

Teemu Joutsiniemi

Tuotantorobotti-investoinnin kannattavuus

Opinnäytetyö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tradenomi

Liiketalous

Opinnäytetyö

21.4.2018

Tekijä(t) Otsikko	Teemu Joutsiniemi Tuotantorobotti-investoinnin kannattavuus
Sivumäärä Aika	26 sivua 21.4.2018
Tutkinto	Liiketalouden ammattikorkeakoulututkinto
Koulutusohjelma	Liiketalouden tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Riikka Hiidenkari
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, onko tuotantorobottiin investoiminen käytetyillä lähtöarvoilla taloudellisesti kannattavaa vai ei. Työssä käytettiin investointikustannuksena kolmelta eri toimittajalta saatuja tarjouksia tuotantorobottisovelluksesta erään tuotteen valmistamista varten.</p> <p>Lähtöarvojen perusteella tehtiin investointilaskelmat eri investointilaskentamenetelmillä ja tulosten perusteella arvioitiin investoinnin kannattavuus. Työ oli toiminnallinen tutkimus, jonka tuloksena investointi ei ollut kaikilla laskentamenetelmillä taloudellisesti kannattavaa.</p> <p>Mikäli tuotantorobotilla olisi mahdollista tehdä myös muita samankaltaisia tuotteita, olisi sen käyttämisestä saatavat säästöt mahdollista saada niin suuriksi, että investointi olisi kannattava. Näitä kohteita tulisi etsiä ensisijaisesti jo tällä hetkellä tehtävistä tuotteista.</p>	
Avainsanat	investointi, kannattavuus, tuotantorobotti

Author(s) Title	Teemu Joutsiniemi Profitability of Investing in a Production Robot
Number of Pages Date	26 pages April 21, 2018
Degree	Bachelor of Business Administration
Degree Programme	Economics and Business Administration
Specialisation option	
Instructor(s)	Riikka Hiidenkari, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to define whether investing in a production robot is economically profitable. The investment cost was based on offers from three different suppliers, which provided a production robot solution for manufacturing a certain product.</p> <p>Investment calculations were carried out with different investment calculation methods and based on the results the profitability of the investment was evaluated. This thesis was conducted as a functional research. As a result, it was discovered that the investment was not profitable by all the calculation methods.</p> <p>If the production robot could manufacture more similar products, the savings from using the robot could be increased so high that it would make the investment profitable. These items should be searched among the products that are currently manufactured in the factory.</p>	
Keywords	investment, production robot, profitability

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tuotantorobotit	3
2.1	Robotin määritelmä	3
2.2	Tuotantorobottien käyttö teollisuudessa	3
2.3	Tuotantorobottien ohjelmointi	5
3	Investointi	6
3.1	Investoinnin tarkoitus	6
3.2	Investoinnin rahoitus	7
3.3	Investointityypit	8
3.4	Investointilaskentamenetelmät	9
3.5	Valmistuskustannusten laskeminen	11
4	Toteutusprosessi	12
5	Tuotos	13
5.1	Laskennassa käytetyt lähtöarvot	13
5.2	Laskennan tulokset eri menetelmillä	14
5.3	Herkkyysanalyysi	18
6	Johtopäätökset	20
6.1	Tulosten vertailu	20
6.2	Johtopäätökset tuloksista	22
6.3	Työn tulosten arviointi	23
6.4	Jatkotoimenpiteet ja kehitysehdotukset	24
	Lähteet	25

1 Johdanto

Robotteja on ollut käytössä teollisuudessa jo 1960-luvulta lähtien. Suomessa teollisuusrobotteja käytetään eniten hitsauksessa. Teollisuusrobotteja käytetään muun muassa kokoonpanotehtävissä, hitsauksessa, liimauksessa, pakkaamisessa ja työstökoneiden syöttämisessä. Investointien määrä romahti vuoden 2008 talouskriisin myötä ja se vaikutti myös robottien investointeihin. Vuosina 2010–2015 robottien määrä Suomessa on vähentynyt, koska niitä on poistunut käytöstä enemmän kuin uusia on hankittu. (Suomen Robotiikkayhdistys 2018).

Koska valmistavassa teollisuudessa työvoimakustannukset ovat yksi merkittävä kustannustekijä, olisi robotin avulla pystyttävä korvaamaan ihmisen tekemää työtä. Tässä voidaan myös vertailla sitä, palkataanko lisää henkilökuntaa vai ostetaanko robotti, jolla pystytään lisäämään tuotantokapasiteettia. Koneistajan ammatti ei tällä hetkellä houkuttele nuoria, joten ammattioppilaitoksista ei valmistu uusia koneistajia samaan tahtiin kuin teollisuudessa olisi heille kysyntää. Lisäksi suuret ikäluokat ovat jo jääneet tai juuri jäämässä eläkkeelle, mistä seuraa taas kokeneiden koneistajien poistumista työvoimasta. Tällöin lisäkapasiteetin saaminen voi olla hankalaa lisäämällä työvoimaa, mutta robotin avulla se onkin mahdollista.

Roboteilla ei siis olla viemässä työpaikkoja, vaan niillä korvataan fyysisesti toistuvaa ja ihmistä rasittavaa työtä. Lisäksi niillä voidaan saada työturvallisuutta parannettua, kun inhimillisen virheen mahdollisuus poistuu raskaasta työvaiheesta. Tärkeimmät syyt robotin hankkimiseen ovat koneiden käyttöasteiden ja sitä kautta tuottavuuden parantuminen, lopputuotteiden laadun ja tasalaatuisuuden parantuminen sekä työntekijöiden työolosuhteiden paraneminen.

Robotille on kuitenkin oltava riittävän pitkä sarja, jotta sen käyttäminen olisi järkevää. Sarjalla tarkoitetaan tässä tehtävien kappaleiden määrää. Jos sarja on pieni, kuluu robotin ohjelmointiin ja asetusten tekemiseen enemmän aikaa kuin robotista saadaan hyötyä. Nykyisin on jo olemassa opetettavia robotteja, joille opetetaan ohjelmaa tehtäessä liikerata pitämällä robotista kiinni ja kuljettamalla se haluttu liikerata. Tämä saadaan muunnettua suoraan robotin ohjelmakoodiksi. Jos tuotantomäärä taas on riittävän pitkä, robotti voidaan jättää työskentelemään esimerkiksi yöksi, jolloin siitä saadaan mahdollisimman suuri lisäys kapasiteettiin.

Jotta robottia voitaisiin hyödyntää mahdollisimman paljon, sen olisi hyvä olla helposti siirrettävä. Tällä tavalla sitä voitaisiin hyödyntää tuotannossa eri paikoissa eikä jokaiseen tehtävään tarvitsisi hankkia omaa robottia. Kevytkin robotti tarvitsee kuitenkin jonkin jalustan tai muun tason, jonka on oltava aina samassa kohdassa. Silloin robotin nollapiste on tiedossa, ja sen kulkema liikerata voidaan toistaa samaan paikkaan. Robotin paino on pitkälti suhteessa sen nostokykyyn. Mitä suurempi nostokyky robotilla on oltava, sitä painavammaksi robotin rakennekin yleensä muuttuu, koska sen tekemät liikkeet vaativat enemmän voimaa ja suurempia moottoreita.

Jotta investoinnin kannattavuus saadaan selville, on ensin selvitettävä laskelmissa tarvittavat lähtöarvot. Näitä ovat se, kuinka suuret investointikustannukset ovat, millaiset muuttuvat kulut siitä aiheutuvat ja millainen tuotteen kulurakenne on tällä hetkellä. Edellisten lisäksi oleellinen tieto on investoinnin avulla saatava tuotto eli tässä tapauksessa kustannussäästö tuotteen valmistuskustannuksissa. Investoinnin kannattavuuden laskemiseksi on tiedettävä myös käytettävä korkokanta sekä investoinnin laskennallinen käyttöaika. (Järvenpää & Lämsiluo & Partanen & Pellinen 2013, 379).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, onko tuotantorobottiin investoiminen taloudellisesti kannattavaa, kun kohteena on erään tuotteen syöttäminen työstökoneelle. Roboteista on puhuttu jo pitkään, ja niitä on yhä useammassa paikassa käytössä valmistavassa teollisuudessa. Robotteihin investoimista on kuitenkin hidastanut niiden korkeat hankintakustannukset sekä ohjelmoinnin vaatimat resurssit. Jotta robottiin investoiminen olisi kannattavaa, pitää sillä pystyä nostamaan tuotannon tehokkuutta ja sitä kautta parantamaan yrityksen kannattavuutta. Nykyinen alhainen korkokanta edesauttaa investointien tekemistä, koska lainasta aiheutuvat korkokulut ovat tällä hetkellä pienet.

