

Lasse Yli-Soini

Konenäön hyödyntäminen meijeriteollisuudessa

Opinnäytetyö

Syksy 2013

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Lasse Yli-Soini

Työn nimi: Konenäön hyödyntäminen meijeriteollisuudessa

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2013 Sivumäärä: 33 Liitteiden lukumäärä:0

Opinnäytetyö on toteutettu suurimmalle suomalaiselle meijeriyritykselle Valio Oy:lle, ja sen Seinäjoen tehtaalle. Aiheena oli konenäkölaitteiston hankkiminen ja sille ohjelmistojen tekeminen. Konenäkölaitteistoa testattaisiin eri linjastoilla, joissa niitä voisi mahdollisesti käyttää. Yrityksessä on pidemmän aikaa harkittu konenäkölaitteistoa, mutta asiaan ei ole sen tarkemmin perehdytty. Tarkoituksena oli hankkia yritykseen tietoa ja taitoa kyseiseen asiaan, jotta tulevaisuudessa mahdollisten lisälaitteiden hankkiminen olisi vaivattomampaa.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Author: Lasse Yli-Soini

Title of thesis: Utilization of machine vision in dairy factory

Supervisor: Martti Lehtonen

Year:2013

Number of pages:33

Number of appendices:0

This thesis was made for Valio Ltd, the biggest dairy company in Finland, and its factory in Seinäjoki. The subject was to acquire machine vision equipment, and to make software for it. Machine vision would be tested on different production lines, where it could potentially be used. The company had been considering getting machine vision, but it had not been studied yet. The aim was to get information and knowledge of the subject, so that in the future it would be easier to acquire more machine vision products.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
1 JOHDANTO.....	1
2 YRITYSESITTELY	2
3 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄN TARPEET TEHTAALLA.....	4
4 KONENÄKÖ	6
5 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT.....	8
5.1 Kamera.....	8
5.2 Valaistus.....	9
5.3 Kuvankäsittely	11
5.4 Käyttöliittymä	12
6 KUVAN OTTO	13
6.1 Tulostusresoluutio	13
6.2 Kennotekniikka ja kuvanmuodostus	13
6.3 RGB-synteesi	14
6.4 Valottaminen	15
7 LÄHTÖKOHTA JA TOIMINTA.....	16
7.1 Tilattu laitteisto	17
7.2 Teline laitteistolle.....	19
7.3 Koulutus laitteistolle.....	20
8 OHJELMOINTI	21
8.1 Käyttöliittymä.....	23
8.2 Tuotenumerot.....	24
8.3 Käytetyt työkalut.....	25
9 LOPPUPÄÄTELMÄT	31
LÄHTEET.....	33

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Valion logo	2
Kuvio 2. Valion Seinäjoen tehdas	3
Kuvio 3. Etuvalaisu.....	9
Kuvio 4. Koaksaalinen etuvalaisu	9
Kuvio 5. Sivulta suunnattu valaisu	10
Kuvio 6. Taustavalaisu	10
Kuvio 7. Diffuusivalaisu	11
Kuvio 8. RGB-värikaava. (Viista, 2012).....	14
Kuvio 9. Cognex In-Sight 5403 High Resolution -älykamera	17
Kuvio 10. Cognex VisionView 700 -kosketusnäyttöpaneeli.	18
Kuvio 11. LAT RGB32162 Kupuvalo (Lat AB 2013).....	18
Kuvio 12. Teline, jossa laitteisto asennettuna.	19
Kuvio 13. Kamera ja valo telineessä asennettuna.	20
Kuvio 14. In-Sight Explorerin aloitusnäky.....	21
Kuvio 15. Valmiin ohjelman pikasäätöosio.....	22
Kuvio 16. Käyttöliittymä kosketusnäyttöön.....	23
Kuvio 17. Lista tuotenumeroista.....	24
Kuvio 18. Rasian kansi työkalujen kanssa.....	25
Kuvio 19. Esimerkki työkalujen käytöstä	26
Kuvio 20. Kanneton rasia Kuvio 21. Kääntynyt rasia.....	27
Kuvio 22. Työkalujen asetukset	28
Kuvio 23. Valmis ohjelma pienennettynä	29
Kuvio 24. Laitteisto käytössä rasialinjastolla	30

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on testata Valion Seinäjoen tehtaassa tiloissa konenäköjärjestelmää ja sen käyttömahdollisuuksia. Koska tehtaalla ei konenäköjärjestelmää ennestään ollut, sisältää työ laitteiston tarpeiden selvityksen. Projektissa oli tarkoituksena hankkia konenäköjärjestelmää varten testilaitteisto, jonka mahdollisuuksia eri linjastoilla testattiin. Seinäjoen tehtaalla on ollut aiemminkin kiinnostusta konenäön mahdollisuuksista. Muutama tarjouskin on valmispaketeista ollut, mutta niitä ei ole kuitenkaan hankittu. Projekti haluttiin toteuttaa kokonaan itse, ja hankkia sitä kautta osaaminen talon sisälle, jolloin se tulisi mahdollisesti halvemmaksi ja helpommaksi muutoksille tulevaisuutta varten.

Konenäköprojektin tavoitteena on havaita konenäön avulla linjastolta viallisia tuotteita, näin saadaan eroteltua vialliset tuotteet linjastolta pois. Toinen tavoite on tarkkailla, että tuote menee oikein päin ryhmäpakkaus koneella. Tarkoituksena on minimoida ryhmäpakkaus koneiden pysähtymiset. Kun konenäön avulla havaitaan vialliset tuotteet, voidaan konenäköjärjestelmältä antaa tieto poistajalle, joka poistaa viallisen tuotteen linjastolta. Tuote saadaan poistettua linjastolta automaattisesti, ilman koneiden pysähdymiä. Laitteisto kuitenkin vain havaitsee viallisen tuotteen, poistaja täytyy rakentaa linjastolle erikseen, kun sopiva sijoituskohta löytyy.

Tärkeä asia työssä on, että konenäkö pystyy asennuksen ja ohjelmoinnin jälkeen toimimaan itsenäisesti. Valion oma järjestelmä vain lähettäisi laitteistolle tiedon tarkasteltavista asioista.

2 YRITYSESITTELY

Valio Oy on 1905 perustettu Suomen suurin maidonjalostaja. Valio Oy:n omistaa 18 osuuskuntaa. Yrityksen liikevaihto on lähes 2 miljardia euroa, ulkomailta koostuu tästä lähes kolmannes. Henkilökuntaa Valiolla on n. 4500, näistä n. 3500 Suomessa. Valiolla on yhteensä 18 tehdasta, joista kaksi sijaitsee Virossa ja yksi Venäjällä. Vuosittainen maidon vastaanotto Valiolla on 1 870 miljoonaa litraa. Valion kaikki Suomessa myytävät tuotteet on valmistettu Suomessa. Tuotteiden valmistuksessa käytettävän raakamaidon keskimääräinen keräilyetäisyys on vain 74 kilometriä. Lyhyet kuljetusmatkat pienentävät ympäristökuormitusta, ja tutuilta tiloilta kerätyn maidon laatua tarkkaillaan jatkuvasti. Tuoretuotteita jalostetaan ja pakataan Riihimäellä, Tampereella, Jyväskylässä, Seinäjoella sekä Oulussa. Valion juuston valmistus on Lapinlahdella, Joensuussa, Haapavedellä, Kaitsorissa, Tohollammilla, Äänekoskella sekä Vantaalla. (Valio Oy [viitattu 06.03.2013].)



Kuvio 1. Valion logo

Valio Seinäjoen tehdas. Seinäjoen tehtaalla toiminta aloitettiin vuonna 1965. Nykyään tehtaalla henkilöstömäärä on 376. Maidon vastaanottomäärä Seinäjoella on hieman yli viidesosa konsernin kokonaismäärästä eli 367 miljoonaa litraa vuodessa. Vuosittainen kokonaistuotanto nousee melkein sataan miljoonaan kilogrammaan. Seinäjoen tehtaalla tärkeimpiin tuotteisiin kuuluu Valion raejuustot, rahkat sekä maitojauheet. Seinäjoelle on keskitetty myös Valioryhmän ravintorasvojen valmistus, joka on maailman modernein rasvatehdas. (Valio Oy [viitattu 06.03.2013].)



Kuvio 2. Valion Seinäjoen tehdas

3 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄN TARPEET TEHTAALLA

Valion Seinäjoen tehtaalla suurin tarve konenäköjärjestelmälle on yksikköpakkaus koneen ja ryhmäpakkaus koneen väliin. Yksikköpakkaus koneella tuote pakataan rasiaan tai kääreeseen, tästä se siirtyy linjastoa pitkin ryhmäpakkaus laitteelle. Ryhmäpakkaus laite pakkaa valmiit tuotteet esimerkiksi pahvilaatikkoon tai tarjottimelle. Parasta ennen -leima tulee tuotteeseen yksikköpakkaus laitteen jälkeen. Konenäköjärjestelmän tehtävä linjastolla olisi hyväksyä tuote ulkoisesti. Tarkasteltavia asioita olisivat Parasta ennen -leiman oikeellisuus ja luettavuus, tuotteen oikea materiaali sekä tuotteen asemointi.

