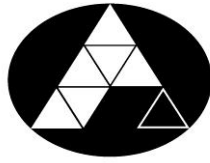


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Timo Ihanus

MITTALAITTEEN OMINAISUUSVAATIMUSTEN SEKÄ POTENTIAALISTEN
ASIAKKAIDEN SELVITYS

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2011
Kone- ja tuotantotekniikan koulu-
tusohjelma

Karjalankatu 3, 80200 Joensuu
Puh. 358-13-260 6800

Tekijä
Timo Ihanus

Nimike
MITTALAITTEEN OMINAISUUSVAATIMUSTEN SEKÄ POTENTIAALISTEN ASIAAK-
KAIDEN SELVITYS

Toimeksiantaja MTM Connections Oy

Tiivistelmä

MTM Connections Oy on Joensuussa toimiva automaatioalan yritys. MTM on toiminut alalla vuodesta 1995 lähtien. Yritys tuottaa automaatiolaitteita ja linjastoja asiakkaiden tarpeeseen projektiluontoisina töinä. Alan riskialttius sai MTM:n kehittämään omaa tuotetta markkinoille, jolla saataisiin liiketoiminnan riskejä pienennettyä. MTM Connections Oy käynnisti TIIRA-hankkeen konenäkömittalaitteen suunnitteluun ja tuomiseen markkinoille.

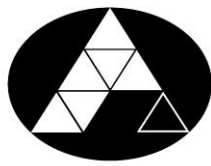
Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mittalaitteen ominaisuusvaatimukset asiakkaan näkökulmasta sekä selvittää potentiaaliset asiakkaat. Asiakkaiksi valittiin Suomessa ruiskupuhallusta sekä ruiskuvalua suorittavat muovialan yritykset.

Tutkimus suoritettiin ottamalla puhelimitse yhteyttä 106 yritykseen Suomessa. Puhelimitse selvitettiin oikea henkilö vastaamaan tutkimukseen sekä yrityksen kiinnostus mittalaitetta kohtaan. Varsinainen tutkimus suoritettiin sähköpostitse lähetettävällä kyselylomakkeella. Lomake lähetettiin 39 mittalaitteesta kiinnostuneeseen yritykseen, joista 18 yritystä vastasi kyselyyn. Tutkimuksessa saatiin selville mittalaitteen ominaisuusvaatimukset sekä potentiaaliset asiakkaat.

Kieli
suomi

Sivuja 35
Liitteet 2
Liitesivumäärä 3

Asiasanat
ominaisuusvaatimukset, potentiaaliset asiakkaat, konenäkö, markkinatutkimus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
May 2011
**Degree Programme of mechanical-
and production engineering**
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
Tel. 358-13-260 6800

Author(s)
Timo Ihanus

Title
The Requirements on the Properties of a Measuring Device and Studying the Customer Potential

Commissioned by MTM Connections Oy

Abstract

MTM Connections Ltd is an automation company operating in Joensuu. MTM has been in business since 1995. The company produces automation equipment and production lines to meet the customers' needs as project work. The company developed their own product, to reduce the risks to the business. MTM Connectios Ltd launched a project called TIIRA to engineer the vision solutions of a measuring device and to bring it to the market.

The purpose of this study was to determine the requirements on the properties of the measuring device from the perspective of the customers and to identify potential customers. The chosen customers were companies that work in injection blow molding and injection molding of plastic industry in Finland.

The study was conducted by telephone contacting 106 companies in Finland. On the phone, the right person to respond to the study and the company's interest towards the measuring device were inquired. The actual study was carried out by sending an e-mail questionnaire. The form was sent to 39 companies which were interested in the measuring devices, of which 18 companies answered to the questionnaire. The study identified property requirements of the measuring device as well as potential customers.

Language
Finnish

Pages 35
Appendices 2
Pages of Appendices 3

Keywords
requirements on properties, customer potential, vision solutions, market research

Sisältö

TIIVISTELMÄ

ABSTRAKTI

1	JOHDANTO	5
1.1	Toimeksiantaja.....	5
1.2	Historia	6
1.3	Mittalaite	6
1.4	Tutkimuksen rajausta.....	7
1.5	Konenäkö.....	7
1.5.1	Sovellusalueita	8
1.5.2	Konenäköjärjestelmät.....	9
1.6	Älykamera.....	10
1.7	3D-Konenäkö.....	11
2	TOTEUTUS	13
2.1	Kvantitatiivinen tutkimus	14
2.2	Kvalitatiivinen tutkimus	15
2.3	Lomakehaastattelu	15
2.4	Tutkimuksen kulku	16
2.5	Aiheen valinta ja rajaaminen.....	17
2.6	Tulosten analysointitavat	19
2.7	Työn lähtökohdat	20
2.8	Kohdeyritysten valitseminen	21
2.9	Kyselylomakkeen suunnittelu ja sisältö.....	21
2.10	Yhteyden ottaminen yrityksiin	22
2.11	Kyselylomakkeen lähettäminen	23
3	TULOKSET	24
4	TULOSTEN ANALYSOINTI	28
4.1	Konenäkölaitteistot kohde yrityksissä	28
4.2	Mitattavat ominaisuudet.....	29
4.3	Kappalekoot.....	29
4.4	Kappaleiden mittaaminen	29
4.5	Erityisvaatimukset.....	30
4.6	Markkinanäkymät.....	30
4.7	SWOT-analyysi.....	30
5	POHDINTA	31
	LÄHTEET	33

LIITTEET

Liite 1 Yrityslista

Liite 2 Tutkimuskyselylomake

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli selvittää, minkälaisia vaatimuksia asiakkaat asettavat mittalaitteen ominaisuuksille, sekä selvittää mittalaitteen markkinanäkymät tällä hetkellä Suomessa. Tutkimus suoritettiin soittamalla kohdeyrityksiin, jolloin tiedusteltiin onko heillä jo mahdollisesti käytössä konenäköön perustuvia mittalaitteita, ja olisiko kiinnostusta uutta mittalaitetta kohtaan. Soittamisen tarkoituksena oli selvittää, kuuluuko yritys kohderyhmään ja kuka on oikea henkilö vastaamaan kyselyyn. Toinen syy soittamiseen on vastausprosentin parantaminen. Varsinainen tutkimus tehtiin lähettämällä kyselylomake yrityksiin sähköpostitse.

1.1 Toimeksiantaja

MTM Connections Oy tuottaa muoviteollisuudelle räätälöityjä tuotantosoluja ja -linjoja, esiselvityksiä tuotannon tehostamiseen automaation avulla sekä sopimusvalmistuksena laitevalmistusta asiakkaan omista piirustuksista. Kattavat huoltosopimukset takaavat häiriöttömän tuotannon vuosi vuoden jälkeen.

Muoviteollisuuden automaatiossa kappaleenkäsittely kaikkineen luo pohjan onnistuneelle tuotannolle. Kokoonpano, pakkaus, muokkaaminen, erottelu/lajittelu ja laadunvarmistus on kaikki pystyttävä tekemään mahdollisimman virheettää. Tuotteiden tarkka mittaaminen oikeaan aikaan oikeassa paikassa on olennaista tuotannon sujuvuudelle. Vakiintunut kumppanuus Omronin kanssa antaa vanhan pohjan hyödyntää konenäköön kaikkia mahdollisuuksia tuotannon eri vaiheissa. (MTM Connections Oy 2011.)

1.2 Historia

Yritys aloitti toimintansa vuonna 1995 nimellä MTM Automaatio Oy. Nimi vaihdettiin nopeasti nykyiseen MTM Connections Oy:öön yrityksen rekisteröidyttyä kaupparekisteriin vuonna 1996. Yrityksen perustivat Timo Ruohio, Mika Suvanto ja Mika Tiihonen. (Ruohio, T. 2011.)

Yritystoiminnan murroksia:

- alkuvaiheen haasteina referenssien puute haittasi myyntiä.
- vuonna 2000 muutto uusiin tiloihin ja liiketoiminnan vakiintuminen.
- vuonna 2004 päätös panostaa enemmän Perlokseen, osuus silloin noin 100 000 €.
- vuonna 2005 liikevaihto lähes kolminkertaistui, Perloksen osuus noin 1,2 M€.
- vuonna 2006 Perloksen osuus noin 30 000 €; piti pohtia, mitä tehdään: palkattiin lisää työntekijöitä Perlokselta. (Ruohio, T. 2011.)

1.3 Mittalaite

MTM Connectionsin uusi kehittämissä oleva tuote on konenäkösovellukseen perustuva, visuaalisen laadun tarkkailuun tarkoitettu mittalaite. Mittalaitteella voidaan mitata nopeasti tuotteesta mitat, muodot ja värivirheet. Laitteella voidaan lisäksi suorittaa tuotteen visuaalinen kokonaistarkistus (esim. ovatko kaikki tuotteet kokoonpanossa oikeissa paikoissa ja oikeissa asennoissa). Mittausvälineenä käytetään konenäkölaitteistoa. Laitteen konenäkökamerat ovat sijoitettu laitteen yläosaan, josta ne pystyvät ottamaan kuvan alitse kulkevasta kappaleesta. Laitteen ohjelmisto käsittelee kuvan ja analysoi, onko tuotteen laatu tarpeeksi hyvä. Laitteisto on laajennettavissa laser- ja ultraäänimitta-laitteilla, jolloin mittaamisen tarkkuus paranee ja päästään mittaamaan tuotteen sisäisiä ominaisuuksia. Mittalaitteen tarkkuus riippuu esim. mitattavasta tuotteesta, mitattavan tuotteen valmistusprosessin tarkkuudesta, samanaikaisesti mitattavista suureista, mitattavan tuotteen ”tarjoilusta” mittalaitteelle sekä vastaavista tekijöistä.

1.4 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen kohderyhmäksi valittiin muovin ruiskupuhallusta ja ruiskuvalua suorittavat yritykset Suomessa. Kohderyhmän valinta perustui siihen, että alalla toimivien yritysten valmistamat tuotteet olivat kooltaan ja muodoiltaan mittalaitteelle sopivia. Tutkimukseen kerättiin 106 potentiaalisinta yritystä, joihin tutkimus kohdistui. Markkinatutkimuksessa käytettiin osin kvalitatiivisen ja osin kvantitatiivisen tutkimuksen menetelmiä.