Työssä on otettu vertailuun kolmen eri toimittajan robottisovellus, jonka avulla voidaan tehdä erään tuotteen vaihtaminen työstökoneeseen. Robotin avulla voidaan vaihtaa myös muita tuotteita samalla tavalla, mutta niihin liittyviä mahdollisia kustannuksia esimerkiksi kiinnitystyökaluihin ei ole otettu mukaan tähän selvitykseen eikä näin ollen myöskään niistä mahdollisesti saatavia säästöjä. Robotissa ei ole jälleenmyyjän mukaan huollettavia kohteita, joten huoltokustannukset on oletettu nollassi.

Lähtötietojen pohjalta tehdään vertailu eri vaihtoehtojen välillä ja lasketaan eri investointilaskentamenetelmillä niiden kannattavuus. Saatujen tulosten perusteella tehdään johtopäätökset investoinnin kannattavuudesta sekä ehdotukset jatkotoimenpiteistä.

2 Tuotantorobotit

2.1 Robotin määritelmä

Teollisuusrobotteja on ollut jo pitkään. Vuonna 1954 amerikkalainen George C. Devol on hakenut patenttia ohjelmoitavalle manipulaattorille, jonka ajatellaan olevan nykyisten robottien ensimmäisiä versioita. Sellainen on myyty ensimmäisenä teollisuuteen vuonna 1959. (Koskinen ym. 2008, 1.)

Robotin määritelmä vaihtelee hieman eri maanosien välillä, esimerkiksi Japanissa robotin määritelmä on väljempi. Sille ei ole hyväksytty yhtä tiettyä kuvausta, mutta sitä kuvaillaan esimerkiksi SFS-EN 775 -standardissa seuraavasti:

”Automaattisesti ohjattu, uudelleen ohjelmoitava ja monikäyttöinen käsittelylaite, jolla on useita vapausasteita, ja joka voi olla joko kiinteästi paikalleen tai liikkuvaksi asennettuna, käytettäväksi teollisuuden automaatiojärjestelmissä.”

ISO 8373:1194 -standardin mukainen määritelmä taas on ”Automaattisesti ohjattava uudelleenohjelmoitava, monikäyttöinen manipulaattori, jossa on vähintään kolme ohjelmoitavaa akselia.” (Koskinen ym. 2008, 1.)

Englannissa yleisesti hyväksytty robotin määritelmä British Automation & Robot associationin mukaan on uudelleenohjelmoitava laite, joka on suunniteltu manipuloimaan ja kuljettamaan osia tai erityisiä valmistustyökaluja ohjelmoitujen muuttuvien liikkeiden avulla tietyn työn suorittamiseen (BARA 2017).

2.2 Tuotantorobottien käyttö teollisuudessa

1960-luvun alun robotit juontavat juurensa numeerisesti ohjattujen koneiden ja materiaalin etäkäsittelyn sulautumisesta yhteen. Näissä ihmisen kättä muistuttavissa robo-teissa oli alkeellinen ohjaus eivätkä ne keränneet tietoa ympäristöstään. 1900-luvun lopulla tietokoneiden ja integroitujen piirien yleistyminen johti myös robottien ohjaami-

seen tietokoneen avulla. Näitä käytetään yleisesti autoteollisuudessa, metalliteollisuudessa, kemian teollisuudessa, elektroniikkateollisuudessa sekä ruokateollisuudessa. Viime aikoina robotit ovat alkaneet yleistymään myös muualla kuin teollisuudessa, kuten siivousrobotit, vedenalaiset robotit, avaruussovellukset ja lääketieteelliset sovellukset. (Khatib & Siciliano 2016, 72.)

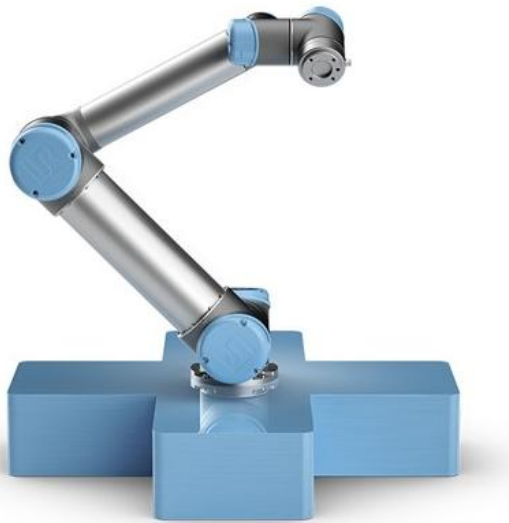
Oussama Khatibin ja Bruno Sicilianon mukaan robotit ovat ottaneet 2000-luvulla aimo loikan niin käyttötarkoituksessa kuin niiden koossakin. Robotit ovat nopeasti siirtyneet lähemmäs ihmisiä jokapäiväiseen elämään. Jatkossa robotteja tullaankin näkemään enenevässä määrin kodeissa, työpaikoilla ja yhteiskunnassa palvelemissa, viihdyttämässä, kouluttamassa, valmistavissa tehtävissä, terveydenhuollon tehtävissä ja avustavissa tehtävissä. (Khatib & Siciliano 2016, 72.)

Niiden avulla voidaan parantaa ihmisten työskentelyolosuhteita käyttämällä robotteja olosuhteissa, joissa ihmisen työskentely on hankalaa. Sellaisia ovat British Automation & Robots Assosiationin mukaan esimerkiksi raskaat nostot, toistuvat liikkeet, saastuneilla alueilla työskentely (liuottimet, melu, kuumuus, pöly) tai tehtävät, joissa vaaditaan suurta keskittymistä koko ajan. (BARA 2017.)

Robotteja on siis paljon erilaisia eri sovelluksiin. Suurin osa teollisuusroboteista on vielä tällä hetkellä sellaisia, jotka on eristetty omaan häkkiin turvallisuusnäkökulmien vuoksi. Robotin aiheuttama turvallisuusriski liittyy sen tekemään liikkeeseen. Ihminen voi jäädä puristuksiin robotin ja toisen pinnan väliin tai robotti voi kolhaista tai pistää ihmistä. Tämä voidaan helpoimmin ja edullisimmin estää eristämällä ihmisiltä tila, jossa robotti liikkuu. Tällaiset tilat vaativat paljon tilaa tuotantolaitoksissa, joten niiden sijoittaminen on huomioitava myös laitoksen pohjapiirustuksen suunnittelussa. Nykyisin lisääntyvät myös niin sanotut yhteistyörobotit, joissa ihminen ja robotti tekevät yhteistyötä. Nämä yhteistyörobotit ovat paljon joustavampia ja edullisempia työkaluja ja soveltuvat paremmin pienemmille sarjoille niiden helpomman liikuttelun ja pienemmän tilantarpeensa ansiosta Koskisen ja kumppaneiden mukaan. (Koskinen ym. 2008, 2.)

Yhteistyörobottien tuleminen on edessä ja niiden kehitysvauhti on nopeaa. Standardeja ihmisen ja robotin yhteistyöhön ollaan vasta kehittämässä, kuten Tampereen teknillisen yliopiston professori Minna Lantz toteaa Tekniikka & Talous -lehden haastattelussa. Hänen mukaansa esimerkit aidosta yhteistyöstä, jossa ihminen ja robotti tekevät sekä omia että yhteisiä tehtäviä ovat maailmalla hyvin harvassa. (Keränen 2018, 18.)

Kuviossa 1 on esitetty Universal Robotsin yhteistyörobotti mallia UR10. Kyseinen robotti ei tarvitse ympärilleen suoja-aitoja. Se on rakennettu niin, että sen törmätessä esteeseen se pysähtyy välittömästi ja lopettaa toimintansa. Liikenopeudet ovat pieniä ja robotin liike-energia on pieni, jolloin se ei saa aikaan ihmistä vahingoittavia voimia. Robotin liikealue on 1300 millimetriä ja se kääntyy ympäri 360 astetta. Robotin maksimuorma voi olla korkeintaan 10 kilogrammaa. Siinä on kuusi kääntyvää akselia, ja sen omapaino on 28,9 kilogrammaa. (Universal Robots 2018).



Kuvio 1. UR10-yhteistyörobotti.