Leimalaitteiden mennessä häiriöön se pysäyttää ryhmäpakkaus koneen. Mutta tulee myös tilanteita, jossa leima ei jostain syystä tuotteeseen tulostu. Leimalaitteen suuttimet saattavat myös osittain tukkeutua, kuitenkin menemättä häiriötilaan. Tällöin leimasta tulee epäselvä, eikä se ole kuluttajalle luettavissa. Tällä hetkellä leiman luettavuus on ryhmäpakkaus koneen käyttäjän vastuulla, jolloin huonosti luettavia tuotteita saattaa päästä eteenpäin pitkiäkin sarjoja, joskus jopa kuluttajalle saakka. Suurimmassa osassa leimalaitteista päivästieto tulee suoraan järjestelmästä, mutta joidenkin linjastojen leimalaitteisiin päivämäärätieto syötetään manuaalisesti. Näissä linjastoissa konenäkölaitteiston tulisi pystyä todentamaan päivämäärän oikeellisuus.

Ryhmäpakkaus laitteella on tärkeää, että tuote tulee juuri oikein päin koneelle. Jos tuote on kääntynyt ryhmäpakkaus koneelle mennessä väärään asentoon, se saattaa murskautua koneessa mikä ainakin aiheuttaa häiriön. Tuote voi olla myös puristunut epämuodostuneeksi, joka myös aiheuttaa häiriötä ryhmäpakkaus laitteella. Tämän takia konenäkölaitteiston tulisi pystyä havaitsemaan väärin asemoitu tuote, jotta pysähdykset ryhmäpakkaus laitteella saataisiin minimoitua.

Tuotteessa saattaa silloin tällöin olla myös väärä tai puutteellinen materiaali. Materiaali syötetään yksikköpakkaus koneeseen manuaalisesti, joten siinä on mahdollista tulla inhimillisiä virheitä. Tuotteen materiaali siis voi olla eri, mitä sisältö oikeasti on. Lisäksi rasian kansi voi mennä pakkaus koneessa huonosti kiinni, jolloin se tippuu linjastolla mennessä.

Tehtaalla on lukemattomia paikkoja, missä konenäköä voitaisiin mahdollisesti hyödyntää. Laitteistoja ei kuitenkaan kannata sijoitella joka paikkaan. Laitteistoja kannatta sijoittaa vain sellaisiin paikkoihin, missä virheiden tarkasteluista olisi kustannuksellista hyötyä.

4 KONENÄKÖ

Konenäkö (Machine Vision) on koneellinen versio ihmisen näköaistista, ja sen juuret ovat tutkimusmaailmassa. Tutkimusmaailmassa sitä kutsutaan tietokonenäköksi (Computer vision). (Soini, 2011.)

Konenäkö on yleensä osa tuotantoprosessien automatisointia, jota kehittämällä saadaan nostettua tuotannon laatua ja samalla vähennettyä ihmisen osuutta tuotannossa. Konenäkössä kamera ottaa digitaalisia kuvia, jotka tallennetaan bittikartana ja analysoidaan vertailemalla kohdetta laitteen muistissa olevaan ohjekuvaan. Kuvanopeus voi olla suurikin, jopa 25 kuvaa sekunnissa, mutta tärkeämpää on kuvan prosessointiin, analysointiin ja tiedonsiirtoon kuluva aika. Tyypillisesti kuvia otetaan 4–5 kertaa sekunnissa. Kuvanopeus säädetään luonnollisesti valvotun tuotantolinjan nopeuden mukaiseksi, koska jokaisesta tuotteesta on saatava samanlainen otos. Konenäkö on monipuolisemmin hyödynnettävä tekniikka kuin monet muut tekniikat, koska älykamera pystyy tunnistamaan erilaisia ja todella monimutkaisia hahmoja, käskemään muita laitteita ja jopa dokumentoimaan kaiken. Erilaisten valvontatehtävien lisäksi konenäköä käytetään usein robottien ohjauksessa, jolloin ei tarvita mekaanisia ohjureita. Robotti liikkuu annettujen koordinaattien mukaan, ja kamera auttaa sen työkalujen tarkassa paikannuksessa. Kamera voi esimerkiksi tarkistaa tuotteen hyväksyttävyyden. Työvaiheiden dokumentointi ja tuotantomäärien seuraaminen kuuluvat konenäköjärjestelmän perusominaisuuksiin. Viallinen tuote voidaan heti poistaa tuotantolinjalta, ja jälkikäteen saadun reklamaation aiheellisuus on helppo todentaa. Jos tuotantoketjussa ei ole dokumentointia, esimerkiksi kuvia viallisista tuotteista, on ketjun kehittäminen vaikeaa. (Orbis Oy [viitattu 22.2.2013].)

Suomessa toteutettiin konenäköä ensimmäisen kerran jo 1970-luvulla sahateollisuudessa, kun tukkeja haluttiin esilajitella sahausta varten (Soini, 2011). Konenäkö vaatii aina jonkinlaisen laukaisumenetelmän, jotta kuva saadaan tarkkana, ja laukaistua täsmälleen oikeaan aikaan. Konenäköjärjestelmä voi sisältää useita kameroita. (UKIVA 2013 [viitattu 22.3.2013]).

Konenäköjärjestelmän voi toteuttaa kolmella tavalla: PC-pohjaisella näköjärjestelmällä, älykamerajärjestelmällä tai älykamerajärjestelmään perustuvalla räätälöidyllä näköjärjestelmällä (Uusitalo, 2006).

PC-pohjaisessa näköjärjestelmässä kuvankäsittelyyn käytetään PC:n prosessoria ja muistia. PC-pohjainen näköjärjestelmä soveltuu parhaiten tehtäviin, missä informaatiota täytyy esittää havainnollisesti. Vaikka PC:lle on tarjolla paljon erilaisia ohjelmistoja, kaikki ohjelmat eivät tue kaikkia laitteistoja. (Uusitalo, 2006.) Yleensä tavallisissa kameroissa ei ole tarvittavia liitäntöjä PC-pohjaista järjestelmää varten. Liitäntöjen lisäksi jotkut tietokoneet vaativat erillisen kuvankaappauskortin, jotta kuvat saadaan koneelle tarkasteltaviksi. PC-pohjainen järjestelmä voi sisältää useita kameroita sekä tietokoneita. (UKIVA 2013 [viitattu 22.3.2013].)

Älykamerajärjestelmässä on itse kamerassa koko paketti. Kamera ottaa kuvan, jonka jälkeen se käsittelee kuvan itse, ja on liitäntöjensä ansiosta valmis lähettämään tarvittavan tiedon eteenpäin. Älykamerajärjestelmä on usein paras ratkaisu teollisuusolosuhteisiin, pienen kokonsa ja itsenäisen toimintansa ansiosta. Vaikka älykamerassa on oma prosessorinsa, prosessointiteho on rajallinen. Pieni prosessointiteho saattaa muodostua ongelmaksi vaativammissa tehtävissä. (Uusitalo, 2006.) Älykamera välittää tulokset kamerasta muiden laitteiden saataville. Älykamera sisältää kaikki teollisuudessa tarvittavat liitännät, se rakennetaan yleensä teollisuusvideokameran sisään. PC-pohjaisiin näköjärjestelmiin verrattuna älykamerajärjestelmä on pienikokoisempi, ja monesti myös kustannustehokkaampi yksinkertaisen käyttöliittymänsä ansiosta. (Orbis Oy [viitattu 22.2.2013].)

Räätälöity näköjärjestelmä on sama kuin älykamerajärjestelmä, mutta itse toteutettuna. Räätälöidyn järjestelmän suurin etu on joustavuus. Joustavuutensa ansiosta jokainen laitteiston ja ohjelmiston palanen voidaan valita erikseen. Räätälöity näköjärjestelmä on kaikkein vaativin ratkaisu, koska suunnittelu ja toteutus ovat omalla vastuulla. (Uusitalo, 2006.)

5 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT

Seuraavaksi käsitellään konenäköjärjestelmän peruskomponentteja. Nämä peruskomponentit yhdessä muodostavat konenäköjärjestelmän.

5.1 Kamera

Kameran tehtävänä on kuvata mitattavana olevaa tuotetta. Kamerassa on optiikka, jonka ansiosta tuotteesta heijastuva valo saadaan siirrettyä valoherkälle kennolle. (Uusitalo, 2006.) Viime vuosina konenäkökamerat ovat kehittyneet voimakkaasti. On tavallista, että konenäkökameran tarkkuus on useita miljoonia kuvapisteitä. Kuvan digitointi on välttämätöntä, koska kuvaa tulkitaan tietokoneen avulla. Mitä enemmän kuvasta saadaan kuvapisteitä, sitä pienempiä yksityiskohtia kuvasta saadaan, ja tämän myötä kuvasta voidaan tehdä tarkempia mittauksia. Tehokkaan ohjauselektronikan ansiosta myös kuvanottotaajuus on noussut standardin videosaignaalin taajuudesta moninkertaiseksi. Nykytaajuuksien ansiosta on mahdollista ottaa jopa tuhansia kuvia sekunnista, standardin 25:n sijaan. Kun kamerassa on hyvä erotuskyky ja suuri kuvataajuus, sillä voidaan kuvata tarkasti nopeasti liikkuvia kohteita, ja analysoida niiden ominaisuuksia. Tuorein kehityssuunta konenäössä on älykamerat. Älykameraan on sisäänrakennettu kaikki konenäössä tarvittavat elementit: kuvanottokamera, valaistus sekä kuvankäsittelyn tietokone. Näiden älykameroiden hinnat ovat muutaman tuhannen euron luokkaa, joten niiden käyttö on lisääntynyt nopeasti. (Soini, 2011.)