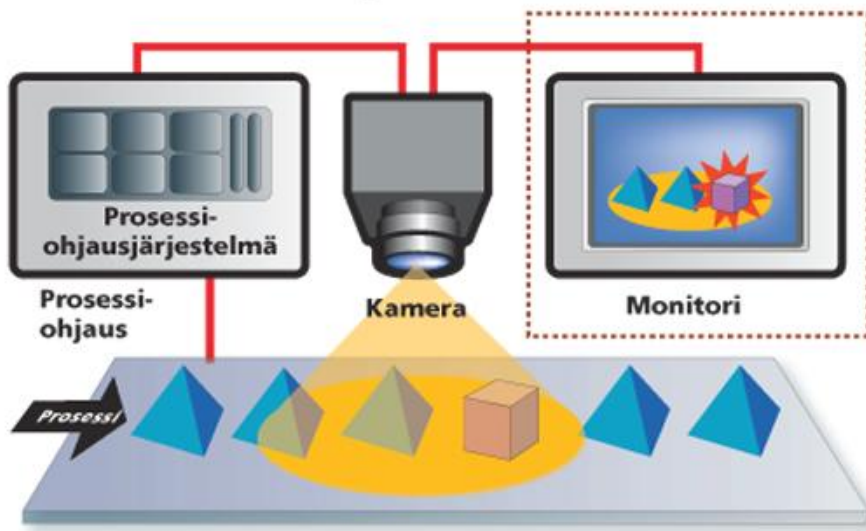
1.5 Konenäkö

Konenäköjärjestelmät suorittavat tarkoin ennalta määrättyjä tehtäviä, kuten kappaleiden laskentaa liukuhihnalta, sarjanumeroiden lukemista tai pintavikojen mittausta. Vaikka konenäköjärjestelmillä ei ole ihmisen älyä tai oppimiskykyä, ne ovat kuitenkin käyttökelpoisia monessa eri tehtävässä. Järjestelmiä käytetään tehtäviin, joissa visuaalinen tarkastus on nopeaa, tarkkaa, ympärivuorokautista ja toistettavaa. Konenäöllä voidaan korvata ihmiselle epämiellyttäviä rutiinitehtäviä kuten liukuhihnatyöskentely tai suorittaa ihmisen näkökyvylle mahdottomia tehtäviä käyttämällä apuna eri aallonpituuksia, joita ihmisen silmä ei pysty havaitsemaan. Konenäössä käytetään yhtä tai useampaa kameraa, tietokonetta ja siinä toimivaa kuvankäsittelyohjelmaa, joka tulkitsee kuvan automaattisesti. (Savolainen, J. 2009.)

1.5.1 Sovellusalueita

Konenäköjärjestelmät ovat nykyisin laajasti käytössä teollisuuden eri aloilla. Yleisimmin järjestelmiä löytyy erilasten prosessien automatisoinnista. Tällöin konenäkö korvaa ihmisen vaikeissa, aikaa vievissä, yksitoikkaisissa, vaarallisissa tai suoranaisesti mahdottomissa vaiheissa. Konenäön laajimpia sovellusalueita ovat erilliset lajittelu- ja laadunvalvontatehtävät. Kuvassa 1 on esitetty konenäkösovellus laaduntarkkailussa, jossa konenäkö tarkastaa hihnakuljettimella kulkevia kappaleita. (Savolainen, J. 2009.)

Konenäkö toimii kuin älykäs anturi



Kuva 1. Konenäkö laaduntarkkailussa (Lehtinen, L. 2009).

Postissa materiaalivirtoja hallitaan tutkimalla erilaisten lähetysten pakkausmerkintöjä, joiden perusteella lähetykset ohjataan oikeaan paikkaan. Poliisi ja tulli käyttävät konenäköä autojen rekisterikilpien tunnistuksessa. Kuvassa 2 on esimerkki rekisterikilven tunnistuskamerasta. (Savolainen, J. 2009.)



Kuva 2. Rekisterikilpikamera (HQS Vision 2011).

Pakkausprosesseissa esimerkiksi pulloja täytettäessä täyttöastetta valvotaan konenäön avulla. Kierrätyksessä laseista tarkkaillaan niiden värejä, ja lajittelu tapahtuu tarkkailulaitteen perusteella ja voidaan tunnistaa pulloihin jääneet epäpuhtaudet ja pullo ohjataan pesuun. Paperiteollisuudessa paperirainasta tunnistetaan esimerkiksi reikiä konenäön avulla. Tuotteen koordinaattien määrittäystä voidaan käyttää esimerkiksi manipulaattoreiden ohjaukseen kappaleen poimimiseksi pakkaamista varten. Koordinaattitietoja käytetään myös kokoonpanotehtävissä. Sahoilla sahaustapa optimoidaan konenäön avulla. Konenäköä voidaan käyttää myös liikkuvien laitteiden ohjauksessa. Tällöin konenäkö seuraa esimerkiksi maalattua viivaa tai tunnistaa jonkin kohteen ja ohjautuu sen perusteella. Tällaisessa sovelluksessa informaatio täytyy muuntaa johonkin muuhun sensoridataan tarkan ohjauksen mahdollistamiseksi. Viime aikoina on tutkittu konenäön avulla tapahtuvaa prosessien säätämistä. Prosessiteollisuudessa tuotteen visuaalista laatua seurataan konenäön avulla. Sokerin valmistuksessa seurataan kidekokoa ja tästä päätellään, onko nesteen haihtuminen sopivaa. (Savolainen, J. 2009.)

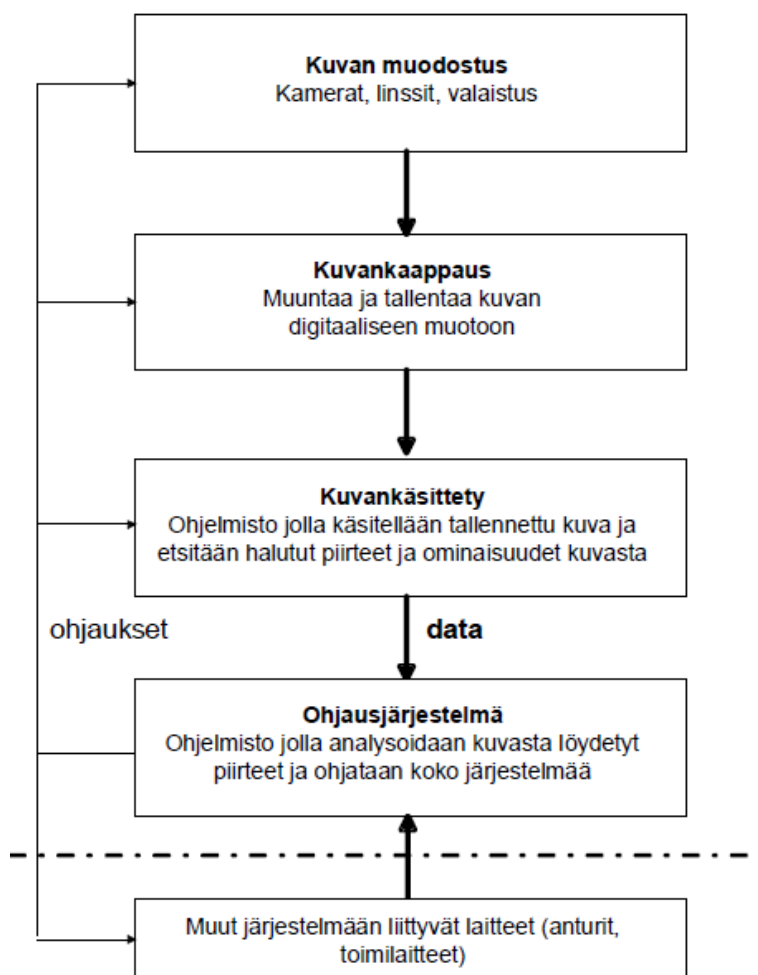
1.5.2 Konenäköjärjestelmät

Kuljettimella kulkevia kappaleita kuvaavan konenäköjärjestelmän osat ovat tyypillisesti seuraavat:

- 1) valokenno
- 2) mustavalko- tai värikamera
- 3) valaisin
- 4) liitäntäkortti kameralle
- 5) tietokone
- 6) digitaaliset liitännät koko prosessin ohjausjärjestelmälle.

Kamera ottaa kuvan kappaleen kulkiessa kameran kohdalle. Valaistuksen avulla saadaan mitattavat kohdat kappaleesta korostumaan optimaalisiksi tarkastelua varten. Kuva siirretään tietokoneelle, jossa kuvaa voidaan tarkastella ja käsitellä. Yleensä kuvaa käsitellään siten, että kuvasta poistetaan kaikki häiriötekijät. Tämän jälkeen yksinkertaistetusta kuvasta voidaan laskea, mitata tai tunnistaa kappaleen ominaisuuksia. Mittaustulosten perusteella tekoäly määrittelee, onko kappaleen ominaisuudet tarpeeksi hyvät, onko ne esimerkiksi hyväksytyt

tai hylätty. Tieto välitetään prosessin muille laitteille ja laitteet tekevät omat toimenpiteet tietokoneen mittausten perusteella, esimerkiksi poistavat kappaleen tuotantolinjalta. (Savolainen, J. 2010.) Kuviossa 1. on esitetty konenäköjärjestelmän vaiheet.



Kuvio 1. Konenäköjärjestelmän vaiheet (Savolainen, J. 2010 mukailten).

1.6 Älykamera

Kameroiden kehittyessä erilliset tietokoneet ovat jääneet pois konenäköjärjestelmistä. Älykameraan on integroitu konenäköjärjestelmän osat, kuvankaappaus-mikropiirin lisäksi ne sisältävät prosessorin. Näin pystytään erottelamaan kuvasta informaatiota ilman, että tarvitaan ulkoisia laitteistoja, jotka välittävät tuloksia kamerasta muille käsittelylaitteille. Älykamera on itsenäinen konenäköjärjestelmä, johon on rakennettu kuvasensori teollisuusvideokameran kotelon sisään. Kamera sisältää kaikki tarpeelliset liitännät releisiin ja paineilmaventtii-

leihin. Laite ei ole välttämättä suurempi kuin normaali teollisuuskamera. Kompakti toteutus antaa paljon etuja aikaisempaan PC-pohjaiseen konenäköjärjestelmään verrattuna. Laite vie vähemmän tilaa eikä tarvitse välttämättä käyttöliittymää lainkaan, näin hankintakustannukset ovat pienemmät. Kuvassa 3. on esitetty versio älykamerasta. (Orbis 2011.)

