys manuaalikeräysaseman automatisoinnin ratkaisuvaihtoehdoista. Tavoitteeseen kuului tekninen osa, jossa selvitettiin, ketkä voivat tarjota kyseistä teknologiaa ja minkälaista tekniikkaa automatisoituun keräysrobottiin tulisi käyttää. Hankkeessa löydettiin monta potentiaalista toimittajaa, jotka voivat tehdä yhteistyötä HUBin kanssa jatkossa. Kaikilla toimittajilla oli melko samanlaista teknologiaa tarjolla. Tämän vuoksi ei saatu kunnollista vertailua aikaiseksi. Uskon, että kohdeyritykselle on kuitenkin suuri hyöty tietää mahdollisten yhteistyökumppaneiden tämänhetkinen tilanne ja mitä heillä on tarjota. Tämä insinööriyö auttoi siis toimeksiantajaa ja laitetoimittajia olemaan lähemmässä yhteistyössä. Yhteistyö yritysten välillä on erittäin arvokasta, ja tämä on yksi työn suurimmista saavutuksista.

Työssä saatiin lopulta yksi kunnan tarjous toimittaja E:ltä. Tämä oli elintärkeää työn onnistumisen kannalta, koska sen avulla voitiin laskea, mikä on takaisinmaksuaika ja sen perusteella arvioida, onko investointi kannattava vai ei. Automaatioon sijoittaminen osoittautui kannattavaksi, ja tämä tieto on työn toinen suuri saavutus.

Opinnäytetyön aihe on erittäin ajankohtainen muuttuvassa teollisuuden maailmassa. Teoriaosiossa opeteltiin tekemään onnistunut kannattavuustutkimus. Teoriaosuuden avulla lukijan ja kirjoittajan on helpompi ymmärtää, miksi kannattavuustutkimus tehdään ja mitä kaikkea siinä voi joutua ottamaan huomioon. Teoriaosuus onkin melko kattava, koska tutkimuksia on niin monenlaisia. Halusin sisältää työhön kattavan teoriaosuuden, koska sitä kirjoittaessa en ollut vielä täysin varma, minkälainen tutkimus on

tulossa. Tämän vuoksi osa teoriaosuudesta sivuttaa tutkimusaihetta. Koen, että tieto on kuitenkin tärkeää kokonaiskuvan ymmärtämiseksi.

Lähteitä kannattavuustutkimuksen tekemisestä löytyi hyvin. Kirjat, artikkelit ja nettilähteet ovat kaikki edustettuina. Suurimmassa osassa väitteistä on lähde todistamassa sanomaa, joka tekee insinööriyöstä luotettavan. Työn luotettavuutta heikentää hieman se, että en voi paljastaa toimittajien nimiä tai näyttää yhteydenpitoa, joka heidän kanssaan on käyty. Tämän vuoksi tutkimusta on vaikea toistaa täsmällisesti. Jos tästä tehdään tutkimusta jatkossakin kymmenen vuoden sisällä uskon, että tulokset ovat melko samanlaisia.

Hanke oli erittäin opettavainen kokemus kaikin puolin. Opin tekemään yhteistyötä yritysten kanssa ja tutustuin lähemmin insinööritason työtehtäviin. Hanke onnistui kokonaisuutena hyvin, koska halutut tavoitteet saavutettiin ja lopputulokset olivat positiivisia. Haluan kiittää HUB Logistics-yritystä mahtavasta tilaisuudesta tehdä yhteistyötä heidän kanssaan. Haluan myös kiittää Metropolian sekä HUBin ohjaajia, jotka auttoivat selvittämään sekä hahmottamaan, mitä kaikkea onnistuneeseen opinnäytetyöhön ja kannattavuustutkimukseen kuuluu.



## Lähteet

Burke, R. 1990. Project Management, Planning and Control Techniques. New Jersey: Wiley.

Haapalainen, T. 2011. ABB Robotin käyttöönottoasennus ja ohjelmointi konenäkösovelluksessa. Opinnäytetyö. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33889/Haapalainen\\_Tomi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33889/Haapalainen_Tomi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 16.8.2019.

Helminen, J. 2017. Käytettävän tarttujan suunnittelu. Opinnäytetyö. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87178/Helminen\\_Jesse.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87178/Helminen_Jesse.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 18.9.2019.

Hub logistics Oy. 2019. Verkkoaineisto. [www.hub.fi](http://www.hub.fi). Luettu 31.10.2019.

Iloranta, K & Pajunen-Muhonen, H. 2015. Hankintojen johtaminen neljäs painos. Tallina: AS Pakett.

Imukuppartarttuja. Verkkoaineisto. <<https://www.piab.com/Products/kenos-vacuum-gripping-systems/kvg/kenos-vacuum-gripper---kvg120c/>>. Luettu 18.9.2019).

Jormakka R, Koivusalo K, Lappalainen J, Niskanen M. 2016. Laskentatoimi. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Keskitalo, A 2010. Lineaarimootoreilla varustetun portaalirobotin suunnittelu ja toteutus. Opinnäytetyö. <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/17156/Keskitalo%20Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Luettu 18.9.2019.

Kuivanen, R. 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj.

Kujala, J. Kuvaja, S. 2002. Välittävä johtaminen: sidosryhmät eettisen liiketoiminnan kirittäjinä. Jyväskylä: Talentum Media Oy.

Lahti, V. 2017. RFID-tekniikan hyödyt kuluttajalle ruokakaupassa. Opinnäytetyö. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130384/Lahti\\_Vuokko.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130384/Lahti_Vuokko.pdf?sequence=1)>. Luettu 15.8.2019.

Länsiharju, M. 2019. Varaston vastaanottoprosessin kehittäminen. Opinnäytetyö. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/166909/L%C3%A4nsiharju\\_Mikko.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/166909/L%C3%A4nsiharju_Mikko.pdf?sequence=2&isAllowed=y)>. Luettu 15.8.2019.

Mahla, T. 2017. Kokoonpanon automatisointi. Opinnäytetyö.

<[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132240/Mahla\\_Toni.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132240/Mahla_Toni.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 16.8.2019.

Optiset anturit. 2010. Verkkoaineisto. Metropolian koneautomaation wiki. <<https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Optiset>>. Luettu 15.8.2019.

Ripka, P, Tipek A. 2007. Modern Sensors Handbook. New Jersey: Wiley.

Ritvanen, V. 2007. Logistiikka PK-Yrityksessä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit.

Sakki, J, 2009. Tilaus-Toimitusketjun Hallinta 9 Uudistettu Painos. Helsinki: Haka-paino Oy.

Schuster, E, Allen, S Brock D. 2007. Global RFID; The value of EPC global Network for Supply chain management. New York: ISBN.

Taskila, J. 2013. Kivihiiliseoksen raekokojakauman ja kosteuden analysoinnin ja näytteenoton kehittäminen sekä automatisointi. Opinnäytetyö. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61334/Taskila\\_Juho.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61334/Taskila_Juho.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 16.8.2019.

Työntekijän sivukulut. 2018. Verkkoaineisto. Suomen palkanlaskenta Oy. <[www.palkkaus.fi/cms/article/tyonantajan\\_sivukulut](http://www.palkkaus.fi/cms/article/tyonantajan_sivukulut)>. Luettu 15.1. 2020.

Viitala, A 2016. Teollisuusrobottien historia ja vaikutus suomalaiseen teollisuuteen. Opinnäytetyö. <<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201604201518.p>>. Luettu 8.1 2020.