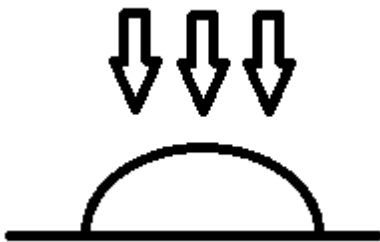
5.2 Valaistus

Valaistus mahdollistaa olosuhteet, joissa kameran suorittama kuvaaminen tapahtuu. Jotta kohde voidaan kuvata tarkasti, ja saadaksesen virheettömän mittatuloksen, on kohteella oltava oikea valaistus. Käytettävä valaistus on valittava olosuhteet ja mittaustulosten vaatimukset huomioiden. Muutokset valaistuksessa aiheuttavat virheitä mittaustuloksiin. Valaistus on konenäön haasteellisimpia osa-alueita. (Uusitalo, 2006.)



Kuvio 3. Etuvalaisu

Etuvalaisussa valo suunnataan kohteeseen yhdestä suunnasta. Etuvalaisu tuo kohteesta esille etupiirteet. Etuvalaisussa huonona puolena on, että siinä saattaa syntyä varjoja. (Uusitalo, 2006.)



Kuvio 4. Koaksiaalinen etuvalaisu

Koaksiaalisessa etuvalaisussa valo suunnataan kohteeseen kohtisuoraan edestäpäin. Tämä tekniikka minimoi varjojen syntymisen. Kun valo on suunnattu suoraan kohteeseen, on vaarana suorien heijastusten syntyminen ja kuva voi myös ylivalotua. (Uusitalo, 2006.)



Kuvio 5. Sivulta suunnattu valaisu

Sivulta suunnattu valaisu tunnetaan myös nimellä pimeäkenttävalaisu. Tässä tapauksessa valo suunataan kohteeseen mahdollisimman sivulta, jolloin valo heijastuu vain pinnan epäpuhtauksista ja kohoumista tai painaumista. (Uusitalo, 2006.)



Kuvio 6. Taustavalaisu

Taustavalaisussa valo suunataan kohteen takaa kohti kameraa. Valaistuksen ansiosta kohteen ja taustan välille syntyy korkea kontrasti, tämän takia se ei sovel- lu pinnan muotojen mittaamiseen. (Uusitalo, 2006.)



Kuvio 7. Diffuusivalaisu

Diffuusissa valaisussa ohjataan valo kohteeseen useasta suunnasta, tällä tekniikalla pyritään valaistus saamaan mahdollisimman tasaiseksi. Diffuusivalaisu mahdollistaa pinnan piirteiden kuvaamisen, kuitenkin muodostamatta varjoja. Kun kohteen ja taustan välillä on suuri kontrasti, voidaan kohteesta korostaa reunapiirteitä. (Uusitalo, 2006.)

5.3 Kuvankäsittely

Kun kameralla on otettu kuva, se siirtyy muistiin kuvankäsittelyä varten. Kuvankäsittely tuottaa tietoa mittausohjelmiston käyttöön mittauksen suorittamista varten. Kuvankäsittelyn avulla kuvasta voidaan erottaa tarvittava tieto, ja jättää tarpeeton pois. Kuvankäsittelyn avulla siirrettävästä informaatiosta tulee pienempi, joka nopeuttaa mittausohjelmiston ja tiedonsiirron toimintaa. (Opetushallitus [viitattu 18.03.2013].)

Suodattamalla kuvasta häiriötaajuuksia pois voidaan parantaa kuvan laatua. Kuvasta voidaan erottaa pienempiä osia, jotta raskaampaa laskentaa vaativat analyysimenetelmät saataisiin nopeammaksi. Kuvan ominaisuuksia voidaan korostaa erilaisilla suodinoperaatioilla, jotta niiden tunnistaminen helpottuisi. (Halinen, 2007.)

Kuvankäsittelystä tiedot menevät mittausohjelmistolle, joka suorittaa laskutoimitukset. Laskutoimitusten perusteella saadaan vastaus tuotteesta tarkasteltuun asiaan. Ohjausjärjestelmä hyödyntää mittaustiedon tuloksia. Ohjausjärjestelmässä mittaustuloksia käytetään päätösten tekemiseen, jonka perusteella suoritetaan

tuotantoa ohjaavia toimenpiteitä. Päätöksellä ohjataan esimerkiksi tuote oikeaan paikkaan varastossa, jolloin tuotteet varastossa ovat kaikki samaa laatua. Ohjausjärjestelmä on ohjelma, joka toimii logiikassa tai tietokoneessa. Järjestelmä on mahdollista kytkeä suoraan toimilaitteeseen tai toiseen ohjausjärjestelmään. (Opetushallitus [viitattu 18.03.2013].)

5.4 Käyttöliittymä

Konenäköjärjestelmään sisältyy aina käyttöliittymä, jonka avulla laitteiston toimintaa hallitaan. Käyttöliittymänä käytetään käyttäjäpöytää tai tietokonetta, jotka on kytketty logiikoihin. Liittymän ohjelmistossa on toimenpiteet laitteiston toiminnan seuraamiselle ja säätämiseksi sekä raportoinnille. Toimintaa koskevat raportit ovat tärkeä osa tuotantoa ja laitteiston kunnossapitoa. (Opetushallitus [viitattu 18.03.2013].)

6 KUVAN OTTO

6.1 Tulostusresoluutio

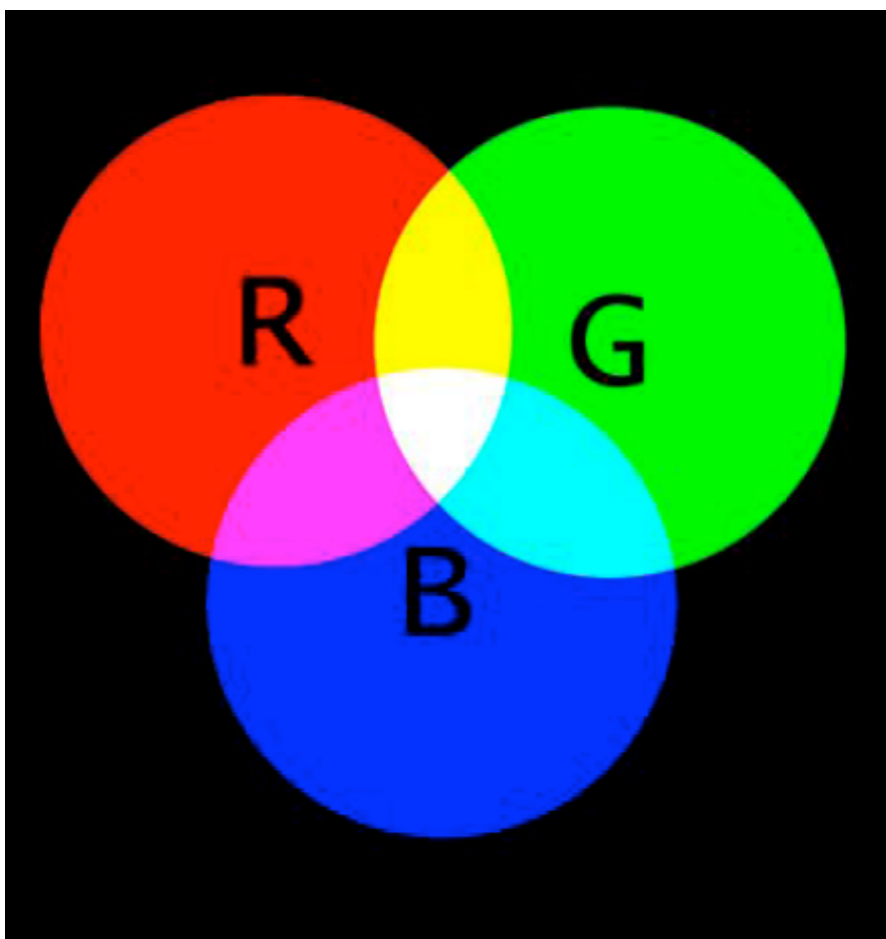
Resoluutio ilmoitetaan luvulla, joka kertoo kuinka monta pikseliä tulostetaan tietyn mittayksikön pituiselle matkalle. Mittayksikkönä käytetään normaalisti tuumaa, ja käytetty resoluution yksikkö dpi (dots per inch) tai myös ppi (pixels per inch). Kuvankäsittelyohjelmissa käytetään ppi-lukua. Tulostusresoluutio ilmaisee siis kuvan tulostustarkkuuden. Mitä suurempi luku, sitä tarkempi ja yksityiskohtaisempi on tulostettu kuva ja sitä suurempi on tarvittava kuvatiedosto tiedostokooltaan. Digikameroiden yhteydessä resoluutiokäsitettä käytetään yleensä niin, että vaaka- ja pystymitta on kerrottu keskenään. Voidaan siis ilmoittaa, että jonkun kameran resoluutio on 3 miljoonaa pikseliä. Jos kameran kuvasuhde olisi 4:3, olisi resoluutio pikselimitoilla ilmoitettuna olisi 2000x1500. Kameralla saisi aikaiseksi kuvatiedoston, joka olisi tiedostokooltaan n. 8,6 megatavua, ja riittäisi 300 ppi:n resoluutiolla maksimissaan n. 17 cm leveän ja 13 cm korkean värikuvan tulostamiseen. (Viista, 2012.)