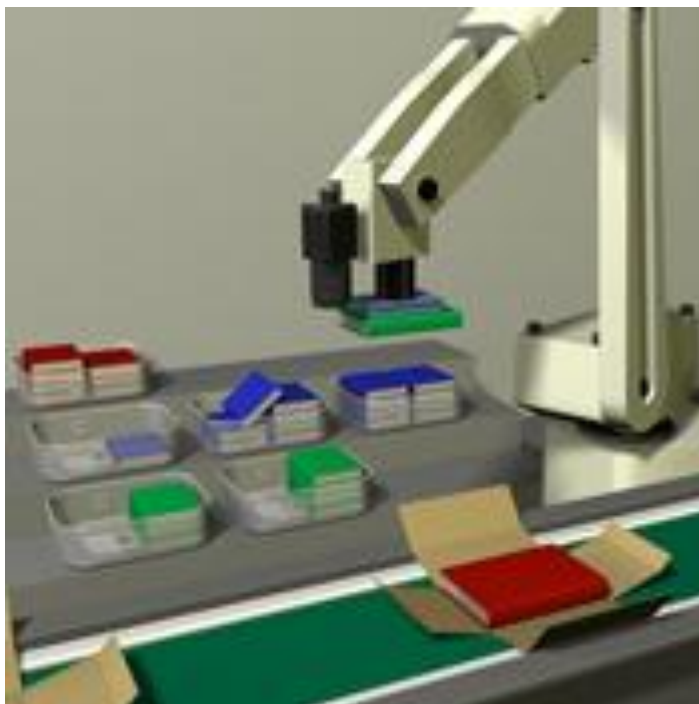


Kuva 3. Älykamera (Orbis 2011).

1.7 3D-Konenäkö

3D-kameralla saavutetaan tarkka ja reaaliaikainen 3D-paikkatieto. Näin saadaan parannettua konenäön suorituskykyä monenlaisissa sovelluksissa, joissa 2D-työkalut eivät riitä. Tämä mahdollistaa sen, että automaatiolaitteilla voidaan käsitellä erilaisia kohteita, jotka ovat päällekkäin tai kallellaan. 3D-kamera mahdollistaa yhden kameran käytön sovelluksissa, missä 2D-kamareoita tarvitaan useampia. 3D-kameraa voidaan käyttää robotin ohjauksessa. Työsolujen useat kiinteät kamerat, jotka suorittavat mitoituksen, lajittelun ja keräilyn, voidaan korvata yhdellä linjastolla liikkuvalla 3D-kameralla. Sovellusten antama suorituskyky parantaa mittaustarkkuutta, optista vääristymää sekä liikkuvien osien synkronointia. Seuraavaksi on esitetty käyttösovelluksia 3D-kameralle. (Cognex Corporation 2011.)

Alla olevassa kuvassa (kuva 4) kamera on kiinnitetty pakkausrobottiin. Kamera tallentaa logistiikka- ja pakkaustiedot muistiin sekä seuraa, että pakkaustapah- tumassa ei tapahdu virheitä.



Kuva 4. Logistiikan ja pakkausten seurantatiedot (Cognex Corporation 2011).

Alla olevassa kuvassa (kuva 5) 3D-kamera ohjaa robottia tuotteiden palletoinnissa.



Kuva 5. Robotin ohjaus palletoinnissa (Cognex Corporation 2011).

Alla olevassa kuvassa (kuva 6) 3D-kameralla ohjataan kokoonpanorobotin toimintoja.



Kuva 6. Robotti kokoonpano (Cognex Corporation 2011).

2 TOTEUTUS

Kvantitatiivisen (määrällisen) ja kvalitatiivisen (laadullisen) tutkimuksen eroja on pyritty määrittämään ja havainnollistamaan eri tavoin: esittämällä kahtiajakoa, taulukoimalla kummankin tutkimuksen lähestymistavan tyypillisimpiä piirteitä rinnakkain, ja laatimalla kuvauksia molemmista suuntauksista tekstimuotoisesti. Karkea jaottelu ei kuitenkaan auta käytännön tutkimuksessa, vaan ne hahmottavat yleislinjauksia. Nykyään monet tukijat haluaisivatkin poistaa tämän kahtia jaottelun ja näitä suuntauksia käytettäisiin toisiaan täydentävinä tutkimusmenetelminä. (Hirsijärvi, Remes, Sajavaara 2007, 131).

2.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiivista tutkimusta käytetään melko paljon sosiaali- ja yhteiskuntatieteissä. Sen alkujuuret ovat luonnontieteissä, ja monet tutkimukselliset menettelytavat ovatkin samantapaisia näillä tieteenaloilla. Tutkimuksessa korostetaan yleispäteviä syyn ja seurauksen lakeja. Taustalla on niin sanottu realistinen ontologia, jonka mukaan todellisuus rakentuu objektiivisesti todettavista tosiasioista. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ovat keskeisiä johtopäätökset aiemmista tutkimuksista ja aiemmat teoriat, hypoteesit ja käsitteiden määrittely. Tutkimusmenetelmässä aineiston keruun suunnitelmat ja havaintoaineisto soveltuvat määrälliseen ja numeeriseen mittaamiseen. Tutkimuksessa määritellään perusjoukko, johon tulosten tulee päteä ja otetaan tästä perusjoukosta otos. Tuloksista ja muuttujista tehdään taulukot ja aineisto saatetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon. Päätelmät tehdään havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen, mm. tulosten kuvailu prosenttitaulukoiden avulla ja tulosten merkittävyyden tilastollinen testaus. (Hirsijärvi, ym. 2007, 135).

Kvantitatiivisen tutkimuksen perusedellytyksenä on ymmärtää merkitysjärjestelmät, joita tutkittava kohde ympäristöineen käyttää. Tutkijan on tunnettava kohteena oleva ilmiö hyvin, jotta hän ei joutuisi hakoteille. Kvantitatiivisin menetelmin saadaan yleensä tuloksia, mutta niiden ymmärtäminen ja tulkitseminen edellyttää tutkimuskohteen laajaa tuntemusta. Saataessa tutkimuksesta ongelman kannalta relevanttia tietoa, voidaan analyysissä käyttää tilastollisia menetelmiä. Määrällisistä asioista saadaan tarkkaa tietoa, jolloin voidaan kuvata asioiden suuruusluokkaa ja eri asioiden välisiä riippuvuuksia. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan kuvata tutkittavan ilmiön rakennetta eli sitä, minkälaisista osista se koostuu. Löytyykö osista erilaisia riippuvuuksia ja minkälaisia yhteyksiä osien välillä on. (Alkula, Pöntinen, Ylöstalo 2002, 20–22).

2.2 Kvalitatiivinen tutkimus

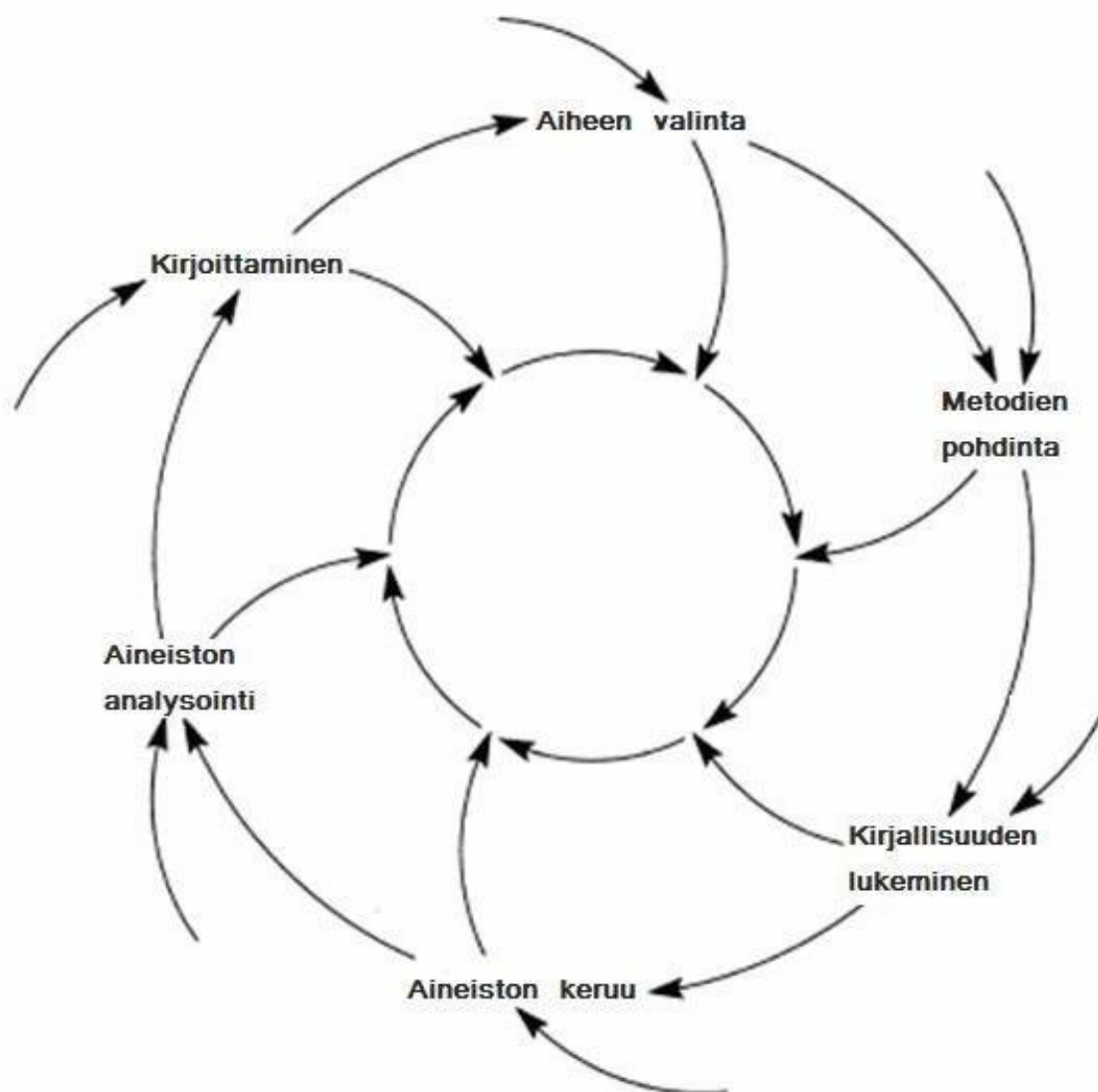
Tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedon hankintaa ja aineisto kootaan luonnollisista, todellisista tilanteista. Tutkimuksessa suositaan ihmistä tiedon keruun instrumenttina. Tutkija luottaa enemmän omiin havaintoihinsa ja keskusteluihin tutkittaviensa kanssa kuin mittausvälineillä hankittavaan tietoon. Perusteluna tälle on, että ihminen on riittävän joustava sopeutumaan vaihteleviin tilanteisiin. Apuna täydentävän tiedon hankinnassa käytetään usein lomakkeita ja testejä. Tutkijan pyrkimyksenä on paljastaa odottamattomia seikkoja ja sen vuoksi lähtökohtana ei ole teorian tai hypoteesien testaus vaan aineiston monitahoinen ja yksityiskohtainen tarkastelu. Tutkimuksessa suositaan metodeja, joissa tutkittavien näkökulmat pääsevät esille. Kohdejoukko valitaan tarkoituksenmukaisesti, ei satunnaisotoksen menetelmää käyttäen. Tutkimussuunnitelma muotoutuu tutkimuksen edetessä, koska tutkimus toteutetaan joustavasti ja suunnitelmia muutetaan olosuhteiden mukaisesti. Tapauksia käsitellään ainutlaatuisina ja aineistoa tulkitaan sen mukaisesti. (Hirsijärvi, ym. 2007, 156).

