



# Konenäön hyödyntäminen elin- tarviketeollisuuden laadunvar- mistuksessa

Timo Aittokangas

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2021

Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotantotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Tuotantotekniikka

AITTOKANGAS, TIMO:

Konenäön hyödyntäminen elintarviketeollisuuden laadunvarmistuksessa

Opinnäytetyö 32 sivua  
Marraskuu 2021

---

Opinnäytetyössä käsitellään konenäön hyödyntämistä laadunvarmistuksessa elintarviketeollisuuden näkökulmasta. Työn tarkoituksena oli tehdä käyttöohjeet konenäköjärjestelmään, joka valvoo lopputuotteen laatua ja toimii näin ollen laadun valvojana ja laadun varmistajana.

Työn toimeksiantajana toimi Hes-Pro Finland Oy, joka on Hesburgerin tytäryhtiö. Hes-Pro Finland Oy sijaitsee Kaarinassa ja on tuotantolaitos, jossa valmistetaan Hesburger –ravintoloiden tarvitsemat tuotteet. Käyttöohjeet tehtiin Genius D 1200 Optical Sorter koneeseen, joka sijaitsee tuotantolaitoksen salaattiosastolla. Osastolla valmistetaan viikoittain noin 13000 kg leikattua jäävuorisalaattia, jonka laatua kyseinen konenäköä hyödyntävä kone tarkastaa.

Työn aikana tutustuttiin koneen toimintaan ja konenäköjärjestelmiin. Työn tuloksena oli käyttöohjeet, joita niin koneen käyttäjät kuin huoltohenkilöstö voivat hyödyntää konetta käytettäessä tuotannon aikana sekä mahdollisissa häiriötilanteissa. Ohjeeseen lisättiin myös konenäköjärjestelmän hyvän toimivuuden kannalta tärkeät huolto- ja puhdistustoimenpiteet.

Toimeksiantajan pyynnöstä käyttöohjeet pidetään salassa ja eivät ne kuulu julkiseen raporttiin.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Production Engineering

AITTOKANGAS, TIMO:  
Utilization of Machine Vision in Food Quality Assurance

Bachelor's thesis 32 pages  
November 2021

---

This thesis deals with the utilization of machine vision in quality assurance from the perspective of the food industry. The purpose of the work was to make an instruction manual for a machine vision system that monitors the quality of the final product and therefore acts as a quality controller and quality assurer.

The work was commissioned by Hes-Pro Finland Oy which is a subsidiary of Hesburger Oy. The Hes-Pro manufacturing plant is located in Kaarina, and it produces everything needed by Hesburger restaurants. The instruction manual was made for the Genius D 1200 Optical sorter that is located in the salad section of the production plant. The unit produces approximately 13000 kg of cut iceberg lettuce every week and the quality of the product is inspected by this machine that utilizes machine vision.

Operations of the machine and its machine vision systems were examined in this study. An instruction manual that can be used by both machine users and maintenance personnel during production and in the event of possible disturbances was the end result of this work. Maintenance and cleaning procedures that are important for good functionality of the machine vision system were also added to the instruction manual.

The instruction manual is confidential by the request of the client, and it was not included in the public report.

---

Key words: quality, machine vision, food manufacturing industry

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	LAATU .....	6
	2.1 Laatu käsitteenä .....	6
	2.2 Laatu elintarviketeollisuudessa .....	7
	2.3 Laadunhallinta elintarvikeketjussa .....	9
	2.4 Laatu Hes-Pro Finland Oy .....	9
	2.4.1 ISO-22000 ja FSSC 22000 .....	10
3	KONENÄKÖ .....	14
	3.1 Konenäköjärjestelmä .....	14
	3.2 Konenäköjärjestelmän osat .....	16
	3.2.1 Valaistus .....	16
	3.2.2 Kamera ja optiikka .....	20
	3.2.3 Konenäköohjelmisto .....	20
4	KONENÄKÖ LAADUNVARMISTUKSESSA .....	21
5	JÄRJESTELMÄ TUOTANNOSSA .....	23
	5.1 Tuotannon kuvaus .....	23
	5.2 Genius D 1200 Optical Sorter .....	25
	5.3 Konenäköjärjestelmän toiminta periaate .....	28
6	OHJEIDEN LAATIMINEN .....	31
7	POHDINTA .....	32
	LÄHTEET .....	33

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli tutustua Hes-Pro Finland Oy:ssä sijaitsevaan koneeseen ja tehdä siihen käyttöohjeet, joita niin osaston työntekijät kuin huoltohenkilökunta voivat hyödyntää vikatilanteissa sekä asetusten säädöissä. Kyseinen kone käyttää konenäköä hyödyksi ja valvoo elintarviketehtaalla lopputuotteen laatua.

Hes-Pro Finland Oy:ssä on käytössä elintarviketurvallisuusjärjestelmä tuotteiden elintarviketurvallisuuden ja laadun varmistamisen turvaamiseksi. Tehdas on FSSC 22000 sertifioitu. Opinnäytetyön alussa kerrotaan yleisesti konenäöstä ja laadusta sekä kyseisestä elintarviketurvallisuuden ja hallintajärjestelmän sertifikaatista.

Käyttöohjeiden teko aloitetaan tutustumalla koneen tekniikoihin ja seuraamalla laitteen toimintaa työvuorojen aikana niin sanotulla salaattiosastolla. Opinnäytetyössä kuvataan sen toimintaa osana tuotantolinjastoa ja kerrotaan käytettävistä konenäön tekniikoista. Konenäölle ja laadulle luodut vaatimukset koskien leikatua jäävuorisalaattia tuodaan esille opinnäytetyössä. Käyttöohjeet ovat yrityksen toivomuksesta salassa pidettäviä.

## 2 LAATU

### 2.1 Laatu käsitteenä

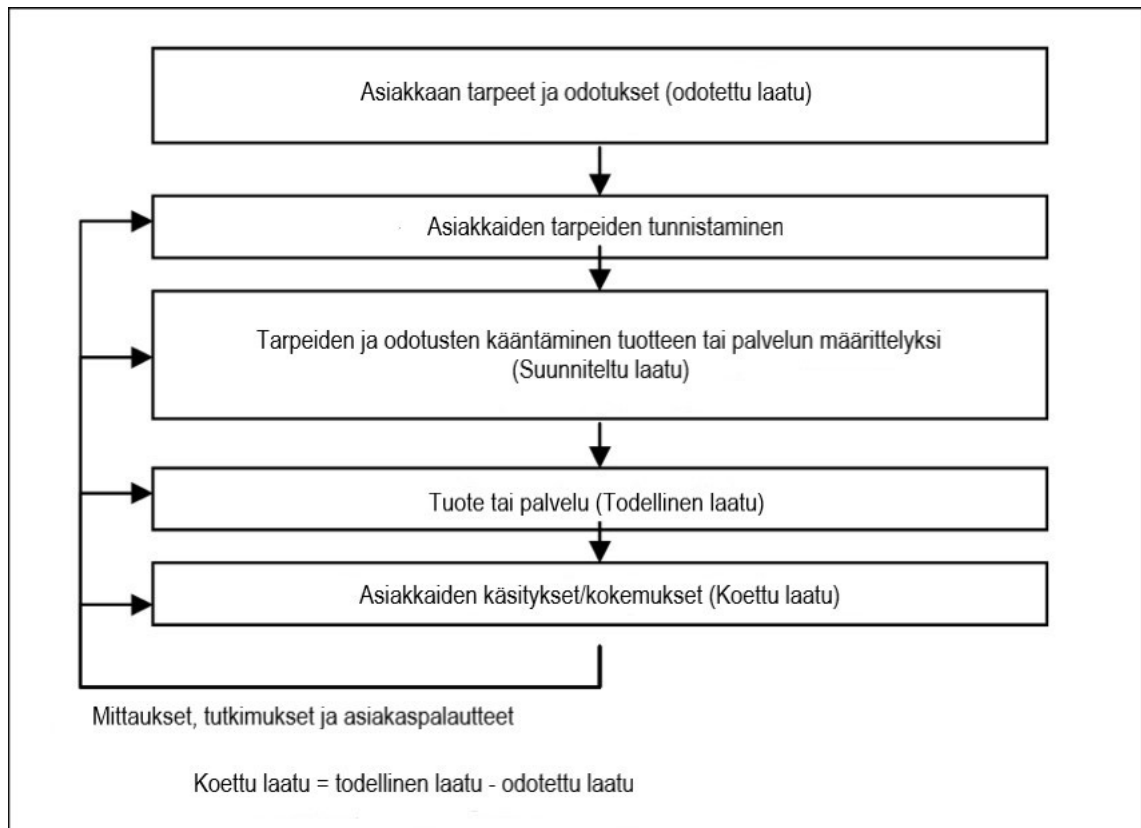
Laatu on vanha ja varsin arkinen aihe. Laatu voidaan määritellä monin eri tavoin. Laadulla voi olla esimerkiksi seuraavat näkökulmat: filosofinen, tuoteperusteinen, tuotantoperusteinen, käyttäjäkeskeinen ja arvokeskeinen. Filosofi Aristoteles (384–322 eKr.) näki jo aikanaan, että laatu on sitä, kuinka hyvänä jokin kohde koetaan tai miten se erottuu jostain toisesta. Nykypäivänä arkielämässä laatu ymmärretään samalla tavoin, laatu on käsite onnistumiselle ja kuvaus hyvän tuotteen ominaisuuksista. (Anttila, J & Jussila, K. 2016.)