6.2 Kennotekniikka ja kuvanmuodostus

Alkuperäinen kuvan koko määräytyy kameran kennon koon sekä asetusten mukaan (Koli 2010, 68). Kennon perusyksikkö on valoa keräävä komponentti, anturi, jonka keräämä valo tallentuu lopullisen kuvan pikseliksi. Laadukkaissa nykykame-roissa 10–12 miljoonaa pikseliä. Kennon pikselitiheyttä mitataan vierekkäisten pikselien keskipisteiden välisellä etäisyydellä: mitä suurempi etäisyys, sitä parempi resoluutio. Kun valo osuu kennoon, se tallentuu sähkövaraukseksi kuhunkin pikseliin. Seuraava vaihe on analogiadigitaalimuunnin, joka muuntaa jännitteen digitaaliseksi signaaliksi. Tässä vaiheessa informaatio ei sisällä vielä värejä. (Freeman 2009, 26.)

6.3 RGB-synteesi

Kaikissa valoon perustuvissa välineissä värien tuottamiseen käytetään RGB-synteesiä, myös ihmissilmä perustuu tähän. Kaikki värit saadaan esille punaista, vihreää sekä sinistä valoa hyödyntämällä. Menetelmää kutsutaan additiiviseksi värinsekoitusmenetelmäksi eli mustaan lisätään valoa. Digitaalisessa muodossa oleva kuva saadaan näkyväksi antamalla jokaiselle pikselille R, G ja B kirkkausarvot 0 – 255. Eli jokaisella värillä on 256 eri kirkkausarvoa. Jos jokaisen osan kirkkausarvo on 0, on syntyvä väri musta. Vastaavasti kun kaikki värit saavat arvon 255, on tuloksena valkoinen. Muut värit valkoisen ja mustan väliltä syntyvät muuttamalla jokaista arvoa sopivaksi. (Viista, 2012)



Kuvio 8. RGB-värikaava. (Viista, 2012)

6.4 Valottaminen

Valotukseen vaikuttaa eniten kolme asetusta: aukko, suljinaika ja herkkyys. (Freeman, 2009, 25). Kuvaa otettaessa laukaisimen painaminen avaa suljimen ja päästää valoa kennolle. Suljinaika ilmaistaan sekunnin murto-osina. Mitä suurempi luku suljinajassa on viivan alapuolella, sitä nopeammin suljin rävähtää ja sitä vähemmän pääsee valoa kennolle. Sekunnit, ja sitä pidemmät ajat ilmaistaan kokonaislukuina. Suljinajalla säädellään, kuinka hyvin kuvassa oleva liike pysähtyy. Kun suljinaika muutetaan kaksinkertaiseksi, valoa pääsee kennolle kaksi kertaa enemmän, kuin aikaisemmin ja kuvasta tulee siten vaaleampi. Suljinajan pienentäminen taas tuottaa tummemman kuvan. Muutos voidaan toteuttaa myös muuttamalla aukkoa. Aukosta määräytyy kuinka suuresta reiästä valoa pääsee kennolle. Aukolla säädetään syväterävyyttä eli kuinka pitkältä matkalta kuva on terävä. Herkkyys ilmaistaan ISO-arvolla. Herkkyyden ISO-arvo vaikuttaa siihen, kuinka herkästi kenno reagoi valoon. Suuri herkkyys aiheuttaa kuitenkin kohinaa kuvaan. (Koli, 2010, 36,37,42.)

7 LÄHTÖKOHTA JA TOIMINTA

Konenäköjärjestelmää valittaessa täytyi ensin selvittää tulevan laitteiston toimintaympäristö, jotta saataisiin kuva siitä, kuinka paljon linjastolla on tilaa asentaa laitteisto. Tämän jälkeen oli selvitettävä, mitä projektissa halutaan tutkia, jotta saataisiin selville mitä konenäköjärjestelmältä vaaditaan. Seinäjoen tehtaalla on enneminkin pohdittu mahdollista konenäköjärjestelmän käyttöönottoa. Järjestelmän toimittajia on ollut siis enneminkin tehtaalla suorittamassa testausta, mutta aina lopullinen hankinta on kuitenkin jäänyt toteuttamatta. Käytössä oli siis vanhoja testituloksia sekä tarjouksia. Mutta koska ala kehittyy niin nopeasti, eivät pari vuotta vanhat tiedot ole kuin suuntaa antavia.

Koska laitteistoa tullaan testaamaan eri linjastoilla, sillä ei ole yksittäistä toimintaympäristöä. Kaikilla testattavilla paikoilla olosuhteet ovat kuitenkin suurin piirtein samat. Kaikissa paikoissa tilaa ylöspäin oli tarpeeksi. Linjastoilla oli hyvin tilaa laitteiston asennukseen, mutta joillakin linjastoilla tilasta tulisi ahdas koneenkäyttäjälle. Lisäksi joillakin linjastoilla tarkkailtava kuva otettaisiin tuotteen sivusta, mikä tulisi ottaa huomioon laitteiston telinettä suunniteltaessa.

Laitteistolle tehtiin alustava selvitys tarpeista ja mahdollisesti huomioitavista asioista. Kun alustava selvitys oli valmis, otettiin yhteyttä Omroniin joka oli enneminkin ollut tehtaalla ajamassa testiajtoa, sekä Orbis Oy:n edustajaan. Orbis Oy tuo maahan Cognexin kameroita, jotka ovat käytössä Valion Äänekosken tehtaalla. Molemmilta toimittajilta tuli edustajat käymään tehtaan toimitiloissa katosomassa tarpeita ja toimintaympäristöä tarkemmin. Molempien toimittajien edustajat ottivat muutamia esimerkkituotteita mukaan, jotta he voisivat analyysillä varmistaa omista tiloissaan projektin tekniset tarpeet.

Molemmilta toimittajilta pyydettiin tarjous, heidän analyysinensa perusteella tarvittavasta laitteistosta. Tarjouksista päädyttiin Orbis Oy:n tarjoukseen. Orbis Oy:n tarjoukseen sisältyi ledeillä toimiva RGB-kupuvalo, joka katsottiin hyödylliseksi, koska tuotannossa on paljon erivärisiä tuotteita. Kun valon väriä pystyy muuttamaan tuotteen mukaan, pystytään kuvasta poimimaan paremmin haluttuja asioita. Valot ja valojen ohjaus tuli ruotsalaiselta yritykseltä, mutta Orbis Oy välitti sen. Lisäksi Cognexin ohjelmisto oli ilmainen, joten ohjelmistojen lisenssien kestoa ei

tarvitse miettiä. Valintaan vaikutti myös se, että sama laitteisto on käytössä Valion Äänekosken tehtaalla, tosin siellä laitteisto oli tilattu asennettuna. Käyttökokemuksista Äänekosken tehtaalla ei osattu juurikaan vielä sanoa, koska laitteisto oli sinne juuri hankittu. Valitulla laitteella on toinenkin maahantuojaja, jolle tehtiin myös tarjouspyyntö valituista laitteista. Toisesta tarjouksesta huolimatta pitäydyttiin Orbis Oy:n tarjouksessa. Kun laitteiston investointi hyväksyttiin, se laitettiin tilaukseen.

7.1 Tilattu laitteisto

Laitteiston toimitusaika oli noin kaksi viikkoa. Tilattuun laitteistoon sisältyi kaksi kameraa, niille valaistus sekä valojenohjaus. Näyttöpaneeli kuului myös pakettiin, joka tuli valmiiksi asennettuna teräksiseen laatikkoon kytkentöineen.



Kuvio 9. Cognex In-Sight 5403 High Resolution -älykamera



Kuvio 10. Cognex VisionView 700 -kosketusnäyttöpaneeli.



Kuvio 11. LAT RGB32162 Kupuvalo (Lat AB 2013)



Kuvio 12. Teline, jossa laitteisto asennettuna.

7.2 Teline laitteistolle

Laitteiston asennusta varten sille suunniteltiin oma telineensä. Koska teline tehtiin testilaitteistolle, jota tulitaisiin siirtelemään eri paikkoihin, pääpaino telineen suunnittelussa oli muunneltavuus. Telineestä tehtiin myös mahdollisimman pienikokoinen, koska sitä käytettäisiin ahtaissakin paikoissa. Myös korkeudet ja etäisyydet saattavat muuttua paljonkin eri paikoissa. Teline mallinnettiin AutoCAD-ohjelmistolla, jonka perusteella työ tilattiin.