2.3 Lomakehaastattelu

Lomakehaastattelu on useimmiten kvantitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmä. Lomakehaastattelulla kerättyjen aineistojen avulla voidaan testata olettamuksia ja kerätty aineisto voidaan helposti analysoida. Lomakehaastattelua käytetään useasti vaihtoehtona kyselyllä toteutetulle aineiston keruulle, koska saatetaan pelätä, että kyselyn vastausprosentti jää alhaiseksi. Ääripäässään lomakehaastattelu on täysin ennalta määrätty niin kysymysten kuin tutkimuksen toteutuksenkin osalta. Tavoitteena on saada vastaus jokaiseen kysymykseen annettujen vaihtoehtojen sisällä ja haastattelijan määräämässä järjestyksessä. Lomakehaastattelussa ei voi kysyä mitä tahansa sellaista, mitä olisi mukavaa tai hyödyllistä tietää, vaan siinä kysytään tutkimuksen tarkoituksen ja ongelmanasettelun kannalta merkityksellisiä kysymyksiä. Jokaiselle kysymykselle pitää siis löytyä perustelu tutkittavasta ilmiöstä jo tiedetystä tiedosta. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 74).

2.4 Tutkimuksen kulku

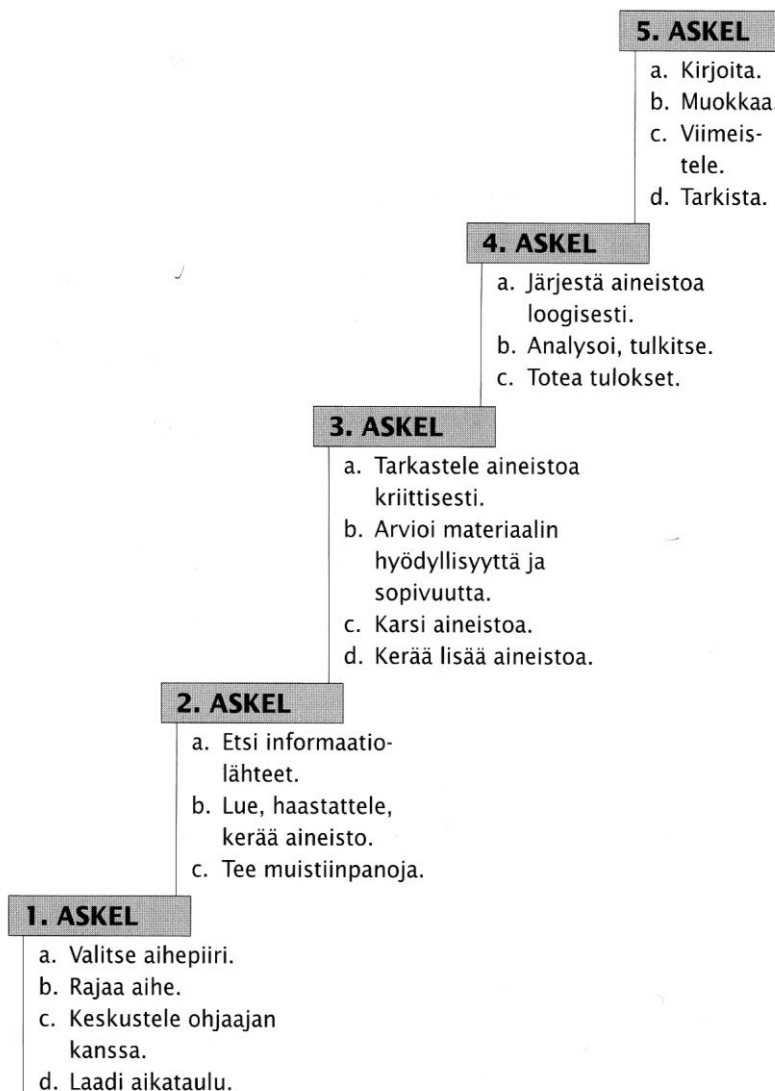
Suunnitelmallinen ja tavoitteellinen tutkimus on luova prosessi, johon kuuluvat perehtyminen aiheeseen ja suunnitelman laadinta, tutkimuksen toteutus ja tutkimusselosteen laadinta. Tutkimuksia ja tutkijoita on käytännössä hyvin monenlaisia. Näin ollen on myös erilaisia näkemyksiä siitä, miten tutkimusprosessi tulisi suorittaa. Yhden tutkimusprosessin kuvaava malli on esitetty kuviossa 2. Siinä tutkimus nähdään joustavana prosessina, jossa tutkimuksen alkupistettä ei määritellä tarkasti. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 63).



Kuvio 2. Tutkimusspiraali (Blaxter, Huges & Tight 1996,10).

Vastakohtana tälle on kuviossa 3 esitetty viisiportainen malli, jossa on yksityiskohtaisemmin kuvattu, mitä tutkimuksen eri vaiheet pitävät sisällään. Kukin päävaihe sisältää joukon erilaisia toimia ja tutkijan tekemä valintoja. Tutkimuk-

sen jotkin osat voidaan tehdä kirjoituspöydän ääressä, osa kirjastossa ja tietyt vaiheet kenttäoloissa. Kirjoittaminen on tärkeä osa koko tutkimusprosessin ajan. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 64.)

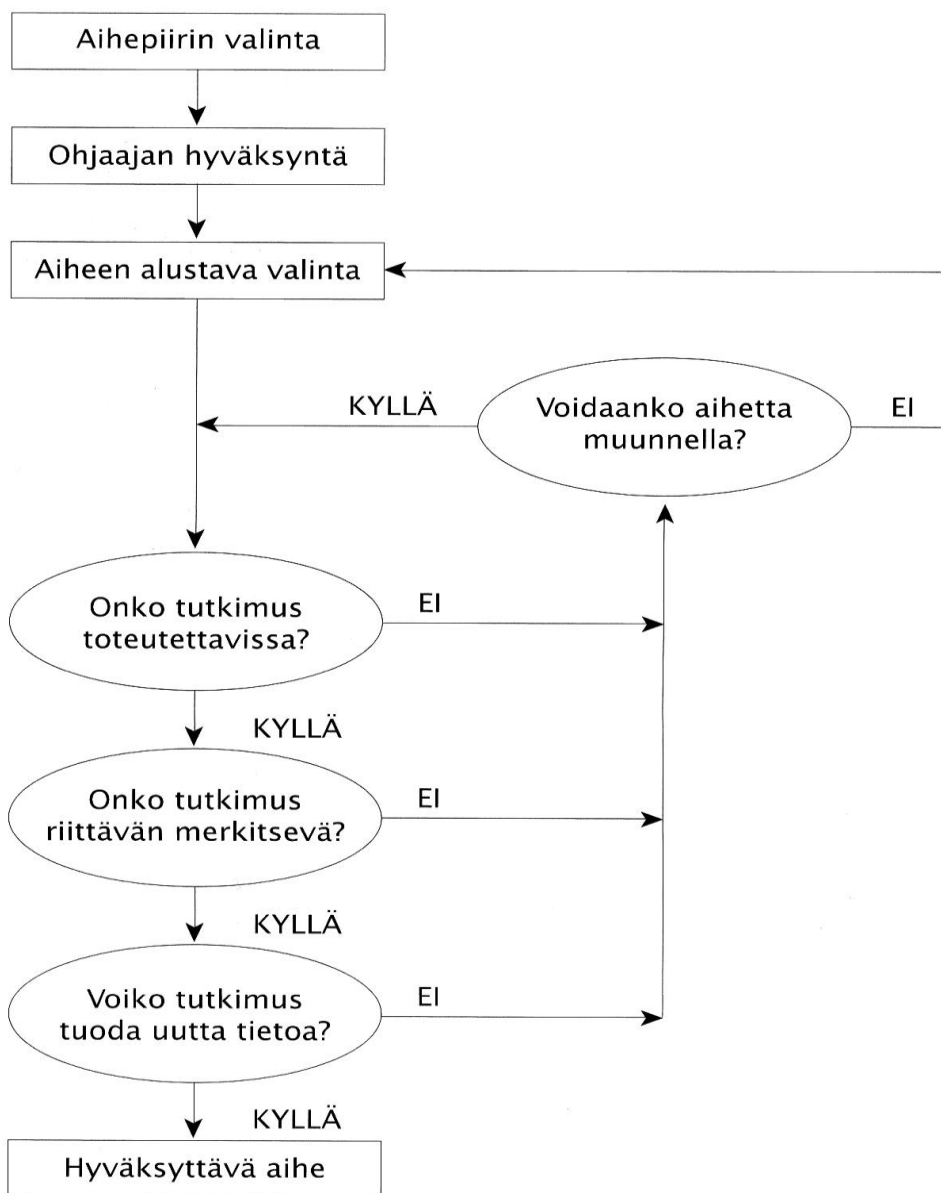


Kuvio 3. Tutkimusprosessin viisi tarkennettua vaihetta (Tuomi & Sarajärvi 2009, 64).