Tuoteperusteisessa näkökulmassa esille nousevat tuotteen mitattavat ominaisuudet kuten tuotteen ominaisuudet, tekninen suorituskyky ja elinkaari. Tuotteet voidaan laittaa järjestykseen näiden avulla ja laatu voidaan ymmärtää objektiivisesti. Tuotteeseen liittyvä laatukäsite tarkoittaa yleensä laadun ja tuotteen tuotantokustannusten ja myyntihinnan muuttumista tuotteen laadun suhteen, mitä korkeampi laatuinen tuote sitä suurempi on tuotteen hinta. (Anttila, J & Jussila, K. 2016.)

Tuotantoperusteinen toiminta laadun määrittämiseen perustuu vaatimusten, toleranssien ja standardien täsmälliseen noudattamiseen. Tuote tai tuote-erä pyritään tekemään ilman virheellistä tuotetta. Laadun mittarina toimii virheettömyysaste. (Lillrank, P. 1990, 42.)

Käyttäjäkeskeisessä näkökulmassa laadun määrittelee asiakas. Tuotteeseen liittyvät odotukset ja tarpeet ja niiden täytyminen on perustana laadulle. Käsitys tuotteen laadusta tai arvosta määräytyy asiakkaan ostaessa tuotteen ensimmäisen kerran. Käyttäjän tarpeita selvitetään jatkuvasti ja käyttäjäkeskeinen laatumääritelmä on lähellä ostotapahtumaa ja sitä voidaankin pitää jopa tärkeimpänä laatumääritelmänä. Käyttäjälähtöisessä näkökulmassa tuotteita tai palveluita tuottava yritys pyrkii selvittämään asiakkaan tarpeet ja odotukset etukäteen oman tutkimuksen avulla sekä reagoimalla asiakaspalautteisiin, markkinatrendeihin ja tekniikan kehitykseen (kuvio 1). (Lillrank, P. 1990, 44–45.)

Arvokeskeisessä näkökulmassa laatua punnitaan kustannushyötysuhteen perusteella. Korkeaa laatua on, kun tuotteesta saadaan paras mahdollinen tuotto suhteessa siihen sijoitettuun pääomaan. Asiakas kokee arvokeskeisesti tehdyn tuotteen hinnan optimaalisena ja suuren hyötyarvon tuojana. (Lillrank, P. 1990, 34–44.)



KUVIO 1. Käyttäjäkeskeinen laatu (Customer driven quality cycle, ROI technology conference, 2004) suomennettuna

## 2.2 Laatu elintarviketeollisuudessa

Elintarviketeollisuudella on jo pitkät perinteet Suomessa. Ensimmäinen sokeri-tehdas perustettiin Turkuun jo 1700- luvulla. Juomateollisuus ja makeisteollisuus sekä liha-alan yritykset ja leipomot ja meijerit tulivat mukaan 1800- luvun aikana. 1920- vuonna useimmat tuotannon alat olivat jo perustettuina Suomessa. Pula-ajan jälkeen elintarviketeollisuus kehittyi asteittain valmisruokateollisuuden, kansainvälistymisen ja prosessien kehittyessä nykyiseen hyvin moderniin ja automa- tisoituun elintarviketeollisuuteen. (Ruokatieto 2020.)

Elintarvikkeiden laatu perustuu pitkälti niiden aistittaviin ominaisuuksiin. Näitä ominaisuuksia ovat maku, haju, ulkonäkö ja rakenne. Aistittava laatu kertoo myös, onko tuotteen mikrobiologiset arvot kunnossa eli onko se syötäväksi kelpaavaa. Henkilökohtaiset tekijät kuten makutottumukset tekevät aistittavaan laatuun liittyvistä mittauksista hankalia. Subjektivisen laadun arvioinnin lisäksi elintarvikkeiden laatua ja turvallisuutta valvotaan myös laboratorio mittausten avulla. Mittauksissa selvitetään, kuinka pitkään tuote säilyy, miten mikro-organismit lisääntyvät tuotteen tai raaka-aineen elinkaaren vaiheissa, tutkitaan tuotteessa tai raaka-aineessa olevia mahdollisia vieraita aineita tai esineitä sekä tutkitaan tuotteessa tai raaka-aineessa luonnostaan olevien yhdisteiden käyttäytymistä. (Forsman-Hugg, S. Isoniemi, M. Jakosuo, K. Kurppa, S. Mäkelä, J. Paananen, J. Pesonen, I. 2006.)

Turvallinen elintarvike on laadun perusta. Jokaisen ruokaketjussa olevan tahon tulee omalta osalta vastata, että valmistettu tai myyty tuote on turvallinen. Tuoteturvallisuutta ja elintarvikkeiden laatua Suomessa valvoo maa- ja metsätalousministeriön hallinnon alle kuuluva ruokavirasto. Turvallisuuden ja laadun valvonta perustuu elintarvikelakiin 9.4.2021/297. (kuva 1). (Ruokavirasto 2021.)

### Lain tarkoitus

Tämän lain tarkoituksena on:

- 1) varmistaa elintarvikkeiden ja niiden käsittelyn turvallisuus sekä elintarvikkeiden hyvä terveydellinen ja muu elintarvikemääräysten mukainen laatu;
- 2) varmistaa, että elintarvikkeista annettava tieto on totuudenmukaista ja riittävää eikä johda harhaan;
- 3) suojata kuluttajaa elintarvikemääräysten vastaisten elintarvikkeiden aiheuttamilta terveysvaaroilta ja taloudellisilta tappioilta;
- 4) varmistaa elintarvikkeiden jäljitettävyyden;
- 5) turvata korkealaatuinen elintarvikevalvonta; ja
- 6) osaltaan parantaa elintarvikealan toimijoiden toimintaedellytyksiä.

KUVA 1. Elintarvikelaki 9.4.2021/297 (<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060023>)

### **2.3 Laadunhallinta elintarvikeketjussa**

Elintarvikeketjussa, jonka palasena myös Hes-Pro Oy toimii, on tavoitteena toimittaa kuluttajille turvallista ruokaa. Laadunhallintajärjestelmät luovat yrityksiin perustan pelisäännöille ja laadun varmistamiselle. Elintarvike alalla sertifioituissa järjestelmissä korostuu etenkin tuotteen turvallisuus, korkealaatuisuus ja ympäristöystävällisyys. Elintarviketeollisuudessa on laajalti käytössä johtamiseen ja hallinnointiin ja elintarviketurvallisuuteen keskittyvä kansainvälinen ISO-standardointijärjestelmä. Näiden lisäksi laadun hallinnan työkaluina käytetään omavalvontajärjestelmää ja sen osana olevaa HACCP- riskienhallintajärjestelmää. Tuotteen alkuperän tunteminen eli elintarvikkeen jäljitettävyyden on myös hyvää elintarvikelaatua- ja turvallisuutta. Jäljitettävyyden edes auttaa mahdollisesti kuluttajille päässeen terveydelle vaarallisen erän nopeampaa markkinoilta poistoa. (Forsman-Hugg ym. 2006.)

### **2.4 Laatu Hes-Pro Finland Oy**

Hes-Pro Finland Oy myy kaikki tuotteet Hesburger nimikkeellä, joten laatua ohjaavat Hesburgerin yhteiset tavoitteet. Hesburgerin arvot ovat palveluhenkisyys, luotettavuus, tavoitteellisuus ja yrittäjyys. Näistä arvoista lupaus luotettavuudesta on Hes-Pro Finland Oy:n laatu- ja elintarviketurvallisuuden perustana. Vastuullisuus ja laatu ovat myös tärkeitä Hesburgerille. (Hes-Pro Finland Oy 2020.)