Telineeseen tuli mahdollisuus kuvata sekä yläpuolelta että sivusta. Kameroiden korkeus on säädeltävissä, sekä kameroita pystyy liikutteleman sivusuunnassa. Kuviossa 12 on kuva telineestä, jossa kamerat ovat asennettuna, kuvaten ylhäältä päin.

7.3 Koulutus laitteistolle

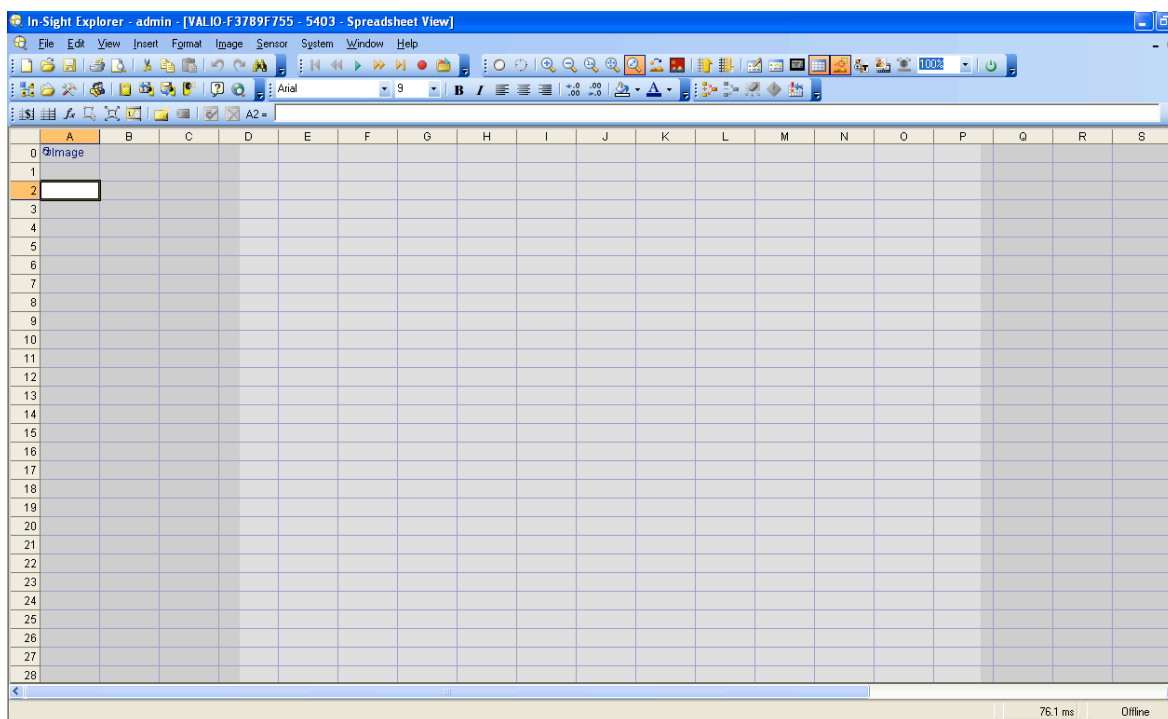
Tilattuun pakettiin kuului koulutus laitteistolle. Ajankohdaksi valittiin pari viikkoa laitteiden saapumisen jälkeen, jotta laitteistoon ehtisi tutustua hieman etukäteen. Koulutus pidettiin Valion Seinäjoen tehtaan tiloissa. Koulutusta tuli pitämään ohjelmistoinsinööri Orbis Oy:stä. Kahden päivän koulutukseen osallistui muutama henkilö hieman vaihdellen, muista työkiireistä riippuen. Koulutus oli hyvä apu päästä alkuun laitteiston kanssa. Syvempää tietämystä ei koulutuksesta saanut, johtuen laitteiston aikaisemman kokemuksen puutteesta. Laitteiston asennus tapahtui niin, että komponentit kiinnitettiin valmiiseen telineeseen. Tämän jälkeen teline vain sijoitettiin haluttuun paikkaan. Joka kerta kun laitteistoa siirretään eri linjalle, niin kameran tarkkuus pitää säätää uudelleen. Muuta ei oikeastaan tarvitse tehdä, koska telineessä on kiskot, jolla kameran etäisyyttä kohteeseen pystytään säätämään.



Kuvio 13. Kamera ja valo telineessä asennettuna.

8 OHJELMOINTI

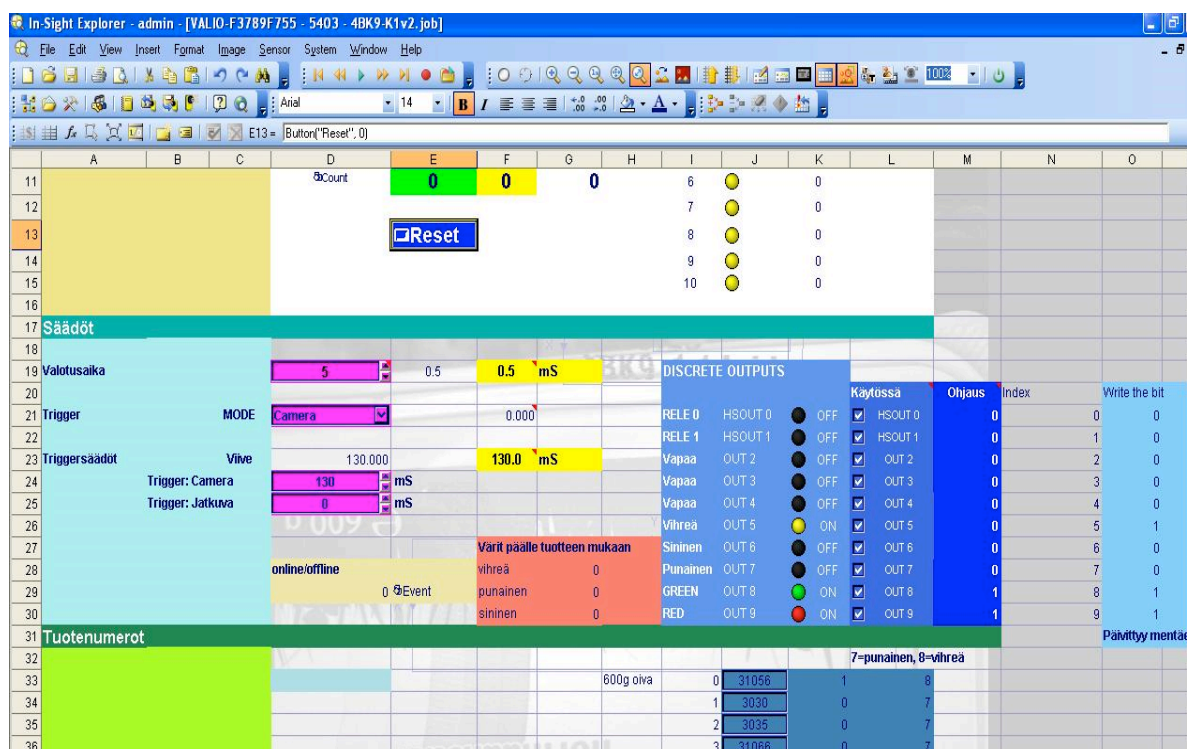
Ohjelmointia lähdettiin suorittamaan Cognex In-Sight Explorer -ohjelmalla. Kyseinen ohjelma on Microsoft Exceliä muistuttava taulukkolaskentaohjelma, ja komennot ovat lähes samanlaisia kuin Excelissä. Ohjelmassa on käytössä erilaisia työkaluja, joita käytetään kuvien tarkastelussa. Ohjelmointi suoritetaan PC:llä, kun ohjelma on valmis ladataan se kameraan. Kun ohjelma on ladattu kameraan, pystyy se toimimaan itsenäisesti. Ohjelmointi siis suoritetaan erikseen, ja siihen tehdään koneenkäyttäjää varten oma käyttöliittymänsä. Käyttöliittymällä koneenkäyttäjä pystyy tekemään tuotannon aikana tarvittavia yksinkertaisia muutoksia. Hankittua laitteistoa testattiin kolmella eri linjastolla, joille kaikille tehtiin oma ohjelmansa, koska tuotteet olivat erilaisia ja eri kokoisia. Ohjelmointiosiossa tarkastellaan esimerkkinä rasiaanpakkauslinjastolle tehtyä ohjelmaa ja selvitetään sen toimintaa.



Kuvio 14. In-Sight Explorerin aloitusnäky.

Kuviossa 14 on näky tyhjistä ohjelmasta, johon ohjelmaa lähdetään rakentamaan. Solussa A0 on aina itse kuva, johon työkaluilla viitataan. Kyseisen solun arvot muuttuvat, kun uusi kuva latautuu siihen digitaalisessa muodossa.