2.5 Aiheen valinta ja rajaaminen

Tutkimuksen lopullinen aihe syntyy neuvottelu- ja harkintavaiheiden jälkeen. Ensimmäinen mieleen tullut aihe ei yleensä ole valmis aiheeksi. Vaikka aihetta ei alussa pystytä tarkasti määrittämään, on tutkimus kuitenkin aloitettava jostakin aihepiiristä tai ideasta. Aiheen keksimiseen ja sen kehittelyyn tarvittavan ajan käytössä olisi löydettävä jokin järkevä keskitie. Tutkimusaiheen valinta ja

siihen liittyvä harkintavaiheet voidaan nähdä systemaattisena prosessina, kuten kuviossa 4. on esitetty. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 66.)



Kuvio 4. Aiheen valinnan prosessi (Tuomi & Sarajärvi 2009, 68).

Aiheen löydyttyä alkaa sen rajaus. On tarkennettava mitä halutaan tietää, tai mitä halutaan kerätyllä aineistolla osoittaa. Tiukasti rajatun aiheen vaatimukset ovat peräisin kvantitatiivisen tutkimuksen menetelmistä. Monet menettelyt, mm. laboratoriokokeet, testaamista vaativat ja koe- ja kontrolliasetelmiin perustuvat tutkimukset edellyttävät tarkkaa aihetta ja rajattua ongelmanratkaisua. Eräs tapa rajata väljää aihetta on perehtyä mahdollisimman lähellä omaa aihetta olevaan aiempaan kirjallisuuteen. Kun saa tietää, miten aihetta on aikaisemmin tutkittu, on mahdollista suunnata omaa tutkimusta tarkoituksenmukaiseen suunn-

taan. Aiheen rajaamiseen soveltuvat hyvin myös vapaa kirjoittaminen, listaaminen, käsittekartta, merkityssuhdekaavio, kuutiopeli sekä ryhmässä tapahtuvalla aivoriihiyöskentelyllä. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 81.)

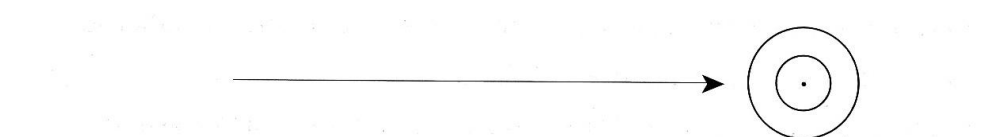
2.6 Tulosten analysointitavat

Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen analyysi ovat erilaisia keinoja tuottaa laadullisesta aineistosta raakahavainnot yhdistäviä havaintoja. Jos aineistosta voidaan määritellä useita keskenään rinnasteisia ja vertailukelpoisia havaintoyksiköitä, on käytettävissä kaksi tietyin ehdoin mahdollista etenemistapaa eli kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen analyysi. (Alasuutari 1995, 181.)

Analyysitapojen valinta ei määräydy mekaanisesti jonkin säännön mukaan. Aina ei ole selvää sekään, missä vaiheessa tutkimusta analyysiä aletaan tehdä. Tavallisesti ajatellaan, että aineisto analysoidaan, kun se on kerätty ja järjestelty. Tämän tyyppinen näkemys soveltuu sellaiseen tutkimukseen, jossa tieto on kerätty lomakkeella tai asteikkomittareilla. Yleisohjeeksi tutkimuksissa sopii seuraava (Hirsijärvi, ym. 2007, 218):

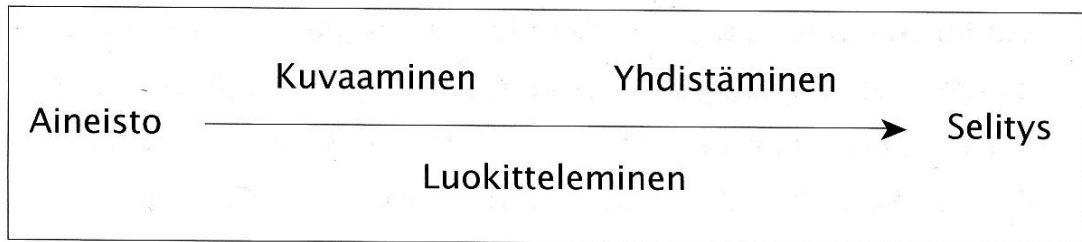
”Aineiston käsittely ja analysointi aloitetaan mahdollisimman pian keruuvaiheen tai kenttävaiheen jälkeen.”

Ohje sopii kvantitatiivista tutkimusta toteuttaessa. Ajattelu on lineaarista mallia (kuvio 5) mukaileva. (Hirsijärvi, ym. 2007, 218.)



Kuvio 5. Analyysin lineaarinen eteneminen (Hirsijärvi, ym. 2007, 218).

Tässä siis ajatellaan, että analyysi etenee vaiheittain (kuvio 6) seuraavien toimintojen mukaisesti: (Hirsijärvi, ym. 2007, 218)



Kuvio 6. Analyysi on vaiheittaisesti etenevä (Hirsijärvi, ym. 2007, 218).

Joskus aiheellisesti todetaan, että ongelman ymmärtämiseen olisi tarvittu kypsyä ja ajallista etäisyyttä, mutta ei ainakaan opinnäytetyön tekijän kannata liikaa käyttää aikaa tuohon odotteluun. Analyysiin ryhdytään heti, kun aineisto on kerätty, näin aineisto vielä inspiroi tutkijaa ja aineistoa voidaan vielä helposti täydentää ja selventää. (Hirsijärvi, ym. 2007, 219.)

Aineiston analysointitavat voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: Selittämiseen pyrkivässä lähestymistavassa käytetään usein tilastollista analyysiä ja päätelmien tekoa. Ymmärtämiseen pyrkivässä lähestymistavassa käytetään laadullista analyysiä ja päätelmien tekoa. Pääperiaatteena valitaan sellainen analysointitapa, joka tuo parhaiten vastauksen käsiteltävään ongelmaan tai tutkimustehtävään. Laadullista aineistoa voidaan käsitellä tilastollisin menetelmin, mutta tavallisimmat analyysimenetelmät ovat teemoittelu, tyypittely, sisällönerittely, diskurssianalyysi ja keskusteluanalyysi. (Hirsijärvi, ym. 2007, 219.)

2.7 Työn lähtökohdat

Mittalaitteen ominaisuusvaatimusten sekä potentiaalisten asiakkaiden selvitys lähti liikkeelle siitä, että MTM Connections Oy on kehittämässä markkinoille konenäkösovellukseen perustuvaa mittalaitetta. Mittalaitteesta oli rakennettu prototyyppi, jonka ominaisuudet olivat rajatut. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, minkälaisia ominaisuusvaatimuksia Suomessa ruiskuvalua ja ruiskupuhallusta suorittavat yritykset asettaisivat mittalaitteelle, sekä minkälainen olisi heidän kiinnostuksensa investoida mittalaitteisiin lähivuosien aikana.

2.8 Kohdeyritysten valitseminen

Tutkimus aloitettiin etsimällä kohdeyrityksiä Internetistä, muovialan vuosikirjasta, Alihankinta 2008-messuoppaasta, lisäksi toimeksiantaja antoi omista lähteistään muutamia kohdeyrityksiä. Kohdeyritykset valittiin internetistä heidän kotisivujaan tutkimalla. Kotisivuilta tutkittiin yritysten toimintatapoja, kehittymishalukkuutta, laatu politiikkaa sekä sitä minkälaisia tuotteita tai osia yritykset valmistavat. Näitten tietojen perusteella kiinnostavimmat yritykset listattiin excel- taulukkoon (liite 1), johon tuli yrityksen nimi, päätuotteet, osoitetiedot sekä puhelinnumerot.

2.9 Kyselylomakkeen suunnittelu ja sisältö

Yksi tärkeimmistä vaiheista oli sähköpostitse lähetettävän kyselylomakkeen suunnittelu. Lomakkeella kysyttävien kysymysten tuli olla erittäin tarkkaan mietittyjä, että väärinkäsityksiä ei pääsisi syntymään. Aluksi aiheeseen liittyviä kysymyksiä listattiin ranskalaisin viivoin paperille. Näitä kysymyksiä käytettiin pohjana palaverissa toimeksiantajan kanssa. Palaverissa mietittiin mihin kysymykseen toimeksiantaja haluaa vastauksen ja oliko vielä muita oleellisia kysymyksiä, jotka täytyi lisätä kyselyyn. Kysymysluettelon valmistuttua alettiin miettiä, miten kysely toteutetaan.

Aluksi kysely suunniteltiin internetin gmail-tilin asiakirjan luomispalvelun avulla, jossa oli valmiita pohjia kyselytutkimuksen toteuttamiseen. Tähän pohjaan lisättiin kysymykset ja informaatio mittalaitteesta sekä tutkimuksen tarkoitus. Näin ensimmäinen versio kysymyslomakkeesta oli valmis ja se lähetettiin hyväksyttäväksi toimeksiantajalle. Versio kuitenkin hylättiin, koska toimeksiantajan palaverissa päätettiin seuraavasti: Kyselyssä ei puhuta opinnäytetyöstä, vaan se tehdään MTM:n nimissä. Näin saadaan ammattimaisempi mielikuva, koska opinnäytetyön arvostus on potentiaalisten asiakkaiden silmin nähtynä heikompi kuin MTM:n. Edellinen pätee myös sähköposteihin, jotka tulevat gmail-osoitteesta. Toimeksiantaja loi uuden sähköposti osoitteen, josta kyselytutkimus lähetettiin. Toinen versio tutkimuskyselylomakkeesta tehtiin microsoft word-ohjelmalla. Lomakkeeseen lisättiin MTM:n logo, informaatio mittalaitteesta, tut-

kimuskysymykset sekä MTM:n yhteystiedot ja vastausosoite. Tutkimiskyselyn toteuttamisessa käytettiin lomake versiota 2 (liite 2).