2.3 Tuotantorobottien ohjelmointi

Robotin ohjelmointi tarkoittaa sitä, että robotille opetetaan mitä sen pitää tehdä. Eri tavat voidaan jakaa kolmeen osaan. Nämä ovat ohjelmointi ohjelmointikielen avulla, opettaminen ohjelmointilaitteen avulla tai ohjelmointi graafisella simulointiohjelmalla. Kaikilla edellä mainituilla tavoilla oletetaan, että robotti seuraa tiettyä liikerataa. Poikkeuksena tähän voidaan myös käyttää ulkoisia sensoreita, joiden avulla voidaan poiketa ohjelmoidusta liikeradasta, mutta sellainen on kuitenkin aina oltava aluksi. (Fassi & Legnani 2012, 18–19.)

Opettamalla ohjelmoinnissa käytetään ohjelmointilaitetta, kuten kuviossa 2 on nähtävillä. Robottia liikutellaan käsin haluttuihin pisteisiin ja nämä tallennetaan painamalla ohjelmointilaitteessa tallennusnäppäintä aina halutussa pisteessä. Sen jälkeen ohjelmaan on syötettävä, millaisella liikeradalla ja nopeudella robotti kulkee haluttujen pisteiden

välin. Lisäksi ohjelmaan on syötettävä tarkkuus, jolla pisteeseen halutaan päästä. Tämä on oltava oikeassa suhteessa nopeuteen jolla robotti voi liikkua, että haluttu tarkkuus saavutetaan. Kun robotti on saavuttanut halutun pisteen, sille voidaan ohjelmoida jokin odotusaika ennen seuraavaa tehtävää. Ohjelmaan on syötettävä käytettävä työkalu, kuten kiinnitin, ja sen tehtävä kuten auki tai kiinni. Ohjelmaan voidaan ottaa myös ulkoinen signaali, esimerkiksi kamerasta, joka antaa luvan jatkaa tai pysäyttää toiminta. Liittämällä halutut pisteet ja niissä tehtävät toimenpiteet sarjaksi saadaan ohjelma, jonka suorittamalla robotti tekee halutun tehtävän. (Fassi & Legnani 2012, 21–22.)



Kuvio 2. Esimerkki ohjelmointilaitteesta (Fassi & Legnani 2012, 21).

British Automation & Robot Assosiationin mukaan yli 90 prosenttia tuotantoroboteista ohjelmoidaan opettamalla. Robottia voidaan liikutella ohjelmointilaitteella antamalla sille alkupiste ja loppupiste sekä ohje siitä, miten tuo väli kuljetaan. Se voidaan opettaa myös käsin siirtämällä, mutta tässä on riskinä se, että jos liikuteltaessa robottia tehdään virheliike, on sen korjaaminen ohjelmaan hankalaa. Tällöin voidaan koko liike joutua tekemään uusiksi. (BARA 2017.)

3 Investointi

3.1 Investoinnin tarkoitus

Investoinneilla pyritään kasvattamaan yrityksen tai muun organisaation kannattavuutta tai tuottavuutta pitkällä aikavälillä, kuten Etelälahti, Kangaspunta ja Wallin toteavat. Ne

voivat olla joko aineettomia tai aineellisia. Aineettomia investointeja ovat esimerkiksi tutkimus-, koulutus- ja toiminnan kehittämisinvestoinnit. Aineellisia investointeja taas ovat esimerkiksi koneiden, laitteiden tai rakennusten hankinnat. (Etelälahti & Kangaspunta & Wallin 1992, 10.)

Neilimon ja Uusi-Rauvan mukaan investointi on sijoitus, jonka vaikutukset ulottuvat pidemmälle aikavälille. Koska investoinneilla on suuri vaikutus yrityksen taloudelliseen kannattavuuteen, niitä on syytä harkita huolellisesti ja vertailla erilaisia investointivaihtoehtoja keskenään (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 206). Lisäksi investointilaskelmille voidaan tehdä herkkyyksianalyyskejä, joilla saadaan selville jonkin lähtötiedon muutoksen vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Näillä pyritään myös ottamaan huomioon investointilaskelmien epävarmuutta. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi korkokanta ja investoinnin pitoaika (Andersson & Ekström & Gabrielsson 2001, 148-149.) Ulkoinen korkokanta saattaa muuttua huomattavastikin, mikäli investoinnin pitoaika on pitkä. Tällöin esimerkiksi valtion tekemät muutokset rahapolitiikassa voivat aiheuttaa vaikutuksia pankkien rahoitushalukkuuteen ja sitä kautta myös rahan saatavuuteen investointeja varten.

Investoinnilla on suuri merkitys yrityksen toiminnan jatkuvuuteen, joten sille on oltava rationaalinen, liiketaloudellinen peruste. Väärin tehdyllä investoinnilla voidaan pilata yrityksen kannattavuus mikä saattaa pidemmällä aikavälillä johtaa konkurssiin. Salo mukaan kannattavuuden lisäksi myös yrityksen maksuvalmiuden sekä vakavaraisuuden tulee olla kunnossa. (Salo 2015, 101-103).

3.2 Investoinnin rahoitus

Investointi, kuten yrityksen muukin toiminta, voidaan rahoittaa joko omalla tai vieraalla pääomalla. Oma pääoma jaetaan ulkoiseen eli osakkeiden myyntiin ja sisäiseen eli tulorahoitukseen. Tulorahoitus on yrityksen liiketoiminnan tuloksena syntyneitä voittovaroja. Vieras pääoma taas tarkoittaa lainaa. Näihin suhtaudutaan hieman eri tavalla, koska niillä on erilaiset vaikutukset niin omistajien kuin yrityksen johdon suuntaan. Tulorahoitus on yrityksen johdolle kaikkein helpoin tapa rahoittaa investointeja, koska se on suoraan käytettävissä ja sen käyttämistä ei tarvitse perustella rahoitusmarkkinoille. Toisaalta taas omistajan näkökulmasta tulorahoituksella tehtyjen investointien rahat ovat poissa osingonmaksusta. Lisäksi tulorahoitus on epävarma keino, joka riippuu yrityksen tuloksentekevyydestä. Vieraalla pääomalla eli lainalla taas on aina sama tuot-

tovaatimus huolimatta siitä, miten yrityksellä menee. (Knüpfler & Puttonen 2014, 31-33.)

Osakkeiden myynnillä omistajat luovuttaisivat osan äänivallasta ulkopuoliselle, joten vanhat osakkeenomistajat eivät välttämättä halua tätä mahdollisuutta. Perheyhtiöissä tulorahoitus voikin olla ainoa keino hankkia lisää omaa pääomaa, jos kaikki varallisuus on jo valmiiksi kiinni yrityksen osakkeissa. (Knüpfler & Puttonen 2014, 39.)

Investointi voidaan rahoittaa myös leasingilla. Tässä tavassa investoinnin kohde vuokrataan rahoitusyhtiöltä, joka on ostanut sen itselleen. Leasingin muotoja ovat rahoitusleasing sekä käyttöleasing. Nämä eroava toisistaan siten, että rahoitusleasingissa kaluston korjaus- ja ylläpitokustannukset kuuluvat vuokraajalle, kuten Andersson ja kumppanit toteavat. (Andersson ym. 2001, 144.)

3.3 Investointityypit

Investoinnit voidaan jakaa aineettomiin tai aineellisiin investointeihin. Ne voidaan lisäksi jakaa reaali- ja finanssi-investointeihin. Finanssi-investointeja ovat esimerkiksi sijoitukset osakkeisiin tai muihin rahoitusinstrumentteihin. Reaali-investoinnit luokitellaan tavallisesti laajennus- ja korvausinvestointeihin, pakollisiin investointeihin ja muihin tuottamattomiin sekä tutkimukseen ja tuotekehitykseen tehtäviin investointeihin (Järvenpää ym. 2013, 374). Tässä työssä kyseessä on laajennusinvestointi, jolla pyritään saamaan lisää kapasiteettia tuotantoon.

Investoinneille voidaan asettaa erilaisia tuottovaatimuksia niiden tyyppin mukaisesti. Jos halutaan turvata nykyinen markkina-asema investoinnin avulla, pidetään sen tuottovaatimuksena kuutta prosenttia, uusinoissa ja peruskorjauksissa 12 prosenttia, kustannusten alentamiseen liittyvillä investoinneilla tuottovaatimus on 15 prosenttia. Jos halutaan lisätä tuottoja investoinnin avulla, tuottovaatimus on 20 prosenttia ja jos halutaan vallata uusia markkinoita tai tehdä uusia huomattavan riskialttiita tuotteita, on tuottovaatimus 25 prosenttia. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 210.) Työssä käytetty 18 prosentin korkokanta on siis kustannusten alentamisen 15 prosentin ja lisätuottojen hakemisen 20 prosentin välissä.