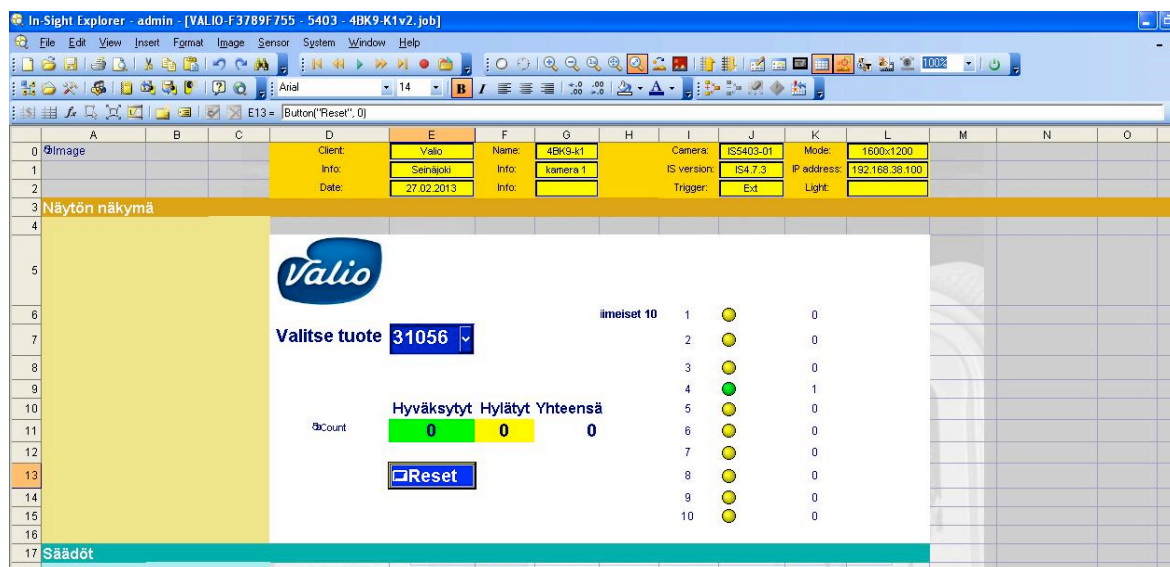
Ohjelman työkalut antavat mittaustuloksista erilaisia arvoja, jotka ovat asetettujen ehtojen mukaan hyväksytyjä tai hylättyjä. Työkalujen ulkopuolisia soluja ohjataan arvojen mukaan erilaisilla ehtolausekkeilla. Ehtolausekkeilla saa muutettua solujen arvot määräytymään jonkun toisen solun mukaisesti. Täten ehtolausekkeitä saat-
taa kertyä ohjelmistoon hyvinkin paljon. Ohjelman luettavuutta on hyvä parantaa erottamalla eri osioita erilaisin värein, sekä tekstillä selittäen.



Kuvio 15. Valmiin ohjelman pikasäätöosio.

Ohjelmistoon tehtiin ensimmäisenä pikasäätöpainikkeita, joilla pystytään helposti muuttamaan kameran ja valaistuksen kiinteitä säätöjä. Tämä helpottaa ohjelmointia, varsinkin alussa, kun valotusaikoja ja viiveitä pitää säätää kokeilemalla. Lisäksi kameramoduulin lähtöjen ohjaus lisättiin säätövalikkoon, koska valojen eri kanavien ohjaus tapahtuu kameramoduulin kautta. Lähtöjä voi toki ohjata myös ehtolausekkeilla, kuten esimerkiksi valojen lähtöä tuotenumeroihin mukaan. Tässä ohjelmassa valojen ohjattiin olemaan päällä aina tuotannon ollessa käynnissä, valon väri vain määräytyy tuotteen mukaan.

8.1 Käyttöliittymä



Kuvio 16. Käyttöliittymä kosketusnäyttöön.

Ohjelmassa tehdään käyttöliittymä kosketusnäyttöä varten. Tästä tulee näkymä joka näkyy kosketusnäytöllä käyttäjälle. Käyttöliittymän on hyvä olla riittävän yksinkertainen, sen on hyvä sisältää vain käyttäjälle välttämättömät ominaisuudet. Käyttöliittymä ohjelmoitiin sisältämään vain tuotenumeron valinta, sekä laskuri hyväksytyistä ja hylätyistä tuotteista. Lisäksi näkymään lisättiin viimeisen kymmenen tuotteen tulos, koska tuotteet menevät niin nopeasti että viimeisimmän tulosta on hankala seurata.

8.2 Tuotenumerot

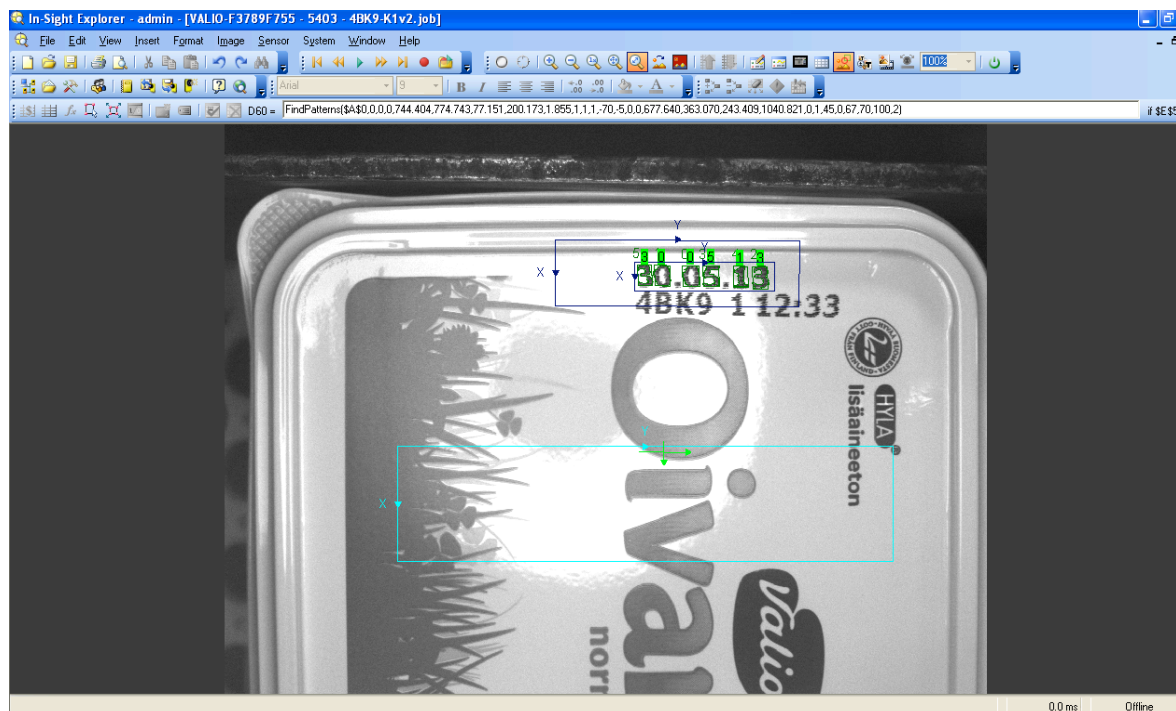
Row	Product Name	Code	Status	Color
30	sininen	0	RED	OUT 9
31	Tuotenumerot			ON
32	600g oliva	0	31056	1
33		1	3030	0
34		2	3035	0
35		3	31066	0
36	400g oliva	4	3031	0
37		5	3032	0
38		6	3034	0
39		7	31023	0
40		8	31036	0
41		9	3039	0
42		10	3633	0
43		11	31057	0
44		12	3012	0
45	oliva 300g	13	3013	0
46	levi	14	3004	0
47		15	3045	0
48		16	31029	0
49		17	3629	0
50	voi	18	206121	0
51	ruotsi 600g	19	206127	0
52		20	206110	0
53	ruotsi 300g	21	206130	0
54		22	306908	0
55				
56	Oivariini 600g			
57				
58	Käytössä	31056	1	3030

Kuvio 17. Lista tuotenumeroista.

Kaikki rasiakoneella ajettavat tuotteet sisällytettiin samaan ohjelmaan, jotta käyttäjän ei tarvitse ladata eri ohjelmia tuotteen vaihtuessa. Käyttäjän tarvitsee siis vain valita kosketusnäytön alasvetovalikosta tuotenumero, joka on seuraavaksi pakkausvuorossa. Ohjelmaan tehtiin jokaiselle tuotenuumerolle oma ohjelmansa. Kun käyttäjä valitsee tuotenuumeron, kyseinen tuote aktivoituu, sekä kaikkien muiden tuotteiden työkalut menevät pois käytöstä. Ohjelmalla menee tietty aika jokaisen tehtävän suorittamiseen, siksi käyttämättömien tuotteiden deaktivoiminen on tärkeää.

8.3 Käytetyt työkalut

Seuraavaksi käydään läpi työkalut, joita ohjelmoinnissa käytetään.



Kuvio 18. Rasian kansi työkalujen kanssa.

Ohjelmassa käytettiin neljää eri työkalua. Ensimmäisessä vaiheessa tuote asemoidaan Pattern-työkalulla. Työkalulla etsitään rasiin kannesta i-kirjain, jota käytetään kiintopisteenä. Etsintäalueeksi on rajattu kuviossa näkyvä vaaleansininen laatikko. Etsintäalueen pitäisi olla mahdollisimman pieni, jotta prosessointiaika pysyisi pienenä.