Lomakkeen alussa kysyttiin yrityksen yhteystiedot: yritys, yhteyshenkilö ja puhelinnumero, jotta yhteydenotto mittalaitteesta kiinnostuneisiin yrityksiin olisi mahdollisimman helppoa. Lomakkeella tiedusteltiin oliko yrityksellä jo sillä hetkellä käytössään konenäkösovelluksia laaduntarkkailussa sekä missä käyttökohteessa mittalaitteet olivat ja kuka oli laitteen toimittaja. Tällä haluttiin tutkia kilpailutilanneetta mittalaitemarkkinoilla. Seuraavana lomakkeella kysyttiin, miten laaduntarkkailu oli aikaisemmin toteutettu, jotta saataisiin kuva yrityksen suhtautumisesta laaduntarkkailuun. Seuraavat kysymykset koskivat mittalaitteelle asetettavia vaatimuksia ja ominaisuuksia, kuten mitä tuotteesta mitataan (mitat, muodot, väri, tekstin tunnistus yms.), miten tuotteen mittaaminen toteutetaan, mikä on tuotteen jaksoaika sekä onko mittalaitteelle joitakin erityisvaatimuksia kuten puhdistilavaatimukset. Lopuksi selvitettiin haluaisiko yritys lisätietoa mittalaitteesta sekä kiinnostus investoida laaduntarkkailu laitteistoon tulevan kahden vuoden aikana. Näin saatiin selville, mihin yrityksiin oltaisiin yhteydessä myöhemmin.

Tärkeitä asioita suunniteltaessa kyselylomaketta:

- lomakkeen tulee olla helppo avata ja käyttää
- mielenkiinnon herättävä ja selkeä
- kysymysten tulee olla suunniteltu siten, ettei väärinkäsityksiä pääse syntymään
- käytössä olevien ohjelmien eri versioiden yhteensopivuus tulee huomioida
- riittävä ohjeistus avaamiseen, tallentamiseen ja lähettämiseen.

2.10 Yhteyden ottaminen yrityksiin

Aluksi yrityksiin otettiin yhteyttä puhelimitse. Ensimmäisenä selvitettiin oikea henkilö, joka pystyisi parhaiten vastaamaan kyselytutkimukseen. Tämän jälkeen kerrottiin, mistä tutkimuksessa oli kyse ja selvitettiin, oliko yrityksen edusta kiinnostunut aiheesta ja halukas vastaamaan sähköpostikyselyyn. Kaikille mittalaitteesta kiinnostuneille lähetettiin tutkimuskyselylomakkeet. Tiedot kirjattiin excel-

taulukkoon yrityksen kohdalle rasti ruutuun -periaatteella. Näin oli helppoa seurata, mihin yrityksiin oli otettu yhteyttä, ketkä olivat kiinnostuneita mittalaitteesta ja milloin sähköpostikysely oli lähetetty kohdeyritykselle, ja oliko kohdeyritys vastannut kyselyyn.

2.11 Kyselylomakkeen lähettäminen

Kyselylomakkeen lähettämisessä oli aluksi suuria ongelmia. Viikon aikana lähetettyihin kyselyihin ei tullut yhtään vastausta, joten syytä ruvettiin selvittämään. Syy löytyi siitä, että yrityksen edustaja oli avannut liitetiedoston nettiselaimen ja vain lukutilassa. Näin kyselyyn ei voinut vastata lainkaan. Tämä korjattiin sillä, että sähköpostiviestiin lisättiin ohje, missä neuvottiin lataamaan liitetiedosto tietokoneen kiintolevyllä ja avaamaan sen jälkeen wordillä. Tämä ei kuitenkaan poistanut kaikkia ongelmia. Yrityksistä ilmoitettiin, että heillä oli ongelmia kyselyyn vastaamisessa ja lomake ei toimi. Näihin yrityksiin otettiin uudestaan yhteyttä puhelimitse ja selvitettiin, mikä oli ongelmana. Ongelmaksi ilmeni eri word-versioiden yhteensopivuusongelmat. Tutkimuskysely sisälsi aktiivisia osia, jotka olivat valinta kysymyksiä rasti ruutuun -periaatteella. Vanhemmissa word-versioissa nämä kysymykset eivät toimineet ja näin kyselyyn vastaaminen jäi yrityksiltä tekemättä. Ongelma ratkaistiin korvaamalla tutkimuskyselystä aktiiviset osat sanallisilla kysymyksillä.

Kiinnostuksen esittäneistä yrityksistä eivät kuitenkaan kaikki kyselyyn vastanneet, ongelmien poistamisesta huolimatta. Näihin yrityksiin soitettiin vielä uudestaan ja selvitettiin syyt, miksi vastausta ei lähetetty. Näitä syitä olivat ajan puute, kyselyyn vastaaminen oli unohtunut, mittalaitteelle ei ollut tarvetta, ajankohta ei ollut oikea sekä muut syyt. Yhteydenoton jälkeen kuitenkin saatiin vielä muutamia vastauksia kyselyyn, joten uusintayhteydenotto kannatti.

3 TULOKSET

Tutkimuksessa selvitettiin puhelimitse mittalaitteesta kiinnostuneet yritykset sekä oikea henkilö vastaamaan tutkimuskyselyyn. Tutkimuksessa otettiin yhteyttä 106 muovialan yritykseen Suomessa. Puhelimitse kiinnostuksen mittalaitetta kohtaan osoitti 39 yritystä. Näistä yrityksistä sähköpostitse lähetettyyn mittalaitteen ominaisuuksia selvittävään tutkimuskyselyyn vastasi 17 yritystä. Tutkimuslomakkeella selvitettiin mittalaitteen ominaisuusvaatimuksia asiakkaan näkökulmasta, ja oliko yrityksellä potentiaalia mittalaitteen hankkimiselle tulevaisuudessa. Ensimmäisenä kysymyksenä lomakkeella selvitettiin, oliko yrityksillä jo käytössä konenäkösovelluksia laaduntarkkailussa. Yrityksistä 56 % vastanneista ilmoitti, että heillä on käytössä konenäkölaitteita. Ensimmäisen kysymyksen alakysymyksinä selvitettiin, missä käyttökohteissa laitteita on sekä miltä toimittajalta laitteet ovat. Osa yrityksistä halusi pitää nämä tiedot salassa, mutta 8 yritystä käytti konenäköä tuotteen visuaalisen laadun tarkkailussa. Konenäkölaitteita oli seuraavilta toimittajilta: Insinööritoimisto Piispa, Mikron (Sveitsi), Perlos automation, CB Automation (Italia), Optofidelity, omron, Smart Scope.

Kuviossa 7. on listattu eri yritysten toteutustavat laaduntarkkailuun.

Yritys	Vastaus
A	AOI yleensä in-line, eli PCBAt kulkevat hihnalla ladonnan & juotoksen jälkeen erilliseen AOI soluun. AOI saantolukemat raportoidaan yleensä yhtenä omana osionaan ICT, FCT, yms testivaiheiden rinnalla, kun tarkastellaan esim throughput-yieldiä
B	Työntekijän visuaalinen tarkatus, Huokoisuus, täyttyminen, suoruus, keernojen katkemaminen yms.Kierteet tul-kaamalla. Mittaaminen perinteisin konepajamittavälinein. Koordinaatti mittakonella. Tiiveus testaaminen paineilmalla. Tulkeilla suoruus, reikäkoot, yms. Paino-mittauksia.
C	Työntekijä tekee visuaalisen tarkastuksen tulkien ja työntömitan avulla.
D	Tuotannon työntekijä suorittaa visuaalisen tarkastuksen.
E	Älykamerat etsivät tuotteista geometriapoikkeavuuksia
F	Manuaalisesti satunnaismittauksin
G	Silmämääräisesti ja mittaamalla
H	Ihmisnäön, tulkien ja mittalaitteiden avulla.
I	Automaatiolaitteisiin integroiduilla kamerajärjestelmillä, jotka tutkivat tuotteiden värjä, mittoja, erilaisten asennustapahtumien onnistumista, jne... ominaisuuksia.
J	Kahdella kameralla päältä ja sivulta.
K	ISO 9001
L	Visuaalinenlaatu silmämääräisesti, mitat erilaisilla mittavälineillä.
M	Erilaisilla käsikäyttöisillä mittalaitteilla ja profiiliprojektorin avulla.
N	Otannalla ja vertaamalla malliin. visuaalinen
O	Visuaalisella laadunseurannalla+ painonseurannalla + videomittalaitteella + muilla tavallisilla mittalaitteilla sekä sovitussalleilla aina kun se on mahdollista
P	Pakkaushenkilöiden toimesta visuaalinen tarkastus.

Kuvio 7. Laaduntarkkailun toteuttaminen käytännössä.

Kuviossa 8. on listattu minkä tuotteiden tai mihin käyttökohteisiin yritykset tarvitsivat mittalaitetta.

Yritys	Vastaus
A	Taajuusmuuttajissa käytettävien PCBA komponenttien, mm. liitinten paikoitus, komponenttien polariteetti, puuttuvat komponentit, juotosviat.
B	Useimpien tuotannossa olevien tuotteiden.
C	Ruiskupaluutuotteiden tarkistuksessa.
D	Kanisterit 3-30L.
E	Ruiskuvaletut muovituotteet.
F	Rengasmaiset tiivisteet.
G	Useitten eri tuotteiden mittaamiseen.
H	Teknisiin osiin.
I	Melko pienien muovi- ja metallikomponenttien sekä niistä valmistettujen kokoonpanojen tarkastus, visuaalisen laadun ja mittojen osalta (100%:nen tarkastus!).
J	Muvipullojen ja kanistereiden.
K	Kuulosuojainten osat.
L	Eri tuotteiden mittaamiseen.
M	Kumisten kaasunaamareiden eri osien mittaamista tai muovisten rautatieteollisuuden tehtävien tuotteiden mittaamista.
N	Muovisten terveydenhoito tarvikkeiden.
O	Valmistamme teknisiä muovituotteita ruiskupuristamalla, joita kaikkia mitataan
P	Esimerkiksi pakasterasioiden sekä niiden kansien visuaalisuus, sekä mitat.