3.4 Investointilaskentamenetelmät

Erilaisia Investointilaskentamenetelmiä on useita, kuten nettonykyarvo, sisäisen korkokannan menetelmä, annuiteettimenetelmä, takaisinmaksuajan menetelmä ja investoinnin tuotto prosentti Järvenpään ja kumppaneiden mukaan (Järvenpää ym. 2013, 380). Rahan aika-arvon huomioivia ovat näistä nettonykyarvo, sisäisen korkokannan menetelmä ja annuiteettimenetelmä. Laskentaa varten on oltava selvillä investoinnin hankintahinta, pitoaika, jäännösarvo, vuosikustannukset, vuosituotot sekä laskentakorkokanta.

Nettonykyarvossa investoinnin kassavirrat diskontataan laskentakorkokannalla nykyhetkeen ja tästä vähennetään hankintameno. Mikäli investoinnilla on jäännösarvoa sen pitoajan jälkeen, diskontataan se laskentakorkokannalla ja lisätään investoinnin nettonykyarvoon. Jos nettonykyarvo on suurempi kuin nolla, investointi lisää yrityksen arvoa ja on siten kannattava.

Nettonykyarvo lasketaan kaavalla

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} + \frac{JA_n}{(1+i)^n} - H, \quad (1)$$

missä NCF on nettokassavirrat, i on laskentakorkokanta, t on ajan symboli, n on investoinnin pitoaika vuosina, Ja_n on investoinnin jäännösarvo ja H on investoinnin hankintameno (Järvenpää ym. 2013, 380).

Sisäisen korkokannan menetelmä kertoo ne rahoituskustannukset, joilla investointi on vielä kannattavaa toteuttaa. Se voidaan laskea kaavalla

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{kassavirta}{(1+IRR)^t} + \frac{jäännösarvo}{(1+IRR)^n} - hankintameno, \quad (2)$$

josta ratkaistaan IRR. IRR kertoo prosentteina sen, kuinka paljon investointi tuottaa sijoitetulle pääomalle. Mikäli se on suurempi kuin investoinnin tuottovaade, on investointi tällöin kannattavaa toteuttaa, kuten Ikäheimo ja Walden toteavat. (Ikäheimo & Walden 2016, 175.)

Annuiteettimenetelmässä maksetaan samansuuruinen summa, esimerkiksi kuukausittain, joka koostuu pääoman kuoletuksesta ja koroista. Tässä menetelmässä käytetään ennalta määritettyä korkokantaa. Menetelmää ei kuitenkaan käytetä yleensä tuotantolaitoksissa Vierrosen mukaan. (Vierros 2009.) Annuiteettimenetelmässä investointikustannus jaetaan siis pitoajan vuosille vuosieriksi eli annuiteeteiksi. Annuiteettimenetelmässä lasketaan annuiteettitekijä, joka saadaan kaavalla

$$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \quad (3)$$

missä n on investoinnin pitoaika ja i on käytetty korkokanta. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 220-221).

Takaisinmaksuajan menetelmässä lasketaan aika, minkä kuluessa investointi maksaa itsensä takaisin. Takaisinmaksuaika voidaan laskea kaavalla

$$\sum_{t=1}^n \text{nettokassavirrat} - \text{investoinnin kustannus} = 0, \quad (4)$$

missä ratkaistaan n vuosina. (Ikäheimo & Walden 2016, 173-174).

Investoinnin tuotto prosenttimenetelmässä tuotto prosentti voidaan laskea kaavalla

$$ROI = \frac{\text{investoinnin juoksevat tulot} - \text{juoksevat kulut} - \text{poistot} - \text{verot}}{\text{alkuinvestointi}}, \quad (5)$$

millä saadaan tuotto prosentti alkuperäiselle hankintamenolle. Se voidaan laskea myös keskimääräiselle investoinnille kaavalla

$$ROI = \frac{\text{Investoinnin juoksevat tulot} - \text{juoksevat kulut} - \text{poistot} - \text{verot}}{\frac{\text{alkuinvestointi} + \text{jäännösarvo}}{2}}. \quad (6)$$

Mikäli investoinnin jäännösarvo on nolla, saadaan jälkimmäisellä kaavalla kaksinkertainen tuotto prosentti ensimmäiseen verrattuna. (Niskanen & Niskanen 2007, 316.)

Investointilaskelmien tekemisessä ja tuottojen arvioinnissa on aina epävarmuustekijöitä siitä, toteutuvatko suunnitellut tuotot. Tätä varten tuottojen toteutumista voidaan painottaa arvioimalla niiden todennäköisyyksiä. Tässä investoinnissa kyseessä on tuote, jonka valmistuksesta on tehty sopimus. Näin ollen sen tuottojen toteutumisen todennäköi-

syys on suuri. Mikäli tuotteita ja asiakkaita olisi enemmän tai ne olisivat toistensa kanssa vaihtoehtoisia, tulisi niitä arvioida ja tehdä esimerkiksi taulukko todennäköisyyksistä, millä kukin vaihtoehto toteutuisi.

3.5 Valmistuskustannusten laskeminen

Jyrkkiön ja Riistaman mukaan valmistusyrityksessä toiminnan kannattavuus riippuu siitä, pystytäänkö tuotteet valmistamaan riittävän edullisesti ja myymään riittävän suurella katteella. Tuotantoprosessin eri vaiheiden tehokkuus vaikuttaa oleellisesti tuotteiden kustannuksiin. (Jyrkkiö & Riistama 2004, 87-88.) Jotta robottiin investoiminen olisi kannattavaa, on sen avulla pystyttävä edellä mainitun katteen lisäämiseen vaikuttamalla tuotantoprosessin tehokkuuteen.

Valmistusyrityksessä kustannukset voidaan jaotella kustannuslajeittain työkustannuksiin, aineskustannuksiin, lyhytvaikutteisiin työvälineistä aiheutuviin kustannuksiin sekä pääomakustannuksiin. Työkustannukset sisältävät palkat sivukuluineen ja aineskustannukset taas ovat valmistukseen käytetyn materiaalin kustannukset. Lyhytvaikutteiset, työvälineistä aiheutuvat kustannukset pitävät sisällään tarvikkekustannukset, vuokrat, valaistus- ja energiakustannukset sekä kuljetus-, tietoliikenne- ja muut palvelukustannukset. (Jyrkkiö & Riistama 2004, 88-90.) Työkustannusten alentaminen on mahdollista robotin avulla, kun robotilla korvataan joko osittain tai kokonaan ihmisen tekemä työ.

Katetuottolaskennassa arvioidaan yrityksen toiminnan kannattavuutta analysoimalla muuttuvien kustannusten suhdetta toiminnan määrään. Katetuotto tarkoittaa myyntikatteetta, joka saadaan vähentämällä myyntituotoista muuttuvat kustannukset. Tämä eroaa voitosta, jossa myyntikatteesta vähennetään vielä kiinteät kustannukset. Laskemalla tuotteen myyntikate saadaan sen vaikutus yrityksen tulokseen. (Järvenpää & Länsiluoto & Partanen & Pellinen 2013, 101.)

Koska katetuottolaskennassa keskitytään erityisesti muuttuvien kulujen määrään suhteessa tuotannon määrään, paranee katetuotto ja kannattavuus joko lisäämällä volyyymiä tai pienentämällä muuttuvia kustannuksia. Myös tuotteen myyntihinnan korottaminen lisää luonnollisesti kannattavuutta. (Järvenpää ym. 2013, 109.) Käyttämällä robotia on mahdollista lisätä kapasiteettia, jolloin myös volyymin nostaminen on mahdollista.

4 Toteutusprosessi

Tässä työssä on ensin selvitetty robotin määritelmä kirjallisuuden avulla. Robotteja on tarjolla erilaisia eri käyttökohteisiin. Niiden fyysinen koko vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan ja merkittävin valintakriteeri on kappaleen paino, mitä robotilla pitää pystyä siirtämään. Painon ohella robotin ulottuvuus on tärkeä tekijä, koska mitä kauemmaksi tietyn painoinen kappale pitää kuljettaa, sitä suurempi voima kohdistuu kiinnityspisteeseen. Robotteja on pienistä, muutaman kilon roboteista aina satojen kilojen robotteihin. Tässä työssä on käytetty kymmenen kilon yhteistyörobottia, mikä on melko pieni nostokyvyltään.