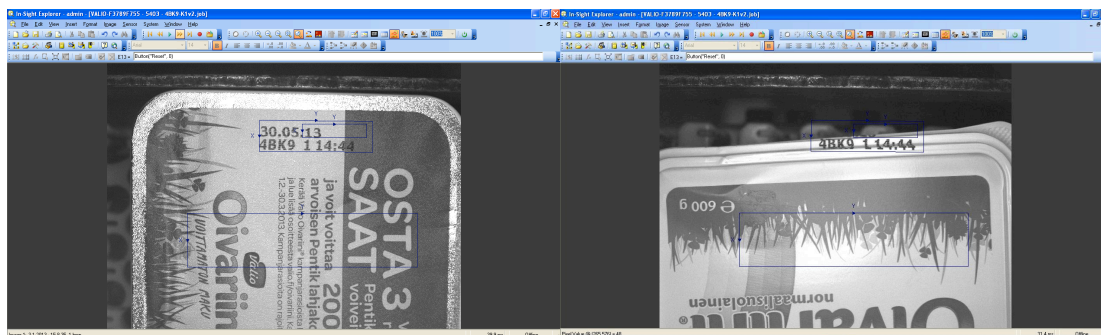
Kun tuote on asemoitu, etsitään Findblobs-työkalulla tietyn väriarvon saavuttavia "tahroja" ylhäällä näkyvän tummansinisen laatikon alueelta. Kyseinen etsintäalue asemoituu suoraan suhteessa aiemmin etsittyyn kiintopisteeseen. Tässä vaiheessa ohjelma ei vielä tunnista numeroita, vaan löytää alueelta asetettujen ehtojen mukaisia pikseleitä.

Seuraavaksi järjestetään Sortblobs-työkalulla edellisessä etsityt pikselit. Näiden mukaan asemoidaan tekstintunnistuslaatikko. Tekstintunnistuslaatikon sisältä tarkistetaan päiväys OCRMax-työkalulla. OCRMax-työkalulla tunnistetaan teksti ja numerot, sille opettujen merkkien mukaan.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
55								venäjä	22	206098	0	7		
56	Oivariini 600g													Käy
57														
58	Käytössä		31056		1	3030	0	3035	0	31066	0			
59				Index	Row	Col	Angle	Scale	Score					
60	Etsi Joutsenlogo	31056	Patterns	0.000	690.398	921.146	-0.383	100.000	89.406				89	
61		3030	Patterns	0.000	707.046	804.373	-1.402	100.000	0.000				0	
62		3035	Patterns	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				0	
63		31066	Patterns	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				0	
64														
65				Index	Row	Col	Angle	Color	Score					
66	Etsi PVM	31056	Blobs	0.000	320.018	980.061	184.206	0.000	100.000				100	
67		3030	Blobs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				0	
68		3035	Blobs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				0	
69		31066	Blobs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				0	
70														
71				Index	Row	Col	Angle	Color	Score					
72	Järjestä PVM	31056	Blobs	0.000	317.897	883.835	191.652	0.000	100.000					
73		3030	Blobs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
74		3035	Blobs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
75		31066	Blobs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
76														Errorin suodatus
77			31056	String	StringPass			3035	String	StringPass			1	1
78	Lue PVM		OCRMax	300513	1.000			OCRMax		0.000			0	0

Kuvio 19. Esimerkki työkalujen käytöstä

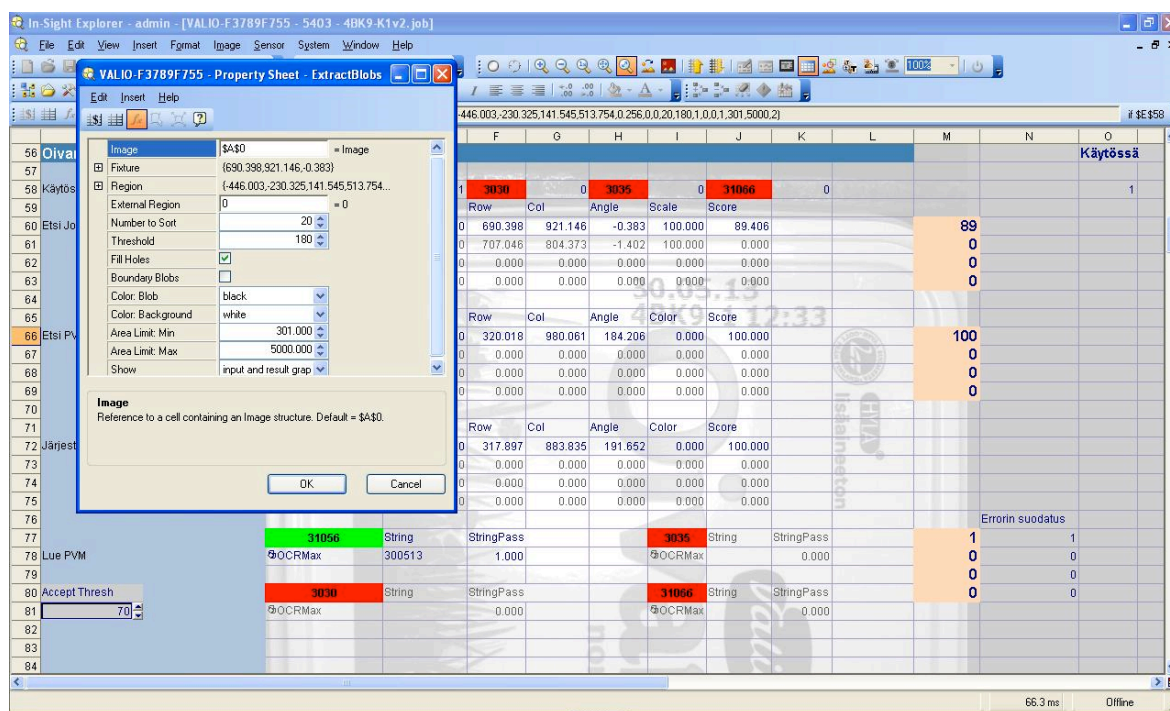
Kuviossa 19 on esimerkki kun tuote 31056 on käytössä. Tällöin kyseisen tuotteen numero muuttuu vihreäksi. Tuotteen kohdassa olevat tiedot ovat aktivoituna ja muiden tuotteiden tiedot ovat passiivisena. Työkalujen oikealla puolella oleviin sarakkeisiin tulee tiedot kyseisen työkalun suorittamasta mittauksesta.



Kuvio 20. Kanneton rasia

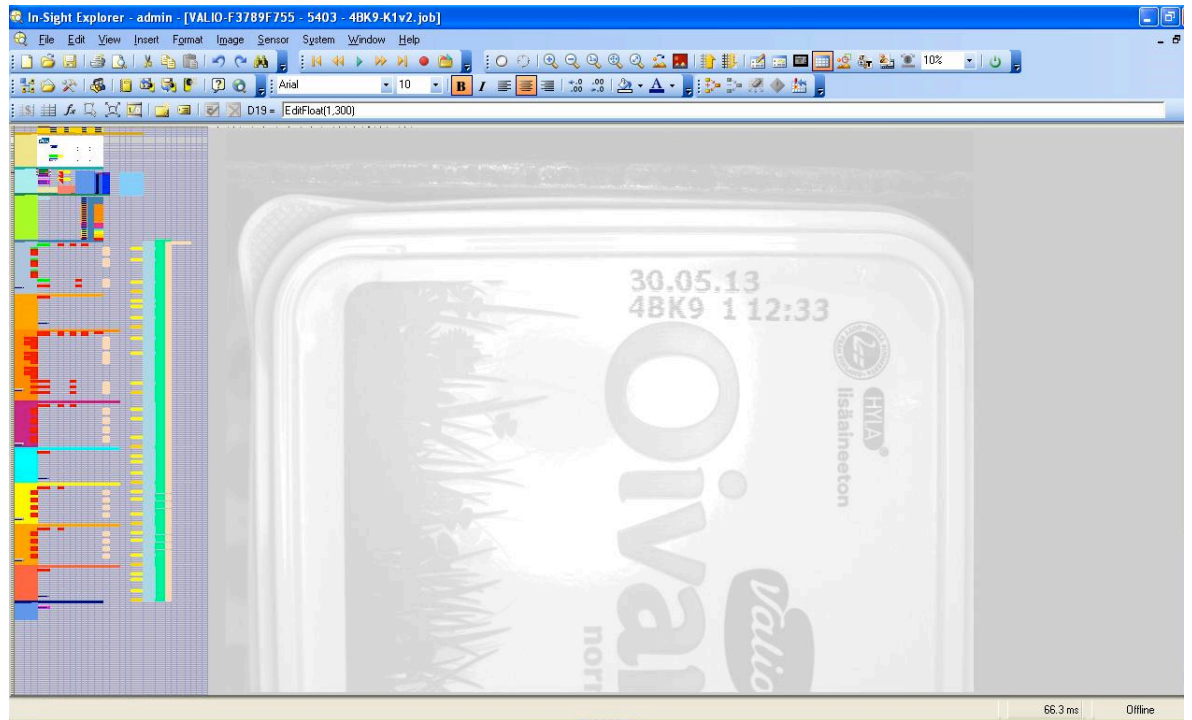
Kuvio 21. Kääntynyt rasia

Kuvioissa 20 ja 21 on esimerkit kannettomasta sekä kääntyneestä rasiasta. Nämä kaksi tapausta ovat niitä, joita on tarkoitus tarkkailla ja poistaa. Kun ensimmäinen Pattern-työkalu ei tässä tapauksessa löydä Hyla-merkkiä oikeassa kulmassa ja oikean kokoisena, työkalu antaa hylkäyksen. Kun muut työkalut ovat sidoksissa Pattern-työkalun tuloksiin, ei muistakaan työkaluista tule tulosta, joten tuote hylätään.