Elintarviketurvallisuuden- ja laadun varmistamisen tueksi on luotu elintarviketurvallisuusjärjestelmä ja tehdas on ISO- standardiin perustuvaan FSSC 22000 sertifioitu. Sertifikaatti koskee tehtaalla muovisiin pusseihin pakattujen majoneesien ja kastikkeiden valmistuksen sekä kauppoihin menevien muovipulloihin pakattujen kastikkeiden valmistuksen sekä suojakaasuun (MAP) pakatun jäävuorisalaatin valmistamisen. (Hes-Pro Finland Oy 2020.)

FSSC 22000 sertifikaatin mukaisesti yrityksessä ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti elintarviketurvallisuuden hallintaa sekä käytetään HACCP- riskienhallintajärjestelmän mukaista kattavaa omavalvontasuunnitelmaa. Näitä tuotantoprosesseja koskevien järjestelmien toimintaa valvotaan suunnitellusti niin sisäisillä kuin

ulkoisilla tarkistuksilla. Mikrobiologista laatua seurataan raaka-aineista lopputuotteen saakka tuotantoympäristöstä sekä tuotteista otettavilla näytteillä. (Hes-Pro Finland Oy 2020.)

Elintarvikeketjun läpinäkyvyys sekä elintarvikkeiden jäljitettävyys ovat tärkeitä asioita Hes-Pro Finland Oy:lle laatua valvottaessa. Yritys tuntee ja tietää tuotteiden ja raaka-aineiden alkuperän. Jäljitysprosessia testataan takaisinvento- ja jäljitettävyysharjoituksilla. Yritys reagoi mahdollisiin virheisiin nopeasti ja tiedottaa niistä avoimesti. Kuluttaja- ja asiakaspalautteiden perusteella tarvittaessa toimenpiteisiin kyetään reagoimaan heti. (Hes-Pro Finland Oy 2020.)

Laadun sekä elintarviketurvallisuusjärjestelmän mittareina toimivat asiakaspalautteiden määrä, mikrobiologisten tulosten laatu sekä elintarviketurvallisuuden kannalta kriittisten poikkeamien määrä. HACCP-ryhmä päättää Hes-Pro Finland Oy:n laatuasioista mutta myös jokaisella työntekijällä vastuu omasta työstään elintarviketurvallisuusjärjestelmässä olevien määritysten mukaisesti. (Hes-Pro Finland Oy 2020.)

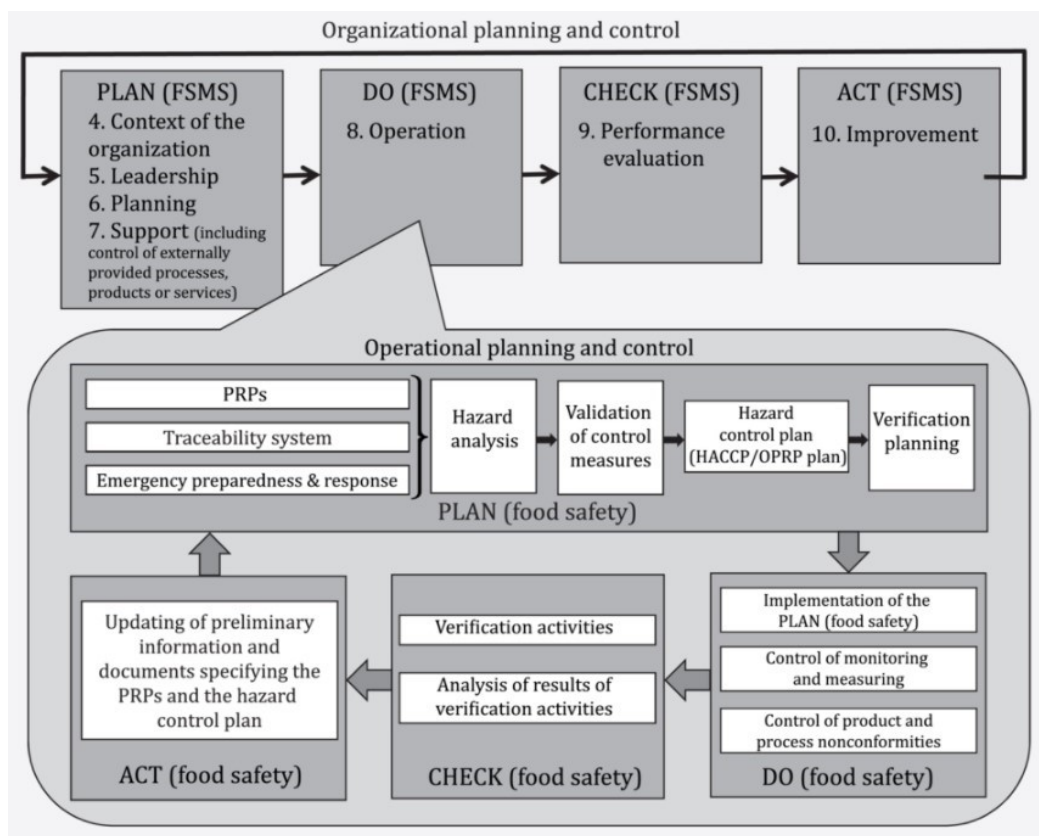
#### **2.4.1 ISO-22000 ja FSSC 22000**

Elintarvikestandardit ISO 22000 sekä FSSC 22000 ovat maailmanlaajuisen kansainvälisen standardointijärjestö ISO:n tekemiä standardeja koskien elintarviketurvallisuutta. ISO on itsenäinen kansalaisjärjestö, joka tekee yhteistyötä 165 maan standardointijärjestön kanssa useilla eri tekniikan aloilla. Järjestö pyrkii kehittämään merkityksellisiä kansainvälisiä standardeja yhteistyössä standardointielinten kanssa. Suomessa standardointielin on Suomen Standardisoimisliitto SFS, joka on perustettu vuonna 1924. (ISO 2021.)

ISO 22000 luotiin elintarvikealalle turvaamaan tuotteiden turvallisuutta ja luomaan kansainväliset raamit elintarviketurvallisuuden kehittämiseksi ja riskienhallinnalle. Tähän koko elintarvikeketjua koskevaan standardiin kuuluu lisäksi tuotantotapoja ohjaavia tukidokumentteja. Näistä Hes-Pro Finland Oy:ssä on käytössä ISO/TS 22002-1 joka on suunniteltu elintarvikkeiden tuotantoa ajatellen.

Tässä hyviä tuotantotapoja ohjaavassa ja määrittelevässä spesifikaatiossa huomioidaan esimerkiksi tuotannossa hyvä puhtaus, siisteys ja järjestys, henkilöstön hygienian tärkeyden korostaminen sekä laitteiden toimivuutta edistävä ennakoiva kunnossapitojärjestelmä. ISO 22000 sertifikaatin saanut yritys viestii elintarviketurvallisuusjärjestelmän käyttöönotosta. Yritys kykenee osoittamaan koko elintarvikeketjun tehtaalta ruokapöytään olevan laissa määriteltyjen elintarviketurvallisuuden kriteerien mukainen. Tämän lisäksi järjestelmä luo pohjan yritykselle turvallisen ruuan valmistamiselle ja tuottamiselle. (ISO 2021.)

Elintarviketurvallisuus sertifikaatti ISO 22000 perustuu prosessimaiseen lähestymistapaan. Toteuttamalla ja parantamalla elintarviketurvallisuus järjestelmän tehokkuutta omaksutaan kyky luoda turvallisia tuotteita ja aikaansaada tehokasta ja turvallista tuotantoa. Toisiinsa liittyvien prosessien ymmärtäminen ja hallinta edistää organisaation tehokkuutta päästä määriteltyihin tavoitteisiin ja tuloksiin. Tähän prosessilähtöiseen ajattelutapaan sisältyy prosessien ja niiden vaikutusten systemaattinen hallinta ja ymmärtäminen, jotta organisaation elintarviketurvallisuuspolitiikan vaatimukset täyttyvät suunnitellusti. Prosessien ja koko järjestelmän hallinta voidaan saavuttaa PDCA- syklin avulla (kuva 2). (ISO 2021.)



KUVA 2. PDCA- sykli. (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en:sec:10>)

Tehokkaan elintarviketurvallisuusjärjestelmän saavuttamiseksi riskipohjainen ajattelu on välttämätöntä ja keskittyessä erityisesti riksipohjaiseen ajatteluun esitetään ei toivottujen tulosten syntymistä. Riskien torjunta luo myös perustan tehokkuuden lisäämiselle ja parempien tulosten saavuttamiselle. (ISO 22000:2018 2018.)