Robotin koko on valittu siten, että sillä pystytään hoitamaan erään valitun tuotteen vaihtaminen työstökoneeseen aina edellisen kappaleen tultua valmiiksi. Robotilla otetaan aihio siihen erikseen suunnitellulta alustalta ja viedään työstettävä kappale työstökoneeseen. Työstökone käynnistetään automaattisesti robotin avulla ja kun kappale on työstetty valmiiksi, robotti ottaa valmiin kappaleen työstökoneesta ja vie sen valmiille kappaleille suunnitellulle alustalle odottamaan pois kuljettamista.

Jotta investoinnin kannattavuutta voidaan tarkastella, on selvitettävä myös tuotteen tekemiseen liittyvät kustannukset ja se, miten robotin käyttäminen valmistuksessa muuttaa näitä kustannuksia. Mikäli tuotteen tekemiseen kuluvia kustannuksia saadaan alennettua robotin avulla, saadaan myös investoinnille tuottoa ja mahdollinen takaisinmaksuaika ja kannattavuuslaskelmat tehtyä. Mikäli tuotteen tekeminen robotin avulla osoittautuu kalliimmaksi kuin ilman robottia, ei siitä saada tuottoja tai säästöjä, jolloin investointi ei ole kannattava.

Tässä työssä on laskettu tuotteen valmistuskustannukset ja vähentämällä ne tuotteen myyntihinnasta on saatu tuotteen myyntikate. Tuotteen valmistuskustannukset muodostuvat käytetyistä raaka-aineista sekä eri työvaiheista muodostuvista työkustannuksista. Työkustannuksista yhdessä työvaiheessa on käytetty vaihtoehtoisesti robottia, jolloin tuotteen valmistuskustannukset muuttuvat, mikä taas vaikuttaa koko tuotteen kannattavuuteen. Käyttämällä robottia työkustannuksissa saadaan aikaiseksi säästöjä.

Robotin investointikustannusten vertailemiseksi on pyydetty tarjous kolmelta eri toimittajalta kohteeseen soveltuvasta robotista. Kaikkien toimittajien toimitukseen kuuluu itse robotin lisäksi siihen liittyvät tarttumat sekä käyttöönottoon vaadittava ohjelmointi. Robotti asennetaan siis toimittajan toimesta käyttövalmiiksi niin, että sillä voidaan aloittaa tämän valitun tuotteen valmistus heti asennuksen jälkeen.

Saatujen tarjousten avulla vertaillaan eri vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuutta ja investoinnin kannattavuutta ylipäätään laskemalla eri investointilaskentamenetelmillä niiden kannattavuudet. Näiden tulosten perusteella tehdään johtopäätökset siitä, mitkä näistä investoinneista ovat toteuttamiskelpoisia ja mikä niistä on kaikkein kannattavin.

5 Tuotos

5.1 Laskennassa käytetyt lähtöarvot

Tuotteen valmistuskustannuksiin vaikuttavat työkustannukset ovat tällä hetkellä 10,02 euroa. Mikäli valmistuksessa käytetään apuna robottia, arvioidaan, että kustannukset ovat puolet tuosta kyseisestä kustannuksesta. Arvio perustuu siihen, että tällä hetkellä koneen käyttämistä valvoo yksi henkilö, jonka koko työaika kuluu koneen äärellä vaihtamassa tuotteita koneeseen, valvoen koneen toimintaa ja tehden muita avustavia tehtäviä.

Jatkossa robotti on tarkoitus jättää tekemään töitä itsekseen ilman valvontaa, mutta alkuvaiheessa operaattori valvoo sen toimintaa. Robotilla pitäisikin aina pyrkiä 24 tunnin käyttöaikaan, koska silloin se kasvattaa tuotannon tehokkuutta mahdollisimman paljon. Kun käytetään robottia tuotteen vaihtamiseen koneessa, arvioidaan, että kyseinen henkilö voi vaihtaa kappaletta toiseen työstökoneeseen sillä aikaa. Tällöin työkustannus puolittuu näiltä osin. Näin työkustannus puolittuu ja uudeksi työkustannukseksi saadaan 5,01 euroa tuotetta kohden.

Kyseisiä tuotteita valmistetaan vuodessa noin 4000 kappaletta, jolloin robottia apuna käyttäen säästöksi muodostuu $4000 \cdot 5,01$ euroa = 20 040 euroa. Tämä kustannussäästö otetaan investointilaskennassa huomioon vuosittaisena tulona.

Robotin hankintakustannukset ovat kahdella toimittajalla 100 000 euroa ja kolmannella 65 000 euroa. Investoinnin jäännösarvona käytetään nollaa. Investointilaskelmissa käytettäväksi korkokannaksi on valittu 18 prosenttia. Investoinnin pitoaikana käytetään näissä laskelmissa viittä vuotta. Robotin käyttöikä on tosiasiaassa huomattavasti pidempi kuin tämä, mutta käytettyjen robottien markkinat ovat pienet jolloin käytetyn robotin hinnan asettaminen saattaa olla hyvin hankalaa. Käyttämällä investoinnin lähtöarvoina näitä lukuja saadaan laskettua eri investointilaskentamenetelmillä investoinnin kannattavuus.

5.2 Laskennan tulokset eri menetelmillä

Eri investointimenetelmien laskelmat on tehty Excel-tilukkolaskentaohjelmalla, johon on syötetty sekä käytetyt lähtöarvot että laskentakaavat. Näiden laskelmien tuloksena saadut arvot on tuotu taulukkoina tähän työhön, missä niiden tulokset käydään läpi. Eri laskentamenetelmillä saatujen tulosten perusteella arvioidaan investointivaihtoehtojen taloudellista kannattavuutta ja vertaillaan niiden toteuttamiskelpoisuutta. Herkkyyksianalyyssissä muutetaan käytettyjä lähtöarvoja ja uusilla arvoilla saatujen tulosten perusteella arvioidaan alkuperäisten tulosten paikkaansa pitävyyttä ja niiden muutoksen suuruutta suhteessa muutettuihin lähtöarvoihin.

Taulukko 1. Nettonykyarvomenetelmä, investointikustannus 100 000 euroa.

aika / v	investoinnin hankintakustannus	korkokanta 18%		
		nettotuotto	tuoton nettonykyarvo	yhteensä
0	100000			-100000
1		20400	17288	17288
2		20400	14651	14651
3		20400	12416	12416
4		20400	10522	10522
5		20400	8917	8917
				-36206

Taulukosta 1 nähdään, että investointikustannuksella 100 000 euroa investointi ei ole kannattava nettonykyarvomenetelmällä laskettuna, koska tuotto yhteensä on negatiivinen, -36 206 euroa. Mikäli tulos olisi ollut positiivinen, tällä menetelmällä laskettuna investointi olisi ollut yrityksen arvoa lisäävä ja sitä kautta kannattava. Tulos ei ole läheläkään positiivista, joten 100 000 euron investointi on näillä lähtöarvoilla liian suuri tehtäväksi taloudellisilla perusteilla.

Taulukko 2. Nettonykyarvomenetelmä, investointikustannus 65 000 euroa.

korkokanta 18%				
aika / v	investoinnin hankintakustannus	nettotuotto	tuoton nettonykyarvo	yhteensä
0	65000			-65000
1		20400	17288	17288
2		20400	14651	14651
3		20400	12416	12416
4		20400	10522	10522
5		20400	8917	8917
				-1206

Yllä olevassa taulukossa 2 investoinnin kannattavuus on laskettu nettonykyarvomenetelmällä, kun investointikustannus on 65 000 euroa. Tulokseksi saadaan -1206 euroa, mikä tarkoittaa, että investointi ei ole myöskään näillä arvoilla kannattava koska se on etumerkiltään negatiivinen. Tämä tulos on huomattavasti parempi kuin 100 000 euron investoinnin kannattavuuslaskelmasta saatu negatiivinen tulos. Se ei kuitenkaan riitä, kun päätöksenteon pohjana käytetään laskelmien antamia tuloksia.

Jotta nettonykyarvolla tehdystä laskelmasta saataisiin tulokseksi nolla, olisi investointisumman oltava 63 794 euroa. Tämän summan alle menevät investoinnit tuottaisivat positiivisen tuloksen ja sitä kautta ne olisivat yritykselle kannattavia investointeja.