Kuvio 22. Työkalujen asetukset

Työkalujen säätäminen on todella tarkkaa työtä. Kun tarkkailtavia asioita etsitään kuvasta, ovat työkalun asetukset tärkeässä osassa. Eri väreillä ja valotusajoilla kuvaan tulee erilaiset väriarvot, jotka taas vaikuttavat työkalujen toimintaan. Erilaisille tuotteille pitää työkalut säätää erikseen. Kuviossa 22 on esimerkki työkalun asetuksista.



Kuvio 23. Valmis ohjelma pienennettynä

Kuviossa 23 on näkymä valmiista ohjelmasta rasiapakkaukselle. Tämä ohjelma sisältää rasiapakkauks koneen kaikki 22 erilaista kantta. Ohjelma tarkastaa, että rasia on radalla oikein päin, sekä kannen paikallaolon ja PE-leiman luettavuuden.



Kuvio 24. Laitteisto käytössä rasialinjastolla

9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Päättötyö liittyy harjoittelujaksoon, joka tehtiin Valion Seinäjoen tehtaalla. Ensin on käytännön kautta tutustuttu kameroihin ja konenäköjärjestelmiin. Tämän vuoksi lähestymistapa on ollut koko ajan käytännönläheinen ja teoriaosio on jäänyt suppeammaksi. Tutustuttuessa konenäön eri toimittajiin todettiin, että eri toimittajien laitteistoilla ja hinnoilla ei ole juurikaan eroja. Erot syntyvät lähinnä siitä, mikä toteutusmenetelmä kullakin toimittajalla on. Lisäksi ohjelmistoissa on merkkikohtaisia eroja. Jotkut ohjelmistot ovat ilmaisia, jotkut lisenssiin perustuvia.

Päättötyön tavoite oli saada erotettua konenäkölaitteiston avulla hyväksytyt ja hylätyt tuotteet. Tavoitteessa onnistuttiin hyvin, tuotteista saatiin erotettua halutut asiat, pienellä virhemarginaalilla. Kun laitteiston mahdollisuudet on nyt saatu päättötyön avulla testattua, on konenäön hyödyntämistä helpompi suunnitella tehtaalla. On aika harvinaista, että konenäköjärjestelmä tilataan pelkästään laitteistona itse asennettavaksi. Itse asennettuna ja ohjelmoituna järjestelmän hinnasta putoaa noin puolet pois. Mutta toisaalta itse tekeminen vie kuitenkin resursseja sekä aikaa. Ehkä yksittäistä laitetta tilatessa kannattaisi turvautua valmiiseen pakettiin, mutta jos investointi kohdistuu mahdollisesti moneen laitteeseen, kannattaa panostaa osaamisen hankintaan talon sisälle. Tämä olisi hyödyllistä myös siksi, että tuotteissa tapahtuu usein muutoksia, ja silloin on hyvä että ohjelmaa osataan muuttaa itse, eikä olla vain asennusyrittäjän varassa.

Vaikka ohjelmisto oli uusi, helpotti ohjelman teossa huomattavasti, että hallitsi Microsoft Excelin käytön suhteellisen hyvin. Välillä ongelmia tuli työkalun valinnassa, kun ei tarkkaan tiennyt mitä työkalua kannattaa kulloinkin käyttää. Koska konenäkölaitteistot yleensä tilataan ns. avaimet käteen -periaatteella, paras apu oli olla yhteydessä toimittajan ohjelmistoinsinööriin kanssa. Orbis OY:n ohjelmistoinsinööri oli suuri apu projektissa, koska häneltä sai aina tarvittavan tiedon kun jotain ongelmia ilmeni. Suurimmat ongelmat projektissa tulivat valaistuksen kanssa. Koska valaistus tilattiin erikseen ruotsalaiselta yritykseltä, valojen kommunikointi laitteiston kanssa ei aluksi oikein onnistunut. Kuitenkin yhteistyössä Orbis OY:n kanssa valaistuskin saatiin lopulta pienillä muutoksilla toimimaan halutusti

Konenäköjärjestelmästä olisi hyötyä monella linjastolla yritykselle, mutta lisätilauksia ajatellessa täytyy tarkemmin miettiä mitä kullakin linjastolla halutaan tarkastella. Nyt tilattu laitteisto on mitoitettu niin, että sillä saisi mahdollisimman hyvin kaiken testattua. Joillekin linjastoille voisi soveltua hieman vaatimattomampi ja halvempikin vaihtoehto. Tosin hintaerot eivät kuitenkaan ole kovin suuria, mutta esimerkiksi pelkästään kappaleen asemoinnin tarkkailuun riittäisi vaatimattomampikin kamera. Toinen mietittävä tekijä on tilaongelma. Usealle linjalle konenäköjärjestelmän saa kyllä mahtumaan, mutta saadakseen järjestelmästä kaiken hyödyn irti, pitäisi linjastolle mahtua joku poistaja tai erottelija. Kun tuotteesta saadaan tieto, että se on hylätty, tiedon hyöty katoaa jos sillä vain esimerkiksi pysäytetään kone. Tuotantojen pysähdys on kustannustehokkuuden kannalta huono asia. Kaikista kustannustehokkain vaihtoehto olisi saada tieto hylätyistä tuotteista, jolloin se saataisiin automaattisesti poistettua linjalta, ilman tuotannon pysähdystä.

Projektissa hankitulle laitteistolle päätettiin loppusijoituspaikaksi rasianpakkauslinjasto, ja linjastolle suunnitellaan poistajaa. Laitteistoa voidaan mahdollisesti testata vielä ennen sitä muihinkin paikkoihin, jos tarvetta ilmenee. Vaikka laitteistoa testattiin vain kolmessa eri paikassa, pystyttiin sillä toteamaan että sitä voi käyttää useaan muuhunkin tarkoitukseen, esimerkiksi ryhmäpakkauslaatikon tarkasteluun. Mutta johtuen erilaisista sijoituspaikoista, testaaminen täytyi suorittaa telineelle soveltuvissa paikoissa.

LÄHTEET

- Freeman, M. 2009. Valo Aika, aukko & herkkyys. Helsinki: WSOY.
- Halinen, M. 2007. Konenäkö robotin ohjauksessa. [Www-dokumentti] Aalto-yliopisto. Luentomateriaali. [15.04.2013]. Saatavana: http://automation.tkk.fi/attach/AS-0-2230/lab3c_teorja.pdf
- Koli, A. 2010. Starttiopas digikuvaukseen. Porvoo: WS Bookwell.
- Lat AB. 2013. Dome lights. [www-dokumentti]. Lat AB [22.02.2013]. Saatavana: <http://www.latab.net/int/products/lighting-heads/dome-lights/>
- Opetushallitus. Ei päiväystä. Konenäkö. [www-dokumentti]. Opetushallitus. [18.03.2013]. Saatavana: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/automaatio/konenako/index.html>
- Orbis Oy. 2013. Konenäkö lyhyt oppimäärä. [www-dokumentti]. Orbis Oy [viitattu 22.02.2013]. Saatavana: <http://www.orbis.fi/konenako-lyhyt-oppimaara>
- Soini, A. 2011. Konenäkö. [www-dokumentti]. Suomen automaatioseura ry. [10.4.2013]. Saatavana: <http://www.automatioseura.fi/index/tiedostot/Konenako.pdf>
- UKIVA. 2013. Machine Vision. [www-dokumentti]. UK Industrial Vision Association. [22.03.2013]. Saatavana: <http://www.ukiva.org/machine-vision.html>
- Uusitalo, J. 2005. Konenäköjärjestelmän toteutusvaihtoehdot. Tampereen teknillinen yliopisto, Rt-laboratory. Luentomateriaali. Ei julkisesti saatavilla.
- Valio Oy. 2013. [www-dokumentti]. Valio Oy. [06.03.2013]. Saatavana: <http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/valioyritys/yritystieto/toimipaikat/tuotanto03082006095735>
- Valio Oy. 2013. Valion yritys esittely. [www-dokumentti]. Valio Oy [viitattu 06.03.2013]. Saatavana: http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/valioyritys/ajankohtaista/press_room/yritysesittelyaineisto22102009105110/1.valion_perusesittely_20120904.pdf
- Viista, S. 2012. Digikuvan peruskäsitteitä. [www-dokumentti]. Sakari Viista. [14.03.2013]. Saatavana: <http://people.uta.fi/~tisavi/digipers.pdf>