Riskien hallintaan käytetään HACCP-järjestelmää, joka on osa elintarviketehtaan omavalvontajärjestelmää. HACCP- järjestelmä sai alkunsa suunniteltaessa astronauttien ruokia ensimmäisiä miehitettyjä avaruuslentoja varten. Elintarvikkeiden käsittelyyn liittyy aina riskikohtia, joita tässä järjestelmässä kutsutaan kriittisiksi kohdiksi tuotantoketjua. Tuotantoketjusta etsitään riskejä, joista tulevat järjestelmän kirjaimet HA (hazard analyzis). Elintarvikkeita käsiteltäessä on monia mahdollisuuksia tuotteen turvallisuuden ja laadun vaarantumiselle, tuote voi lämmetä liikaa, tuotteeseen voi joutua jotain siihen kuulumatonta tai siihen voi sekoittua kemiallisia vaaratekijöitä. Kun kohtia tuotantoketjussa löytyy missä kyseiset terveysriskit voivat tapahtua luodaan niihin kriittiset hallintapisteet. CCP (critical control point) on tämän järjestelmän toinen osa. Näihin elintarviketurvallisuutta uhkaaviin pisteisiin luodaan jatkuva ja huolellinen tarkkailu vaaran estämiseksi, vähentämiseksi ja poistamiseksi. HACCP- menettelyä ylläpitää yrityksessä monipuolista osaamista elintarvikealasta omaava HACCP- ryhmä. Ryhmässä mukana olevat henkilöt tulee kouluttaa, jotta heille on selvää HACCP- ohjelman seitsemän periaatetta (kuva 3). (Ruokavirasto 2021.)

<b>Periaate 1:</b> Vaarojen arviointi
<b>Periaate 2:</b> Kriittisten hallintapisteiden määrittäminen
<b>Periaate 3:</b> Kriittisten rajojen määrittäminen
<b>Periaate 4:</b> Kriittisten hallintapisteiden seurantakäytäntöjen laatiminen
<b>Periaate 5:</b> Korjaavien toimenpiteiden määrittäminen
<b>Periaate 6:</b> Todentamiskäytäntöjen laatiminen ja HACCP-ohjelman validointi
<b>Periaate 7:</b> HACCP-asiakirjat ja tallenteet

KUVA 3. HACCP- ohjelman seitsemän periaatetta. (Evi-  
ran\_ohje\_10002\_2\_HACCP.doc)

” Seitsemän periaatteen mukainen menettely käydään läpi kaikkien tuotteiden, tuoteryhmien, tuotantolinjojen tms. toisistaan eroavien kokonaisuuksien suhteen. Näin saadaan kokoon koko HACCP-järjestelmä, jota sitten noudatetaan ja kehitetään. Vaikka kriittisiä hallintapisteitä ei löytyisikään, tehty työ opettaa useita uusia työtapoja ja lisää omien tuotteiden, prosessien ja työvaiheiden tuntemusta. Menettely nostaa yleensä esiin myös tiloihin, laitteisiin ja hygieniakäytäntöihin liittyviä kehittämistarpeita.” (Ruokavirasto 2021.)

FSSC 22000 (Food Safety System Certification), jota käytetään Hes-Pro Finland Oy:ssä, on elintarviketurvallisuus kokoelma, joka sisältää ISO 22000 standardin lisäksi tehtaalla käytössä olevan ISO/TS 22002-1 teknisen spesifikaation. GFSI:n (Global Food Safety Initiative) hyväksymä elintarviketurvallisuusstandardi perustuu ISO 22000 ja toimialan kannalta tärkeisiin tukiohjelmiin ja lisävaatimuksiin. (Sgs 2021.)

### 3 KONENÄKÖ

Konenäöllä tarkoitetaan koneen kykyä tunnistaa ja ymmärtää sille syötettyä kameran tai muun sensorin kuvaamaa näkymää ja käyttää saatua dataa hyväksi erilaisissa sovelluksissa. Näkeminen yleensä on monimutkainen mekanismi, joka koostuu kolmesta tekijästä: havaitusijasta, tarkkailtavasta kohteesta tai ympäristöstä ja valaistuksesta. Konenäköä voidaan siis verrata ihmeisen kykyyn nähdä, joka teknisesti tarkoittaa konenäköjärjestelmän automaattista kykyä ottaa kuvaa, tulkita sitä ja toimia sille annettujen ohjelmoitujen sääntöjen mukaisesti. (Pietikäinen M. & Silvén O. 2019, 127.)

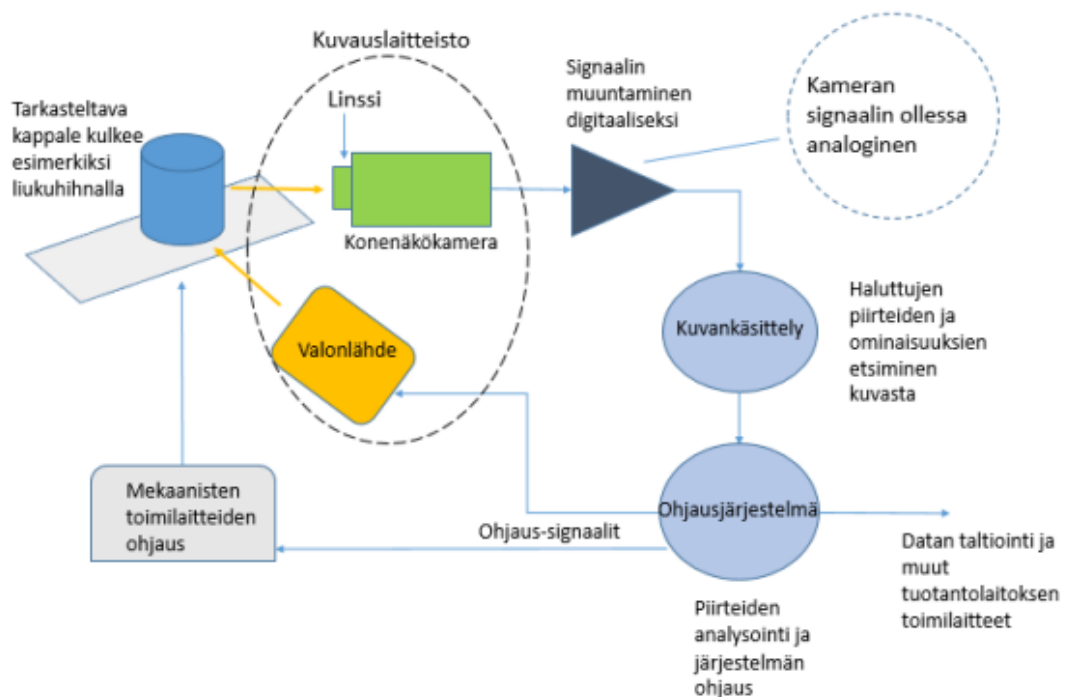
Konenäköjärjestelmä mahdollistaa kappaleiden nopean, väsymättömän ja tarkan visuaalisen tarkistamisen joihin ihmisen silmä on kykenemätön. Tämä teollisuudessa pitkään käytössä ollut huomattavasti tehokkaampi tapa on tänä päivänä vallannut alueita myös muualta elinkeinoelämän alueilta kuten lääketieteessä, turvallisuuden- ja liikenteen valvonnassa ja kodin- ja viihde elektroniikassa. Konenäön markkinoiden nopea kasvu ja kysyntä ovat vauhdittaneet niiden suorituskyvyn kasvua, laitteistojen hintojen laskua ja ohjelmistojen käytettävyyden parantumista. Konenäkö kehittyi jatkuvasti ja uusia sovellusalueita keksitään kiihtyvällä tahdilla. Ihmisen ja teollisuusrobotin työskentely yhdessä alkaa olla jo nyky päivää. (Konenäkö Teknologiademot on the Road 2016.)