Taulukko 3. Sisäisen korkokannan menetelmä hankintakustannuksella 100 000 euroa.

aika / v	jäännösarvo	nettotuotto
0		-100000
1		20400
2		20400
3		20400
4		20400
5	0	20400
sisäinen korkokanta		1 %

Taulukosta 3 nähdään, että sisäisen korkokannan menetelmällä saadaan sisäiseksi koroksi 1 prosentti. Koska tämä on pienempi kuin käytetty tuottovaatimus, 18 prosenttia, investointi ei ole tällä laskentamenetelmällä kannattava. Sisäinen korkokanta alittaa 20 prosentin rajan, mikä on Neilimon ja Uusi-Rauvan mukaan tuottovaatimus, kun pyritään lisäämään tuottoja investoinnin avulla.

Taulukko 4. Sisäisen korkokannan menetelmä hankintakustannuksella 65 000 euroa.

aika / v	jäännösarvo	nettotuotto
0		-65000
1		20400
2		20400
3		20400
4		20400
5	0	20400
sisäinen korkokanta		17 %

Taulukossa 4 sisäiseksi korkokannaksi saadaan 17 prosenttia, mikä on myös alle tuottovaatimuksen, 18 prosenttia. 65 000 euron investointi on tällä laskentamenetelmällä siis kannattamaton. Se on myös alle tämän tyyppisen investoinnin tuottovaatimuksen, 20 prosenttia ja lisäksi alle Neilimon ja Uusi-Rauvan esittämän 25 prosentin tuottovaatimuksen suuren riskin sijoituksille.

Taulukko 5. Annuiteettimenetelmä investointikustannuksella 100 000 euroa.

Investoinnin määrä	Vuosittainen nettotuotto	Menoannuiteetti	Erotus
100 000	20400	31978	-11578

Taulukon 5 laskelmalla saadaan menoannuiteetin määräksi suurempi kuin tuloannuiteetti, jolloin investointi ei ole tällä laskentamenetelmällä kannattava. Menoannuiteettia varten on laskettu annuiteettikerroin, joka käytetyillä arvoilla on 0,31978. Tässäkin laskelmassa 100 000 euron investoinnin tulos jää negatiiviseksi, jolloin annuiteettimenetelmällä investointi ei ole kannattava.

Taulukko 6. Annuiteettimenetelmä investointikustannuksella 65 000 euroa.

Investoinnin määrä	Vuosittainen nettotuotto	Menoannuiteetti	Erotus
65 000	20400	20786	-386

Taulukosta 6 havaitaan, että myöskään alemmalla 65 000 euron investointikustannuksella laskelman mukaan investointi ei ole kannattava, koska lopputulos jää edelleen hieman negatiiviseksi vaikkakin se on jo lähellä nollaa. Laskelmassa on käytetty edelleen samaa 0,31978:n annuiteettikerrointa, mikä oli myös 100 000 euron investoinnin laskelmassa. Jotta tulokseksi saataisiin nolla, olisi suurin investointisumma jälleen olta-

va korkeintaan 63 794 euroa, mikä on sama summa kuin nettonykyarvomenetelmällä tehdyssä laskelmassa.

Taulukko 7. Takaisinmaksuajan menetelmä investointikustannuksella 100 000 euroa.

Aika / v	nettokassavirrat	investoinnin kustannus	
0		-100000	-100000
1	20400		-79600
2	20400		-59200
3	20400		-38800
4	20400		-18400
5	20400		2000
4 v 10 kk 25 pv			

Taulukosta 7 selviää, että takaisinmaksuaja 100 000 euron investoinnille on 4 vuotta 10 kuukautta ja 25 päivää. Tulos on tällä laskentamenetelmällä positiivinen, joten investointi on tällä menetelmällä siis kannattava, kun se maksaa itsensä takaisin investoinnin pitoaikana.

Taulukko 8. Takaisinmaksuajan menetelmä investointikustannuksella 65 000 euroa.

Aika / v	nettokassavirrat	investoinnin kustannus	
0		-65000	-65000
1	20400		-44600
2	20400		-24200
3	20400		-3800
4	20400		16600
5	20400		37000
3 v 2 kk 8 pv			

Investointikustannuksella 65 000 euron investoinnin takaisinmaksuaja on 3 vuotta 2 kuukautta ja 8 päivää, kuten taulukosta 8 selviää. Tässäkin laskelmassa investointi on kannattava, koska se on maksanut itsensä takaisin jo paljon ennen investoinnin pitoajan päättymistä.

Taulukko 9. Investoinnin tuotto prosenttimenetelmä 100 000 euron investointikustannuksella.

tuotot	102000	102000
poistot	100000	100000
verot	20400	20400
alkuinvestointi	100000	50000
ROI	-18 %	-37 %

Investoinnin tuotto prosenttimenetelmällä 100 000 euron investoinnin tuotto prosentti on -18 prosenttia eli negatiivinen kuten taulukosta 9 nähdään. Investointi ei ole siis tällä laskentamenetelmällä kannattava. Tuotto prosenttimenetelmällä laskettuna keskimääräisellä investoinnilla, joka on puolet investoinnin määrästä, tulos on -37 prosenttia eli edelleen negatiivinen. Tämä merkitsee, että 100 000 euron investointi ei ole kannattava myöskään keskimääräiselle investoinnille.

Taulukko 10. Investoinnin tuotto prosenttimenetelmä 65 000 euron investointikustannuksella.

tuotot	102000	102000
poistot	65000	65000
verot	20400	20400
alkuinvestointi	65000	32500
ROI	26 %	51 %

Taulukosta 10 nähdään, että pienemmällä 65 000 euron investointikustannuksella saadaan positiivinen 26 prosentin investoinnin tuotto prosentti, joten tällä laskentamenetelmällä investointi on siis kannattava. Myös keskimääräiselle investoinnille tulos on positiivinen, 51 prosenttia, joten investointi on myös tällä tavalla laskettuna kannattava.

5.3 Herkkyysanalyysi

Koska investointilaskelmien tekemiseen liittyy epävarmuuksia, voidaan investointilaskelmia tehdä vaihtoehtoisilla arvoilla. Näin saadaan parempi käsitys esimerkiksi siitä, mitä tuottojen saamatta jääminen aiheuttaa tai vastaavasti jos tuotot ovat suurempia kuin suunniteltu, niin mitä se aiheuttaa investoinnin kannattavuudelle. (Andersson ym. 2001, 148.)

Kyseessä olevan tuotteen myynti on kohtalaisen varmaa, koska siitä on olemassa vuosisopimus asiakkaan kanssa. Jos tällaista vuosisopimusta ei olisi olemassa tai asiakkaan taloudellinen tilanne olisi epävarma, olisi syytä käyttää pienempää kerrointa tuottojen toteutumisen todennäköisyydelle.

Taulukossa 11 on esitetty samojen investointien kannattavuus, kun investoinnin pitoaika on muutettu 10 vuodeksi aikaisemmin käytetyn 5 vuoden sijaan ja muut arvot on pidetty ennallaan.

Taulukko 11. Investointien kannattavuus 10 vuoden pitoajalla.

	Investointisumma		Kannattavuus
	100 000 euroa	65 000 euroa	
Nettonykyarvomenetelmä	-8321	26679	Ei kannattava / Kannattava
Sisäisen korkokannan menetelmä	16 %	29 %	Ei kannattava/Kannattava
Annuiteettimenetelmä	-1851	5937	Ei kannattava / Kannattava
Takaisinmaksuajan menetelmä	4 v 10 kk 25 pv	3 v 2 kk 8 pv	Kannattava
Investoinnin tuotto prosenttimenetelmä	63 %	151 %	Kannattava

Laskelmien tulokset muuttuvat siten, että 65 000 euron investointi on kannattava kaikilla eri laskentamenetelmillä, mutta 100 000 euron investointi ei ole edelleenkään kannattava nettonykyarvomenetelmällä, sisäisen korkokannan menetelmällä ja annuiteettimenetelmällä. Investoinnin pitoajalla on siis suuri merkitys kannattavuuslaskelmissa, joten sen realistinen käyttöikä ja käyttötarkoitus on syytä harkita tarkasti. Jos laite rikoontuu kesken käyttöajan, eikä sitä pystytä enää käyttämään, eivät investointilaskelmat enää pädekään ja tällöin yritys voi joutua taloudellisiin vaikeuksiin. Investoinnin pitoaika laitetaankin yleensä mahdollisimman lyhyeksi, koska näin vähennetään myös riskiä siitä, että joko ympäristössä tapahtuu suuria muutoksia tai että investointia ei voida enää käyttää.

Taulukossa 12 on esitetty investointilaskelmat käyttämällä korkokantana 9 prosenttia aikaisemman 18 prosentin tilalla. Investoinnin pitoaika on palautettu takaisin alkuperäiseen 5 vuoteen ja muut lähtöarvot pidetty ennallaan.