Kuvio 8. Mittalaitteella mitattavat tuotteet.

Kuviossa 9. on listattu mitä ominaisuuksia tuotteista haluttaisiin pystyä mittaamaan.

Yritys	Vastaus
A	Mitat, tekstin tunnistus, muu visuaalinen laatu: Paikoitus, komponentin oikeellisuus
B	Mitat, muu visuaalinen laatu: Huokoisuus, täyttyminen, suoruus, keernojen katkemaminen yms.
C	Mitat, muodot, muu visuaalinen laatu: naarmut, ruiskutusjäljet.
D	Muu visuaalinen laatu: Suuaukon "vapaa reikä"
E	Muodot.
F	Mitat, Muu visuaalinen laatu: pinnan virheettömyys
G	Mitat, muodot, värit.
H	Mitat, muodot, muu visuaalinen laatu.
I	Mitat, muodot, tekstin tunnistus, värit, muu visuaalinen laatu: Kolhut, naarmut, purseet, pinnan laatu, jne...
J	
K	Mitat.
L	Mitat, muodot, värit, muu visuaalinen laatu: virtausjäljet, imut, vajaudet, purseet.
M	Mitat, muodot, tekstin tunnistus, värit.
N	Muu visuaalinen laatu: viirut, roiskeet, pilkut, kiilto, matta
O	Mitat, muodot, väri, muu visuaalinen laatu: pinnanlaatu
P	Mitat: Suuaukon leveys sekä pituus Tekstin tunnistus: Yrityslogon laatu Värit: Väriin tasaisuus (ei raitoja yms. värivirheitä) Muu visuaalinen laatu: Sulkupinnan kalvojen mittaus

Kuvio 9. Tuotteista mitattavat ominaisuudet.

Kuviossa 10. on listattuna mitattavien tuotteiden koot.

Yritys	Vastaus
A	PCBA:t ovat n. 10–40 cm kanttiinsa, komponentit 0805..0603 kotelolla + standardeja liittimiä kuten esim RJ45
B	20 x 20 x 20–400 x 400 x 300 mm ³
C	50 x 50 x 50 mm
D	210 x 190 x 120–480 x 320 x 290 mm
E	10 x 20 x 2–50 x 200 x 5 mm
F	HALKAISIJA 20–150 mm
G	500 x 300 x 250–20 x 10 x 10
H	20–50 mm
I	2–200mm.
J	pullot n. 50 x 30 mm max. 130 x 22 mm ja kanisterit 210x310 mm
K	1–50 mm
L	Muutaman millin kokoisista aina n. 700 x 700 mm asti.
M	pienimmät 6–20 mm, suurimmat 215 x 60 mm jos puhutaan naamareitten osista, tuotteiden muodot ovat moninaisia
N	n. 120 x 50 mm
O	5mm–500mm
P	100 mm–250 mm

Kuvio 10. Mitattavien kappaleiden koot. (Ulkomitat)

Kuudentena kysymyksenä selvitettiin, mikä on mitattavien kappaleiden jaksoaika. Jaksoajat vaihtelivat suuresti riippuen valmistettavasta tuotteesta ja valmistusmenetelmästä. Jaksoajat olivat alle sekunnista aina kymmeneen minuuttiin.

Kuviossa 11. on listattu miten yritykset haluaisivat tuotteen mittaamisen toteuttaa.

Yritys	Vastaus
A	Hihnakujiittimelta.
B	Päydällä, käsissä, koordinaattimittakoneessa.
C	Tuotteen ollessa robotin tarraimessa.
D	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 1200–1600 mm.
E	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 0,8 m.
F	
G	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 1 m. Tuotteen ollessa robotin tarraimessa.
H	
I	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 400–1200 mm. Tuotteen ollessa robotin tarraimessa. Jotenkin muuten: Paletilla, jigissä, traylla
J	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 700 mm.
K	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 300 mm.
L	Hihnakujiittimelta. Korkeus lattiasta 1 m. Tuotteen ollessa robotin tarraimessa.
M	Erillisessä tilassa.
N	Tuotteen ollessa robotin tarraimessa.
O	Hihnakujiittimelta, korkeus lattiasta n. 1m.
P	Tuotteen ollessa robotin tarraimessa.

Kuvio 11. Mittaamistavan toteuttaminen.

Kahdeksantena kysymyksenä selvitettiin, olisiko mittalaitteelle joitakin erityisvaatimuksia esimerkiksi puhdistila/puhdistettavuus. Erityisvaatimuksia asetti seuraavat yritykset:

- B: Sovelluttava konepaja olosuhteisiin.
- C: muokattavuus, eli useita eri tuotteita voidaan tarkistaa samalla laitteistolla. Liikuteltavuus saattaisi myös olla eduksi.
- E: Volyyymi, noin 6000 osaa tunnissa.
- I: puhdistila, helppo puhdistettavuus, FDA-hyväksytyt materiaalit kappaleita koskettavissa osissa.
- K: helppo puhdistettavuus.

Yhdeksäntenä kysymyksenä selvitettiin, onko yritys valmis investoimaan tulevan kahden vuoden aikana visuaalisen laduntarkkailulaitteistoon. Vastanneista 16:sta yrityksestä 13 vastasi, että he ovat valmiita investoimaan laitteistoon.

Kymmenentenä kysymyksenä kysyttiin, haluaisiko yritys lisätietoa mittalaitteesta. Kaikki tutkimuskyselyyn osallistuneista yrityksistä vastasi haluavansa lisätietoa laitteesta.

4 TULOSTEN ANALYSOINTI

Tutkimuksessa yhteyttä otettiin 106 yritykseen, näistä 39 oli kiinnostuneita mittalaitteesta ja halusivat, että heille lähetetään sähköpostitse tutkimuskyselylomake. Lomakkeeseen vastasi 17 yritystä, joista yksi yritys karsittiin pois, koska he eivät valmistaneet kappaletavaratuotteita. Syitä miksi yritykset eivät vastanneet tai olleet kiinnostuneita mittalaitteesta olivat seuraavia:

- Mittalaitteella ei pystytä mittaamaan tarpeeksi isoja tuotteita.
- Tuotteiden asiakasvaatimukset eivät vaadi näin tarkkaa visuaalisen laadun mittaamista.
- Tuotteet ovat sen tyyppisiä, että niiden visuaalisella laadulla ei ole merkitystä esim. valuverkon pidikkeet, viemäreiden osat, yms.
- Yrityksen taloudellinen tilanne oli huono.
- Kiireinen ajankohta, joten ei ollut aikaa paneutua asiaan.
- Mittalaite on liian kallis, koska tuotantolinjoja oli useita ja jokaiseen pitäisi olla oma mittalaite.
- Käytössä on jo vaatimukset täyttävä konenäkölaitteisto.

Yli 80 % ei kiinnostuneista ilmoitti, että tuotteiden asiakasvaatimukset eivät vaadi näin tarkkaa visuaalisen laadun mittaamista ja tuotteet ovat sen tyyppisiä, että niiden visuaalisella laadulla ei ole merkitystä.

4.1 Konenäkölaitteistot kohde yrityksissä

Tutkimuskyselylomakkeeseen vastanneista yrityksistä 7 ilmoitti, että heillä ei ole käytössään minkäänlaista konenäkölaitteistoa. Näissä yrityksissä kilpailutilanne on hyvä. Yrityksille ei ole vielä muodostunut vahvoja asiakassuhteita konenäkölaitteiden toimittajien kanssa, joten hyvälle mittalaitteelle olisi varmasti markkinoita. Yritykset joilla oli jo käytössä konenäköä, osa näistä yrityksistä ilmoitti, että he olivat rakentaneet ja hankkineet laitteistot itse. Tämä tarkoittaa sitä, että MTM Connectionsin vahva kokemus ja ammattitaito konenäköalasta antaisi varmasti lisäarvoa ja laadukkaampia ja räätälöidympiä mittausteitteistoja kyseisille yrityksille.

4.2 Mitattavat ominaisuudet

Mittalaitteen ominaisuuksia selvittävästä kysymyksistä ilmeni, että mittalaitteella pitää pystyä tarkastamaan mitat, muodot, tekstit, värit sekä muita visuaalisia ominaisuuksia kuten komponenttien paikoitus ja oikeellisuus, huokoisuus, naarmut, purseet, ruiskutusjäljet, vajaudet, viirut, roiskeet, pilkut, kiilto, matta. Mittalaitteen tämänhetkiset ominaisuudet pystyvät mittaamaan näistä vaatimuksista lähes kaikki, mutta esimerkiksi huokoisuuden mittaamiseen tarvittaisiin ultraäänisovellusta.

4.3 Kappalekoot

Yrityksissä valmistettavat kappalekoot vaihtelevat suuresti aina muutamasta millistä useisiin kymmeneen sentteihin. Mittalaitteen mitattavan kappaleen alustava maksimikoko oli 50 x 50 x 50 mm, tähän kokoluokkaan oli kaikilla vastanneilla yrityksillä tuotteita lukuun ottamatta D-yritystä. Kyseinen yritys valmistaa muovisia kanistereita, joiden tilavuus on 3–30L. Yritys tarvitsisi kuitenkin mittalaitetta vain kanisterin suuaukon mittaamiseen, joten heidänkin tuotteidensa mittaaminen onnistuisi mittalaitteella.

4.4 Kappaleiden mittaaminen

Kappaleiden mittaamisen toteutus tapahtuisi seuraavilla eri variaatioilla:

- hihnakuuljettimelta, joiden korkeudet vaihtelivat välillä 300–1600 mm
- kappaleen ollessa robotin tarraimessa
- jotenkin muuten: Paletilla, jigissä, traylla.

Mittalaitteen mittauskorkeutta tulisi pystyä säätämään 300 mm:stä 1600 mm:iin saakka, jotta kaikkien yritysten mittaukset hihnakuuljettimilta päästäisiin toteuttamaan. Viiden yrityksen tuotteet vaativat robotin tarraimessa mittaamista, joten mahdollinen robotin hankkiminenkin tulee kysymykseen.