#### 3.1 Konenäköjärjestelmä

Konenäköä käyttävät laitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään: tietokonepohjaisiin- ja sulautettuihin konenäköjärjestelmiin sekä älykameroihin. Teollisuudessa jo pitkään käytössä ollut perinteinen tietokonepohjainen järjestelmätyyppi sisältää monia osia, kun taas älykameroissa ja sulautetuissa järjestelmissä koko monimutkainen prosessi on sijoitettu yhteen laitekokonaisuuteen. Älykamerat ovat viime vuosina vallanneet alaa perinteisiltä tietokonepohjaisilta järjestelmiltä teollisuuden eri prosesseissa. Sulautetut järjestelmät, joissa kamera ja tietokone ovat samassa koteloinnissa, lisääntyvät kovaa vauhtia elektroniikan eri alueilla kuten

IoT-sovelluksissa ja kotiautomaatiossa. (Konenäkö Teknologiademot on the Road. 2016)

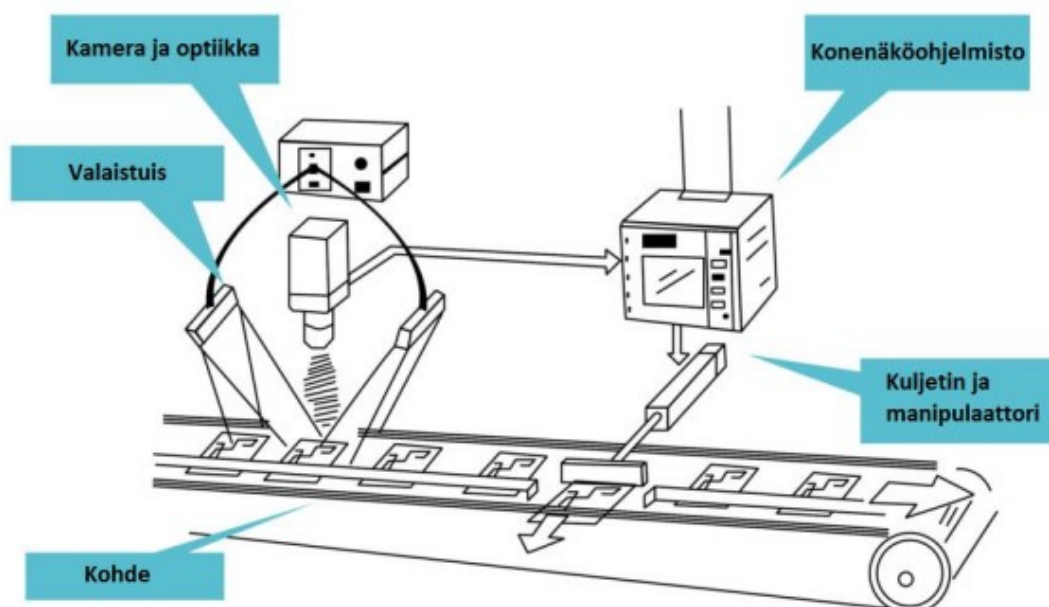
Konenäköjärjestelmän toiminta alkaa aina kuvan ottamisella tuotteesta ja siitä tehtävällä kuvankaappauksella. Kuvauslaitteisto koostuu valaistuksesta sekä kamerasta. Hyvän kuvan aikakaan saamiselle valaistuksen ja kameras optiikan tulee olla kunnossa, koska ne ovat tärkeimmässä roolissa ajatellessa konenäköprosessin onnistumista. Kuvankaappauksessa kameras ottaman kuva muutetaan digitaaliseen muotoon. Kuvankäsittelyssä digitaalinen kuva käsitellään, jonka jälkeen ohjelmistot määrittelevät ja muuttavat niille annettujen ohjeiden mukaan tiedot ohjausprosessiksi. Ohjausprosessi tuotannossa voi olla esimerkiksi hylkäys tai hylätty tuote, josta järjestelmä automaattisesti hylkää huonon tuotteen (kuva 4). (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017.)



KUVA 4. Konenäköjärjestelmän toiminta (<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/25631/Pastell.pdf?sequence=4&isAllowed=y>).

## 3.2 Konenäköjärjestelmän osat

Tyypillinen tietokonepohjainen konenäköjärjestelmä koostuu kamerasta ja sen optiikasta, havaittavan kohteen valaisevasta valonlähteestä, tietokoneessa sijaitsevasta konenäköohjelmistosta sekä ohjausjärjestelmästä (kuva 5).



KUVA 5. Konenäköjärjestelmän perinteinen tietokonepohjainen konenäköjärjestelmä (<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201805171821.pdf>).

Konenäköjärjestelmässä voi olla muitakin komponentteja mukana sillä konenäköjärjestelmiä voidaan käyttää hyvin monenlaisissa teollisuuden prosesseissa ja käyttötarkoituksissa, mutta edellä mainitut ovat pakollisia toimivan konenäköjärjestelmän kannalta. (Konenäkö Teknologiademot on the Road 2016.)

### 3.2.1 Valaistus

Kuva syntyy, kun valo heijastuu kohteesta kameran linssille. Konenäköjärjestelmässä on hyvin tärkeää löytää hyvä ja oikeinlainen valaistus, jotta kohteen tärkeät ja tarkkailtavat piirteet tulevat hyvin esiin ja näkyville. Samalla pyritään estämään ei-toivottuja heijastuksia ja varjoja sekä valon pääsyä kuvattavaan kohteeseen muualta. Hyvän tuloksen saamiseksi valaistuksen tulisi pysyä aina samana.

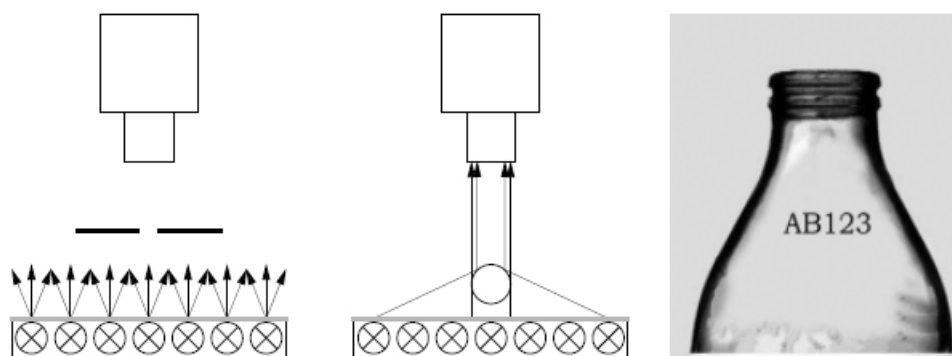
Kohteen muoto, väri ja tekstuuri sekä mahdolliset ympäristön valonlähteet vaikuttavat valaistuksen valintaan. Valaistuksella konenäköjärjestelmässä tarkoitetaan valonlähdettä sekä valaistustekniikka. (Anand S. & Priya. 2020, 67–76)

Valonlähdetyyppejä, joita yleensä käytetään konenäössä ovat: hehkulamput, xenon- ja halogeenilamput, loisteputkilamput sekä LED lamput. Hehkulamput ovat kirkkaita ja ne luovat valaistessaan jatkuvan spektrin, mutta tuottavat paljon lämpöä ja ovat lyhyt ikäisiä. Hehkulamppujen tavoin edullisuus on loisteputkivalaisimien etuna. Loisteputkivaloilla saadaan suuri määrä alueellista valoa, mutta valoa ei pystytä kohdentamaan. Xenon ja halogeeni lamppujen etuna on kirkas valo, joka pystytään tarvittaessa kohdentamaan. (Anand S. & Priya. 2020, 67–68)

LED lamppujen suurena etuna verrattuna edellisiin on alhainen virrankulutus sekä ne tuottavat vähän lämpöä. LED lamput ovat myös pitkäikäisiä ja turvallisia sekä niiden kirkkautta ja välähtelyä pystytään tarvittaessa helposti säätämään. LED valoja on saatavana eri väreissä sekä näkyvän valon lisäksi ihmissilmälle näkymättöminä infrapuna sekä ultravioletti valoina. LED lamput ovat syrjäyttäneet nykypäivänä muut valonlähdetyypit johtuen monista hyvistä ominaisuuksista ja on tällä hetkellä eniten käytetty valaisutekniikka konenäköjärjestelmissä. (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017, 53)

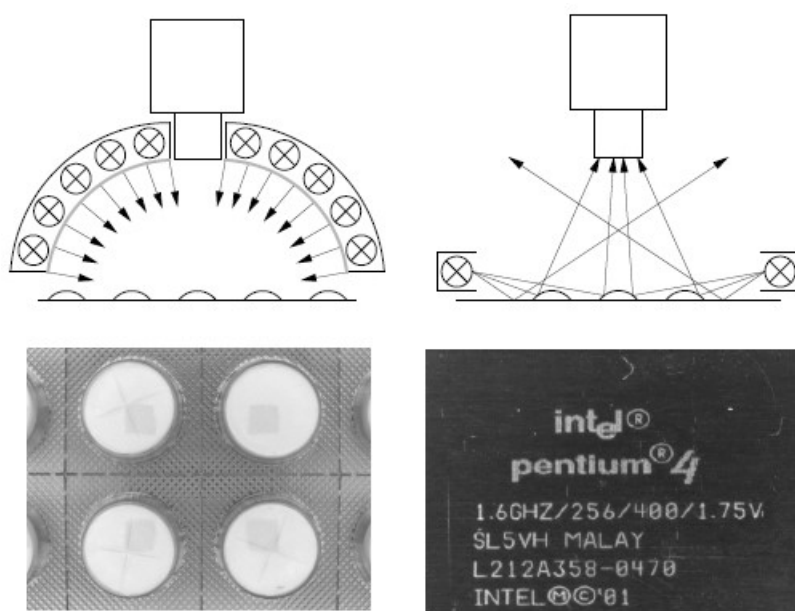
Valaistustekniikalla tarkoitetaan valonlähteen sijoittamista ja valintaa suhteessa kohteeseen, kameraan ja konenäköjärjestelmän vaatimuksiin. Valaisutekniikoita ovat taustavalo, suoravalo, -ja hajautettuvalotekniikat sekä tummankentänvalaistus. (Anand S. & Priya. 2020, 69)

Taustavalotekniikassa kamera on kohteen etupuolella ja valo kohteen takana. Tällä tekniikalla saadaan tarkka kuva suurella kontrastilla, josta erottuu selvästi kohteen ulkoreunat. Kyseistä tekniikka voidaan käyttää esimerkiksi kuvattaessa pulloissa olevaa tekstiä tai tarkasteltaessa pullossa olevan nesteen korkeutta (kuva 6). (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017, 52–60)



KUVA 6. Taustavalotekniikka. Kamera kohteen yläpuolella ja LED paneeli kohteen alapuolella (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017).