Taulukko 12. Investointien kannattavuus 9 prosentin korkokannalla.

	Investointisumma		Kannattavuus
	100 000 euroa	65 000 euroa	
Nettonykyarvomenetelmä	-24993	14349	Ei kannattava / Kannattava
Sisäisen korkokannan menetelmä	11 %	17 %	Ei kannattava
Annuiteettimenetelmä	-5309	3689	Ei kannattava / Kannattava
Takaisinmaksuajan menetelmä	4 v 10 kk 25 pv	3 v 2 kk 8 pv	Kannattava
Investoinnin tuotto prosenttimenetelmä	-18 %	26 %	Ei kannattava / Kannattava

Kuten taulukosta 12 havaitaan, on 65 000 euron investointi lähes kaikilla laskentamenetelmillä kannattava, kun taas 100 000 euron investointi on kannattava vain sisäisen korkokannan sekä takaisinmaksuajan menetelmällä.

6 Johtopäätökset

6.1 Tulosten vertailu

Nettonykyarvomenetelmällä saadut tulokset jäävät molemmat miinukselle, joten tällä menetelmällä ja näillä lähtöarvoilla laskettuna investointi ei ole kannattava kummallakaan investointisummalla 65 000 euroa tai 100 000 euroa. Vasta laskemalla investointisumman 63 794 euroon, saadaan tulokseksi nolla. Mikäli investoinnin kannattavuudelle halutaan jokin puskuri, olisi investointisumman oltava vielä tätäkin alhaisempi.

Sisäisen korkokannan menetelmällä tehdyt laskelmat antavat negatiivisen tuloksen molemmille investointivaihtoehdoille. Korko on molemmissa tapauksissa pienempi kuin laskennassa käytetty 18 prosentin tuottovaatimus, joten tällä menetelmällä laskettuna investointi ei olisi kannattava. Kustannusten alentamiseksi tehtävän investoinnin tuotto prosenttina käytettiin 15 prosenttia, joten laskelmilla saadut tuotto prosentit alittavat myös tämän tuottovaatimuksen.

Annuiteettimenetelmällä tehdyt laskelmat antavat jälleen negatiivisen tuloksen molemmissa vaihtoehdoissa, joten kyseisellä menetelmällä laskettuna investointi ei ole kannattava. Jos investointisumma olisi korkeintaan 63 794 euroa, saataisiin tällä menetelmällä tulokseksi nolla, jolloin investointi olisi kannattava.

Takaisinmaksuajan menetelmällä tehdyt laskelmat antavat alle investoinnin pitoajan olevat ajat, jolloin tällä menetelmällä laskettuna molemmat investoinnit olisivat kannattavia. Investoinnin tuotto prosenttimenetelmällä laskettuna 100 000 euron investointi ei ole kannattava, koska tuotto prosentti jää negatiiviseksi. 65 000 euron investoinnin laskelman tulos taas on positiivinen, jolloin tällä menetelmällä kyseinen investointi olisi kannattava.

Taulukossa 13 on tehty vertailu eri vaihtoehtojen kannattavuudesta.

Taulukko 13. Investointivaihtoehtojen vertailu.

	Investointisumma		Kannattavuus
	100 000 euroa	65 000 euroa	
Nettonykyarvomenetelmä	-36206	-1206	Ei kannattava
Sisäisen korkokannan menetelmä	1 %	17 %	Ei kannattava
Annuiteettimenetelmä	-11578	-386	Ei kannattava
Takaisinmaksuajan menetelmä	4 v 10 kk 25 pv	3 v 2 kk 8 pv	Kannattava
Investoinnin tuotto prosenttimenetelmä	-18 %	26 %	Ei kannattava / Kannattava

Kuten taulukosta 13 huomataan, osalla laskentamenetelmiä investointi on kannattava ja osalla laskentamenetelmistä investointi ei ole kannattava. Yrityksissä voidaan vapaasti valita, mitä laskentatapaa käytetään investointeja tehtäessä. Laskelmien tekemisen tavoitteenahan on joka tapauksessa saada tietoa siitä, millä arvoilla investoinnin tekeminen on taloudellisesti kannattavaa ja milloin se ei missään tapauksessa ole kannattavaa.

Koska investointien tekeminen on erittäin tärkeää yrityksen menestymisen kannalta ja yrityksen tulevaisuuden jatkumiseksi, on näitä vertailuja todella tärkeää tehdä. Mikäli yritys tekee kannattamattoman investoinnin ilman että mitään muita muutoksia tapahtuu ympäristössä, on vaarana, että yritys ajautuu tilanteeseen, jossa sen toiminta ei ole enää kannattavaa. Jos taas yritys analysoi huolellisesti ja systemaattisesti eri vaihtoehdot, sillä on mahdollisuus parantaa tulostaan ja mahdollisesti kasvattaa liiketoimintaansa. Alentamalla tuotantokustannuksia ja sitä kautta tuotteiden hintoja kilpailutilanteessa sillä on mahdollisuus saada lisää myyntiä, mikä taas voi olla kilpailijoilta pois.

Toimintaympäristöhän ei kuitenkaan koskaan pysy aivan samanlaisena, vaan se muuttuu kaiken aikaa ja yrityksen on pystyttävä seuraamaan muutoksia, ettei sen toiminta tai tuotteet muuttuisi kannattamattomiksi. Suurten investointien tekeminen pitäisikin perustua parhaaseen arvioon siitä, mitä tulevaisuudessa tulee tapahtumaan ja miten toimintaympäristö tulee muuttumaan. Investoinnit voivat olla strategisia päätöksiä siitä, että lähdetään valloittamaan uusia markkinoita ja tekemään uusia tuotteita. Ne voivat toisaalta olla myös pakollisia viranomaisten vaatimusten kiristymisestä johtuvia investointeja, joilla vastataan vain minimivaatimukseen. Pakollisissakin investoinneissa on

huolehdittava siitä, että investointikustannukset eivät aiheuta yritykselle liian suurta taloudellista taakkaa ja toiminta on edelleen kannattavaa.

6.2 Johtopäätökset tuloksista

Edellä esitettyjen taulukoiden ja lukujen perusteella voidaan todeta, että osalla laskentamenetelmiä investointi on kannattava ja osalla taas se ei ole kannattava. 65 000 euron investoinnilla laskelmat ovat useammin kannattavia kuin 100 000 euron investoinnilla. Jos rahan aika-arvoa ei oteta huomioon, niin takaisinmaksuajan menetelmällä molemmat investoinnit maksavat itsensä takaisin ennen pitoajan päättymistä, mutta pienemmällä investointisummalla takaisinmaksuaika on lyhyempi ja sitä kautta saatava tuotto on suurempi kuin suuremmalla investointisummalla. Rahan aika-arvon huomioon ottavissa nettonykyarvomenetelmässä ja annuiteettimenetelmässä molemmissa nollapiste on 63 794 eurossa. Tämän summan alle jäävä investointi on käytetyllä tuotolla kannattava.

Käytetty korkokanta on erittäin suuri tämän hetkisiin markkinakorkoihin verrattuna. Omistajan kannalta tämä on hyvä asia, koska se parantaa yritykseen sijoitetun pääoman tuottoa. Alentamalla tuottovaatimuksen yhdeksään prosenttiin on 65 000 euron investointi on kannattava lähes kaikilla laskentamenetelmillä, kun taas 100 000 euron investointi on kannattava vain osalla menetelmistä. Toisaalta taas investoinnin tuottovaatimukset niiden tyyppin mukaan vaihtelevat 12 prosentin ja 25 prosentin välillä, kuten työssä on aikaisemmin todettu. Siihen nähden käytetty 18 prosentin tuottovaatimus ei ole mitenkään ylimitoitettu.

Tarkasteltava investointi on tehty vain yhtä tuotetta varten ja tämän tuotteen valmistukseen robotilla kuluva aika on vain 9 prosenttia sen laskennallisesta kapasiteetista vuositasona. Mikäli robottia pystytään käyttämään myös muiden tuotteiden valmistamisessa ja säästöt lasketaan samalla tavalla, olisi teoriassa mahdollista lisätä tuottoja kymmenkertaisesti. Näin saatava tuotto olisi vuositasona noin 206 000 euroa. Tällaisella tuotolla 65 000 euron investointi maksaisi itsensä takaisin kolmessa kuukaudessa ja 26 päivässä takaisinmaksuajan menetelmää käyttäen.