4.5 Erityisvaatimukset

Yrityksistä I ja K vaativat mittalaitteelta helppoa puhdistettavuutta, koska heidän valmistamansa tuotteet asettavat, myös mittalaitteelle puhdistilavaatimuksia. Vastauksista ja puhelinkeskusteluista kävi hyvin ilmi, että laite tulisi olla helposti siirreltävässä paikasta toiseen ja laitteessa tulisi olla valmius eri tuotteiden mitaamiseen. Näin laitteen monipuolisuus lisääntyisi ja yritys voisi halutessaan mitata eri linjastoilla valmistettävien kappaleiden ominaisuuksia.

4.6 Markkinanäkymät

Yrityksistä 13 ilmoitti olevansa valmiita investoimaan seuraavan kahden vuoden aikana konenäkölaitteistoon, mikäli sopiva ja vaatimukset täyttävä laitteisto löytyy. Tämä tarkoittaa, että seuraavan kahden vuoden aikana mittalaitteella olisi Suomessa ruiskupuhallusta ja ruiskuvalua suorittavien yritysten keskuudessa olisi mahdollista saavuttaa 13 mittalaitteen markkinat.

4.7 SWOT-analyysi

SWOT-analyysi on poistettu opinnäytetyön julkisesta versiosta toimeksiantajan pyynnöstä.

5 POHDINTA

Opinnäytetyö lähti liikkeelle tammikuun alussa, jolloin alettiin etsiä tietoa markkinatutkimuksesta sekä kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen toteuttamisesta. Aikaisempaa tutkimustietoa löytyi paljon ja teoriaa oli hyvin saatavilla. Kohdeyritysten etsiminen sujui ongelmitta ja mielenkiintoisia yrityksiä löytyi yli 100. Yrityksiin otettiin ensin puhelimitse yhteyttä, jolloin selvitettiin kiinnostus mittalaitetta kohtaan. Puhelinkeskusteluista ilmeni, että lähes jokaisessa yrityksessä oltiin kiinnostuneita laaduntarkkailusta ja konenäkölaitteistoista, mutta eri tekijät aiheuttivat kiinnostuksen loppumisen mittalaitetta kohtaan. Yksi suurimmista tekijöistä oli, että mittalaite ei soveltunut kohdeyrityksen tuotteille. MTM:n mittalaite on suunniteltu kohtuullisen pienikokoisille tuotteille ja kappaletavara-tuotantoon, joten tämä karsi pois suuria tuotteita valmistavia yrityksiä sekä rai-natuotteiden valmistajia. Nykyisin yrityksissä on valtava kiire ja tämä aiheutti osaltaan sen, että tutkimukseen ei ollut aikaa perehtyä ja vastata. Tutkimuskyselyyn vastanneet yritykset olivat kiinnostuneita saamaan lisätietoa mittalaitteesta ja valtaosa yrityksistä oli valmiita investoimaan laitteeseen, mikäli sopiva toteutusratkaisu heidän tuotteilleen löytyisi.

Opinnäytetyö antoi valmiuksia tehdä tulevaisuudessa tuotteen markkinointiin ja tuotekehitykseen liittyviä töitä. Yhteydenotto yrityksiin puhelimitse ja kasvokkain palaverissa kehittivät vuorovaikutus- sekä neuvottelutaitojani.

Aloittaessani tehdä opinnäytetyötä minulla oli hyvin vähän tietoa markkinatutkimuksesta ja tutkimusprosessista yleensä. Tutkimalla aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja aikaisempia opinnäytetöitä sain hyvän kuvan tutkimuksen läpiviennistä. Tutkimusprosessi etenee vaihe vaiheelta kohti tutkimustulosten käsittelyä ja analysointia. Jokainen vaihe ennen tulosten saamista on erittäin tärkeä, mitä huolellisemmin vaiheet suorittaa sitä parempia ja hyödyllisempiä saadut tulokset ovat tutkimuksen kannalta.

Tutkimuksen toteutuksessa olisi ollut parannuksen varaa tutkimuskyselyn suunnittelussa, koska alkuvaiheessa yrityksillä oli ongelmia tutkimukseen vastaamisen kanssa sekä lomakkeen avaamisessa. Tämä johtui puutteellisista ohjeista.

Yritysten motivointiin olisi voinut kiinnittää enemmän huomiota, selvittämällä vielä tarkemmin, kuinka tärkeää kyselyyn vastaaminen tutkimuksen kannalta olisi ollut. Hyvä vastausprosentti kertoo kuitenkin onnistuneesta tutkimuksen toteutuksesta.

Mittalaitteen ominaisuudet vastasivat hyvin asiakkaiden asettamia vaatimuksia. Markkinanäkymät mittalaitteelle ovat muovin ruiskupuhallusta ja ruiskuvalua suorittavien yritysten keskuudessa 13 mittalaitetta seuraavan kahden vuoden aikana. Suurimmat haasteet olisivat mittalaitteen myyntihinta sekä laitteen räätälöitävyys ja muunneltavuus eri tuotteille. Myyntivalttina mittalaitteelle on sen monipuoliset ominaisuudet ja kompakti koko, joka pitää sisällään kaikki tarvittavat osat ja toiminnot tarkkaan tuotteen mittaamiseen.

Lähteet

- Alasuutari, P. 1995. Laadullinen tutkimus. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Alkula, T. Pöntinen, S. Ylöstalo, P. 2002. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. Juva: WS Bookwell Oy.
- Blaxter L., Hughes C. & Tight M. 2001. How to Research. Buckingham: Open University Press.
- Cognex Corporation. 2011. 3D Machine Vision with 3D-Locate.
<http://www.cognex.com/ProductsServices/VisionSoftware/default.aspx?id=6466>. 15.03.2011.
- Hirsijärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Keuruu: Tammi
- HQS Vision. 2011. 540 TVL IR-rekisterikilpikamera.
http://www.hqsvision.com/kauppa/product_info.php/products_id/112. 16.03.2011
- Lehtinen, L. 2009. Konenäkö saa kolmannen ulottuvuuden.
<http://www.tekniikkatalous.fi/ict/automaatio/article322619.ece>. 16.03.2011.
- MTM Connections Oy. 2011. Muoviautomaatio, osaaminen.
http://www.mtmconnections.fi/muoviautomaatio_osaaminen.php. 15.03.2011.
- Orbis. 2011. Älykamerat
<http://www.orbis.eu/default.asp?docId=17096&subGroup1=12386&productGroupId=18312&lang=fi>. 15.03.2011.
- Ruohio, T. 2011. MTM Connections Oy sisäiset lähteet, Historia ja toiminta.
- Savolainen, J. 2010. Konenäköjärjestelmän osat.
<http://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=12160793>. 12.03.2011
- Savolainen, J. 2009. Konenäkö, yleistä.
<http://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=12160787>.
- Savolainen, J. 2009. Sovellusalueita.
<http://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Sovellusalueita=12386&productGroupId=18312&lang=fi>. 20.02.2011

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Tammi.

Liite 1

Yrityslista

	Yritys:	Päätuote:	Yhteystiedot:	Ei kiinnos- tusta	Kiinnostunut	Sähköposti lähetetty	vastaus saapunut
				X	X	X	X
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							
16.							
17.							
18.							
19.							
20.							
21.							
22.							
23.							
24.							
25.							
26.							
27.							
28.							
29.							
30.							
31.							
32.							
33.							
34.							
35.							
36.							
37.							
38.							
39.							
40.							
41.							
42.							

Mittalaitteen ominaisuuksien selvitys

Kyselyn tarkoituksena on selvittää asiakkaan vaatimukset mittalaitteen ominaisuuksia koskien sekä selvittää potentiaaliset asiakkaat.

Informaatio:

Mittalaitte on laaduntarkkailuun kehitetty, koneäkösovellukseen perustuva laitteisto. Laitteella voidaan nopeasti mitata tuotteen mitat, muodot ja värivirheet, sekä suorittaa visuaalinen kokonaisu tarkistus (esim. kaikki tuotteet ovat kokoonpanossa oikeassa paikassa ja asennossa) ja LOT/ERÄ -numeron yhdistäminen kuvaan. Laitteisto on laajennettavissa laser- ja ultraäänimittalaitteilla. Mittalaitte on korkeudeltaan n. 1,8 m, leveydeltään n. 0,8 m ja syvyydeltään 0,8 m. Laitteessa on oma käyttöliittymä, joka kerää mittaustiedot muistiin. Laitteen näyttöä voi seurata mittaustapahtumaa.

Yhteyshenkilöt:

Yrityksen nimi: [REDACTED]

Yhteyshenkilö: [REDACTED]

Puhelin: [REDACTED]

1. Onko käytössäne koneäkösovelluksia laaduntarkkailussa?

Kyllä

Ei

1.1 Missä käyttökohteissa laitteet ovat?

[REDACTED]

1.2 Miltä toimittajalta laitteet ovat?

[REDACTED]

2. Miten laaduntarkkailu on käytännössä toteutettu tällä hetkellä?

[REDACTED]

3. Minkä tuotteiden mittaamiseen tarvitsisitte mittalaitetta?

[REDACTED]

4. Mitä tuotteista mitattaisiin?

4.1. Mitat

4.2. Muodot

4.3. Tekstin tunnistus

4.4. Värät

4.5. Muu visuaalinen laatu

Mikä? [REDACTED]

5. Minkä kokoisia kyseiset kappaleet ovat? (Ulkomitat)

[REDACTED]

MTM CONNECTIONS



6. Mikä on valmistetun tuotteen jaksokaika?

7. Miten kappaleen mittaaminen toteutetaan?

7.1.Hihnakuljetin

Kuljettimen korkeus lattiasta?

7.2.Tuotteen ollessa robotin tarraimessa

7.3.Jotenkin muuten

Miten?

8. Onko laitteistolle erityisvaatimuksia? (puhdastila, puhdistettavuus)

9. Onko yrityksenne valmis investoimaan tulevan kahden vuoden aikana visuaalisen laadun tarkistuslaitteistoon?

10. Haluatteko lisätietoa mittalaitteesta?

11. Kysymyksiä/kommentteja

Tallenna vastauslomake tietokoneen kiintolevyille ja lähetä tiedosto osoitteeseen:

timo.ihanus@mtmconnections.fi

Kiitos vastauksestanne!

Automaatiota ajatuksella
 MTM Connections Oy
 Pamiilonkatu 30
 80130 JOENSUU
 Url: www.mtmconnections.fi