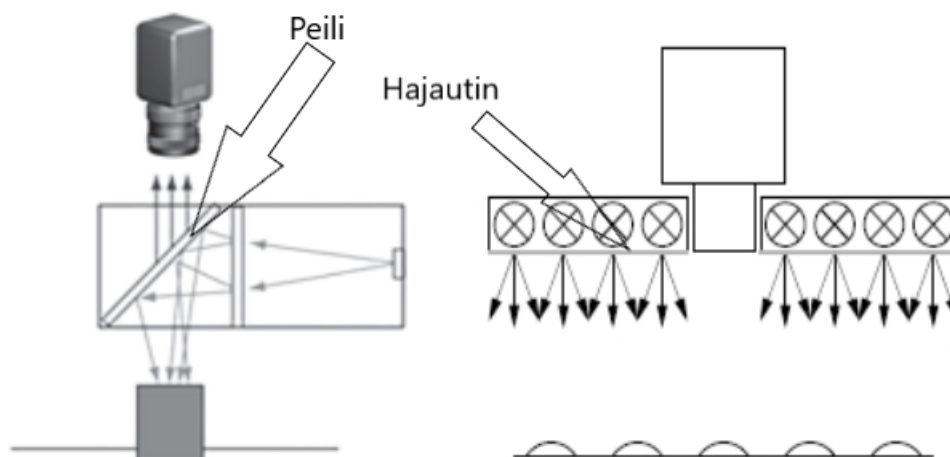
Suoravalotekniikassa kamera ja valo ovat kummatkin kuvattavan kohteen yläpuolella. Kuvasta saadaan todella tarkka mutta etenkin vain yhdestä pisteestä tuleva valo aiheuttaa kuvattavaan kohteeseen helposti varjoja. Varjoja pyritään estämään lisäämällä valoja. Valonlähteet voidaan asettaa kuvattavaan kohteeseen nähden myös pieneen kulmaan, jolloin kohteessa olevat tekstit ja yksityiskohdat korostuvat (kuva 7). (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017, 52–60)



KUVA 7. Suoravalotekniikka, kamera sekä valon lähteet kuvattavan kohteen yläpuolella (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017).

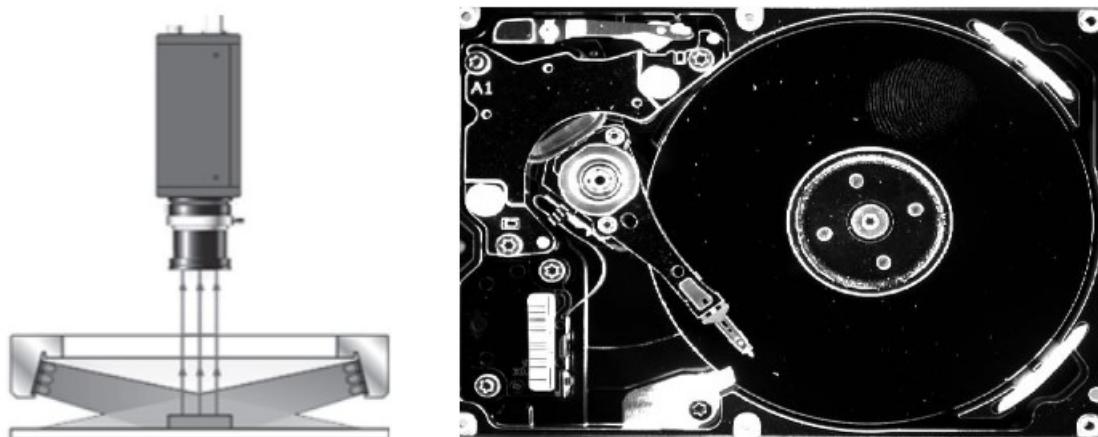
Hajautetun valon tekniikkaa käytetään, kun halutaan poistaa heijastukset ja varjot. Hajautin eli diffuusori mahdollistaa suuren ja tehokkaan valaisualan ilman

heijastumia. Kyseistä tekniikka voidaan hyödyntää myös edellä mainituissa tausta- ja suoravalotekniikoissa. Hajautetun valon yhtenä sovelluksena on aksiaalinen hajautus, jossa kamera kuvaa peilin läpi kohdetta, josta heijastuu suoraa valoa kuvattavaan kohteeseen (kuva 8). Aksiaalista hajautusta käytetään, kun halutaan tarkistaa virheitä kohteen pinnoilta sekä onteloista. (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017, 52–60)



KUVA 8. Hajautettu valo (Anand S. & Priya L). Muokattu.

Tummankentänvalaistus tarkoittaa tilannetta, jossa suurin osa valosta heijastuu kamerasta poispäin. Kyseisellä tekniikalla pyritään siihen, että tummalla taustalla olevasta kohteesta pyritään löytämään virhe kuten läpinäkyvästä pullosta halkeama tai jopa kovalevystä sormenjälkiä (kuva 9). (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017, 52–60)



KUVA 9. Tummankentänvalaistus (Anand S. & Priya L).

### 3.2.2 Kamera ja optiikka

Konenäköjärjestelmissä kamerat ovat pääasiassa digitaalikameroita. Kameran tärkeimmät osat konenäköjärjestelmän kannalta ovat linssi sekä digitaalinen sensori eli kenno. Pääasiassa kameroissa käytetään joko CCD (Charge Coupled Device) tai CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) teknologiaa käyttäviä kennoja. Kameran tarkoituksena on luoda kuva linssien läpi kohteesta heijastuvasta valosta kameran valoherkälle kennolle. Kennoihin syntyvät sähköiset varaukset luetaan ja muutetaan digitaalseksi signaaliksi. CCD ja CMOS kennojen toimintaperiaate on sama, erona on kennojen matriisien lukutapa sekä miten digitaalinen signaali siirtyy kennolta eteenpäin. (Anand S. & Priya L. 2020, 47–66)

Kameran sisälle digitaalisen anturiin valo johdetaan ja kohdistetaan käyttäen linsejä. Linssi on optinen laite, jonka tarkoituksena on luoda mahdollisimman hyvä kuva mistä konenäköjärjestelmä pystyy löytämään pienetkin yksityiskohdat. Objektiivin eli linssistön valinta on avain asemassa, kun halutaan saada laadukkaita ja teräviä kuvia korkealla resoluutiolla ja hyvällä kontrastilla. (Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017, 60–74)

### 3.2.3 Konenäköohjelmisto

Ohjelmisto vastaa konenäköjärjestelmien suorituskyvystä yleisellä tasolla. Se ohjaa kuvanottoa, käsittely- ja analysointi prosesseja sekä kommunikoi ohjausjärjestelmän kanssa. Konenäköjärjestelmät voivat olla hyvin nopeita ja kamerat voivat luoda hyvin suuren määrän kuvadataa. Erinomaiset valaisu ja kamera ratkaisut ovat tehty turhaan, jos korkealaatuiselle järjestelmälle ei valita tarpeeksi tehokasta konenäköohjelmistoa, jossa on hyvä prosessiteho sekä muistikapasiteetti. Teknisten ominaisuuksien lisäksi hyvä konenäköohjelmisto on luotettava ja helpokäyttöinen sekä sen huollettavuus ja päivitettävyyden tulisi olla vaivatonta. (Anand S. & Priya L. 2020, 77–78)

## 4 KONENÄKÖ LAADUNVARMISTUKSESSA

Laadunvarmistuksessa näköaisti toimii tärkeässä roolissa. Ihminen tiedostaa valtaosan ympärillään tapahtuvasta toiminnasta näköaistinsa avulla. Näköaistiin perustaen teemme arkipäivän laadun mittauksia esimerkiksi kaupan vihannesosastolla tai sienimetsällä. Konenäkö teollisuuden laadunvarmistuksessa tarkoittaa ihmisen silmän tavoin automaattisesti tehtävää prosessia, jossa viat havaitaan sekä pystytään erottelemaan hyvät tuotteet huonoista. Konenäköä laadunvalvonnassa sovelletaan monella toimialalla kuten autoteollisuudessa, elintarviketeollisuudessa sekä lääketarviketeollisuudessa. (Uusitalo 2020.)