Jos robotille siis löytyy riittävästi muitakin tuotteita, joita sillä voidaan tehdä, on investointi näillä laskenta-arvoilla kannattava. Jos taas sitä pystytään käyttämään vain yhden

tuotteen valmistukseen, on investoinnin kannattavuus epävarmaa laskelmien perusteella. Valitsemalla 65 000 euron robottisovellus, on investointi kannattava kahdella viidestä laskentamenetelmästä. Rahan aika-arvon huomioon ottavat laskentamenetelmät antavat negatiivisen tuloksen ja loput laskentamenetelmät positiivisen tuloksen. Mikäli robotin hankintakustannus taas saataisiin tingittyä alemmaksi kuin 63 794 euroa, tulisi myös rahan aika-arvon huomioon ottavat laskelmat kannattaviksi.

6.3 Työn tulosten arviointi

Työssä on tutkittu eri laskentamenetelmien avulla investoinnin kannattavuutta. Koska laskentamenetelmät perustuvat matemaattisiin kaavoihin, on tulosten laskeminen uudelleen samoilla arvoilla mahdollista milloin tahansa. Näin ollen työn tulosten pysyvyys eli reliabiliteetti on hyvä. Tämä ei kuitenkaan takaa sitä, että käytetyt laskentamenetelmät ovat olleet oikeita eli validiteetti on kunnossa, kuten Kananen esittää käsitellessään luotettavuuskysymystä. (Kananen 2010, 129.)

Teoriapohjaa on haettu useista eri lähteistä, mikä varmistaa sen, että käytetyt laskentamenetelmät ovat ne, joita yleisesti käytetään. Tällöin sisäinen validiteetti toteutuu, kun useista eri lähteistä löytyy samat laskentamenetelmät. Eri laskentamenetelmillä saadaan toisistaan poikkeavia tuloksia, koska ne ottavat muun muassa rahan aika-arvon eri tavalla huomioon tai jättävät sen ottamatta huomioon kokonaan. Ulkoista validiteettiä voidaan arvioida tulosten yleistettävyydellä, kuten Kananen toteaa. (Kananen, 2010, 129.) Tässä työssä olevia laskentamenetelmiä voidaan käyttää myös muunlaisten investointien kannattavuuden laskennassa ja muissa yrityksissä, jolloin myös ulkoinen validiteetti toteutuu tulosten yleistettävyyden kannalta.

Työssä on haettu vastausta siihen, onko robottiin investoiminen kannattavaa vai ei. Käyttämällä useita laskentamenetelmiä saadaan lopputulos mahdollisimman luotettavaksi ja investoinnin kannattavuus selville käytetyillä lähtöarvoilla. Koska eri menetelmät antavat erilaisia tuloksia, on työssä tehty vielä herkkyysoanalyysi muuttamalla lähtöarvoja ja laskemalla tulokset uusilla arvoilla. Vertaamalla näitä uusilla arvoilla saatuja tuloksia alkuperäisiin tuloksiin voidaan arvioida sitä, muuttuuko tulokset pienillä muutoksilla vai tarvitaanko suuria muutoksia ennen kuin tuloksissa on eroja. Mikäli pienet muutokset eivät aiheuta eroja tuloksissa on riski tuloksen epäluotettavuudelle pienempi kuin jos muutokset olisivat suuria lähellä lähtöarvoja.

6.4 Jatkoimenpiteet ja kehitysehdotukset

Tähän työhön liittyen investoinnin toteutumista ja robotilla saatavia hyötyjä ei seurata ja arvioida jälkikäteen. Mikäli mahdollista, tulisi investoinnin toteutumisen jälkeen aina seurata siitä saatavia tuottoja, jotta voidaan varmistua, että investointi on ollut kannattava. Mikäli tuotot jäävät alle arvioitujen, on investoinnin kannattavuus kyseenalainen. Sellaisessa tapauksessa tulisi miettiä, miten tuottoja saadaan lisättyä tai olisiko syytä luopua investoinnista, jos siitä olisi saatavissa myytäessä tuottoja.

Investoinnin kannattavuutta ei välttämättä seurata jälkikäteen kaikissa yrityksissä, mutta jos investointi on ollut yrityksen kokoon nähden suuri, se voi vaikuttaa yrityksen taloudelliseen menestymiseen erittäin paljon, kuten jo aikaisemmin on todettu. Se voi jopa johtaa siihen, että yritys ajautuu taloudellisiin vaikeuksiin ja konkurssiin, jos päätös on ollut strategisesti väärä.

Investoinnin perustelemiseksi tässä tutkitussa tapauksessa voitaisiin etsiä muita tuotteita, jotka olisi mahdollista toteuttaa samalla tavalla kuin nyt kohteena ollut tuote. Jos samankaltaisia tuotteita löytyy lisää ja niiden syöttämisellä työstökoneelle voidaan saada lisää tuottoja, on investoinnin kannattavuutta mahdollista parantaa huomattavasti ja sitä kautta saada myös investoinnin takaisinmaksuaikaa lyhyemmäksi. Koska kyseisen tuotteen valmistukseen kuluu robotin työaikaa vuodessa vain yhdeksän prosenttia, on robottia mahdollista käyttää muihinkin töihin ilman, että se on pois tässä käytetyn tuotteen valmistuksesta saatavista tuotoista.

Lähteet

Andersson, Jan-Olof & Ekström, Cege & Gabrielsson, Anders 2001. Kannattavuus-suunnittelu ja -laskenta. Tietosanoma Oy, Helsinki.

BARA 2017. Robots. [Http://www.bara.org.uk/definition-of-robots.html](http://www.bara.org.uk/definition-of-robots.html). Luettu 21.3.2018.

Etelälähti, Pekka & Kangaspunta, Mikko & Wallin, Jukka 1992. Investointi- ja pääomakustannuslaskennan opas. Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Fassi, Irene & Legnani, Giovanni 2012. Robotics: State of the Art and Future Trends. Nova Sciece Publishers, Inc., New York.

Götze, Uwe & Northcott, Deryl & Schuster, Peter 2015. Investment Appraisal. Methods and Models. Second edition. Springer-Verlag, Berlin.

Ikäheimo, Seppo & Malmi, Teemu & Walden, Risto 2016. Yrityksen laskentatoimi. 6. uudistettu painos. Sähköinen kirja. Talentum Oy, Helsinki.

Järvenpää, Marko & Länsiluoto, Aapo & Partanen, Vesa & Pellinen, Jukka 2013. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. 2., uudistettu painos. Sanoma Pro Oy, Helsinki.

Jyrkkiö, Esa & Riistama, Veijo 2004. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. 18., uudistettu painos. WS Bookwell Oy, Porvoo.

Kananen, Jorma 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän Ammattikorkeakoulun julkaisuja 2010, Jyväskylä.

Keränen, Matti 2018. Hitaasti koittaa robotin vapaus. Tekniikka & Talous, 2.2.2018. Talentum Oyj, Helsinki.

Koskinen, Jukka & Laine, Esa & Latokartano, Jyrki & Malm, Timo & Marstio, Ilari & Salmi, Timo & Toivonen, Sirra & Venho, Outi & Viitaniemi, Juhani 2008. Vuorovaikutteisen robotiikan turvallisuus. Suomen Robotiikkayhdistys ry, Helsinki.

Knüpfler, Samuli & Puttonen, Vesa 2014. Moderni rahoitus. 7., uudistettu painos. Talentum Media, Helsinki

Niskanen, Jyrki & Niskanen, Mervi 2007. Yritysrahoitus. 5., uudistettu painos. Edita Publishing Oy, Helsinki.

Neilimo, Kari & Uusi-Rauva Erkki 2012. Johdon laskentatoimi. 6.-11. painos. Edita Publishing Oy, Helsinki.

Oussama, Khatib & Siciliano, Bruno 2016. Springer handbok of robotics. 2. painos. Springer International Publishing, Sveitsi.

Suomen Robotiikkayhdistys 2018. Teollisuuden robottikannan vähentyminen on pysähtynyt. <https://roboyhd.fi/2016/09/30/teollisuuden-robottikannan-vaheneminen-on-pysahtynyt/>. Luettu 1.4.2018.

Salo, Marika 2015. Hyvä liiketoimintapäätös ja johdon vastuu. Sähköinen kirja. Talentum Oy, Helsinki.

Universal Robots 2018. Universal Robots UR10. <https://www.universal-robots.com/products/ur10-robot/>. Luettu 11.3.2018.

Vierros, Tuomo 2009. Tuotantotalouden peruskurssi. 8. Investointilaskelmat. <https://wiki.aalto.fi/display/TU22/8.+Investointilaskelmat>. Luettu 11.2.2018.