Konenäön vahvuuksia ovat vähäinen tarve ihmisen vuorovaikutukselle, toimiva järjestelmä ei sido tuotannosta henkilöä laadunvarmistukseen. Alhaiset ylläpito-kustannukset sekä myös koko ajan alenevat konenäköjärjestelmien hankinta hinnat. Muita vahvuuksia ovat jatkuva toiminta valmius, nopeus sekä konenäön integroitavuus muihin tuotantojärjestelmiin. (Uusitalo 2020.)

Laadunvarmistusta konenäön avulla voidaan suorittaa tuotannon kaikissa vaiheissa aina raaka-aineiden ja komponenttien tarkastuksesta lopputuotteeseen saakka. Laadun varmistaminen ennen tuotteen päätymistä eteenpäin säästää aikaa, rahaa ja materiaaleja, kun virheitä sisältävät aihiot pystytään karsimaan pois tuotannosta. Lopputuotteen pysyessä kunnossa tuotteita ostavat asiakkaat pysyvät tyytyväisinä ja lojaaleina. (Uusitalo 2020.)

Sosiaalinen media on luonut varsinkin elintarviketeollisuudelle tarpeen panostaa laadun varmistukseen. Julkinen paheksunta on suurta varsinkin silloin kun moniin ihmisiin vaikuttaa tuote jonka turvallisuus koetaan yleisesti turvallisena, joudutaan takaisinvetämään markkinoilta. Videoanalytiikkakonsultti Andreas Helfenstein (2020) kirjoittaa blogissaan vuoden 2020 elintarvikkeiden takaisinvetojen lisääntyneen edellisvuoteen verrattuna melkein 20 % ja luku on kasvanut neljänä vuotena peräkkäin. Takaisinvedot vaikuttavat kuluttajien käsitykseen tuotteesta, brändistä ja valmistajasta sekä ovat hyvin kalliita toimenpiteitä. Elintarvikevalmis-

tajille on tärkeää valmistaa turvallisia ja laadukkaita tuotteita. He kokevat laadunvarmistuksen erittäin tärkeäksi osa-alueeksi tuotannossaan, jossa konenäkö on merkittävässä roolissa. (Helfenstein, A. 2020.)

## 5 JÄRJESTELMÄ TUOTANNOSSA

Konenäköjärjestelmä sijaitsee Hes-Pro Finland Oy:n salaattiosastolla, jossa valmistetaan kaikki Suomen Hesburgereihin menevä leikattu jäävuorisalaatti. Viikoittainen valmistusmäärä on noin 13000 kg. Konenäköjärjestelmä on perinteinen tietokonepohjainen järjestelmä, jossa kaikki on sijoitettuna yhteen laitteeseen. Laite on BEST EINHOVEN B.V:n valmista Genius D 1200 Optical Sorter (kuva 10). Tomra, joka on tunnettu esimerkiksi pullonpalautusautomaateista, osti laitteen valmistaneen yrityksen vuonna 2012.



KUVA 10. Genius D 1200 Optical Sorter.

### 5.1 Tuotannon kuvaus

Genius D 1200 Optical Sorter toimii tuotannossa laadun valvojana ja varmistajana. Laite on sijoitettuna tuotantoketjun loppupäähän ennen salaatin vaakausta ja pusseihin pakkaamista. Pakkauskoneen jälkeen 1 kg pussi pakataan robotin

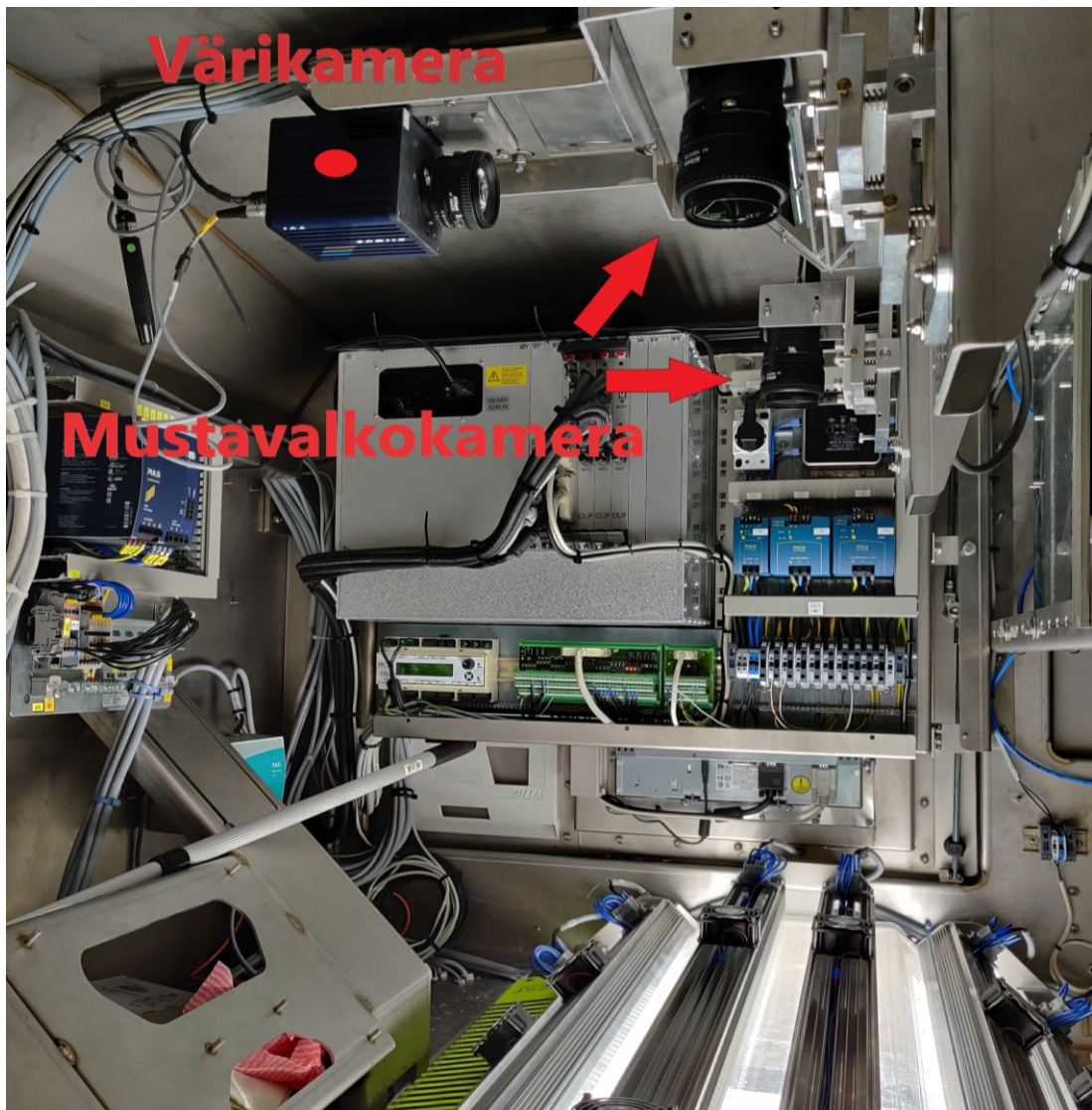
avulla laatikoihin ja laatikot siirtyvät automatiikan avulla lähettämön puolelle. Ennen kuin Genius D 1200 Optical Sorter saa salaatin tutkittavakseen se leikataan käyttäen raaka-aineena kokonaista jäävuorisalaattia. Prosessi alkaa kokonaisen jäävuorisalaatin sijoittamisella koneeseen, joka poistaa siitä kantaosan ja leikkaa sen neljään lohkokoon. Tässä vaiheessa ihminen tarkistaa tuotteen laatua laittaessaan raaka-ainetta koneen linjastolle. Lohkot menevät silppuriin, joka tekee halutun kokoista leikattua salaattia. Tästä leikattu salaatti matkaa pesualtaiden kautta linkoon, jossa se kuivataan. Kuivattu leikattu jäävuorisalaatti saapuu tärisevän hajauttajan (kuva 11) kautta konenäköjärjestelmän tarkastettavaksi. Hajauttaja levittää lingosta tulevan salaatin siten että se olisi mahdollisimman leveällä alueella tullessaan 1200 mm leveää kuljetinta pitkin Genius D 1200 Optical Sorterin tunnistusalueelle.



KUVA 11. Tärisevä hajauttaja.

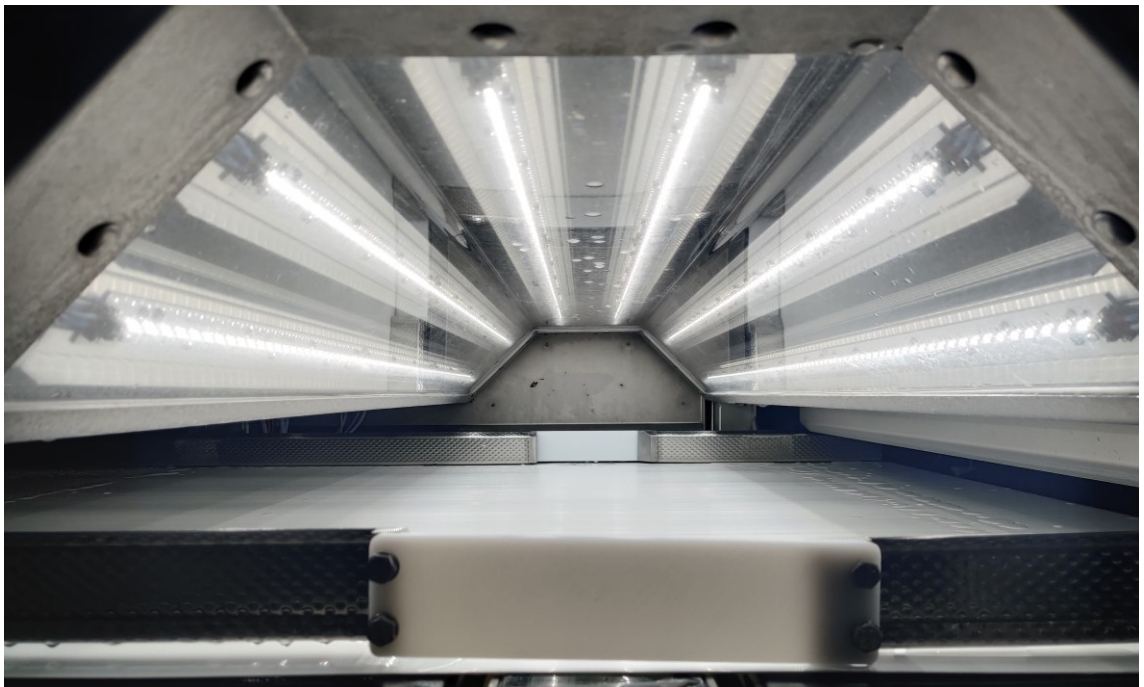
## 5.2 Genius D 1200 Optical Sorter

Konenäköjärjestelmä on varustettu kahdella mustavalkokameralla ja yhdellä värikameralla sekä kahdella laser-tekniikalla. Mustavalkokamerat ovat linjaskannerikameroita, joita käytetään yleisesti nopeasti liikkuvissa kuljetinlinjoissa, joissa tuote vaatii jatkuvaa tarkastelua. Mustavalkokamerat kuvaavat viuhkamaisesti suoraan kohti kuljettimella kulkevaa salaattia ja niiden maksimi tarkkuus on 2048 pikseliä. Värikamera on myös linjaskannerikamera, jossa kolme CCD kennoa ja prisma luovat jokaiselle värille (punainen, vihreä, sininen) oman värikanavan. TVI Visionin valmistamalle kameralle valo heijastetaan linjalta peilin avulla ja sen maksimi tarkkuus on 2048 pikseliä (kuva 12).



KUVA 12. Värikamera ja mustavalkokamerat koneen sisällä. Peili mustavalkokameroiden välissä.

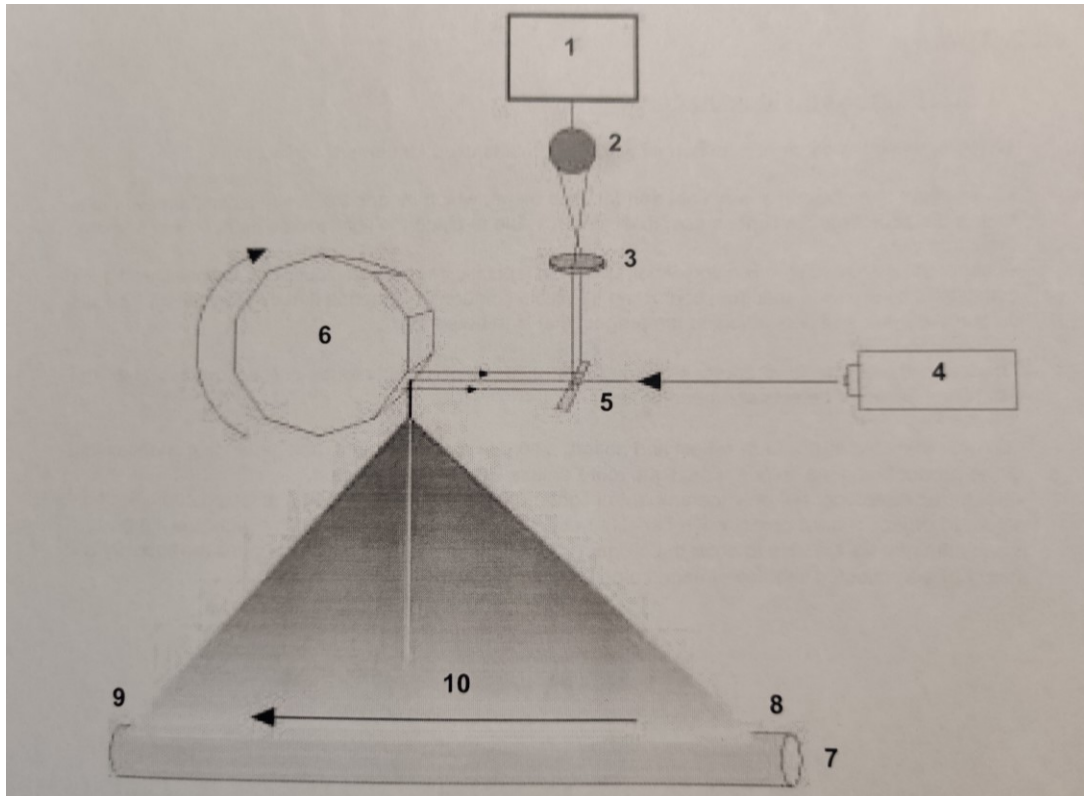
Valaistuksena toimii suoravalotekniikalla toteutettu LED valaistus (kuva 13). Valaisukupuun on sijoitettuna kuusi LED yksikköä, jotka luovat vahvan tasaisen ja homogeenisen valon. Alkuperäisessä laitteessa valaistuksen loi kuusi yksikköä loisteputkivalaisimia, jotka vaihdettiin valaistuksen tehokkuuden parantamiseksi. Loisteputkivalaisimet tarvitsivat myös 30 minuuttia saavuttaakseen vakaan valotason sekä värilämpötilan. LED valojen vaihdolla tehostettiin myös tuotantoa turhan odotusajan poistolla, joka korostui laitteiston sijaitessa tilassa missä lämpötila on +4 °C.



KUVA 13. Valaistus

Genius D 1200 Optical Sorter on varustettu myös Laser Box yksiköllä. Järjestelmä käyttää laservaloa valon lähteenä. Laser luo korkean intensiteetin valon, joka vastaanotetaan ja muutetaan signaaliksi erityisen herkkien vastaanottimien avulla. Laserin etuna kameratekniikkaan verrattuna on, että se havaitsee pienetkin rakenteelliset erot sekä värierot. Salaattia tarkistaessa hyvän ja huonon välinen väriero voi olla hyvinkin pientä. Laservalo on terveydelle haitallista, joka on otettu myös huomioon. Järjestelmä on täysin suljettuja ja jos koneen mikä tahansa luukku avataan minkä kautta näkee tunnistusalueelle, sammuu laseryksikkö välittömästi. Laser Box -järjestelmää saavat huoltaa vain koneen myyjän valtuuttamat henkilöt. Laserjärjestelmä vaatii toimiakseen jäähdytystä, joka hoidetaan vesikierrolla sekä Instrument 5.0 tyyppiä.

Järjestelmässä (kuva 14) laser säde suunnataan monikulmiopeiliin, joka heijastaa laservalon kohti taustarumpua. Taustarummun väri on valittu hyvän tuotteen mukaan eli tässä tapauksessa väri on vihreä. Monikulmiopeili pyörii 12000 rpm ja peilissä on kymmenen pintaa. Laser Box pystyy siis tekemään 2000 skannausta sekunnissa.

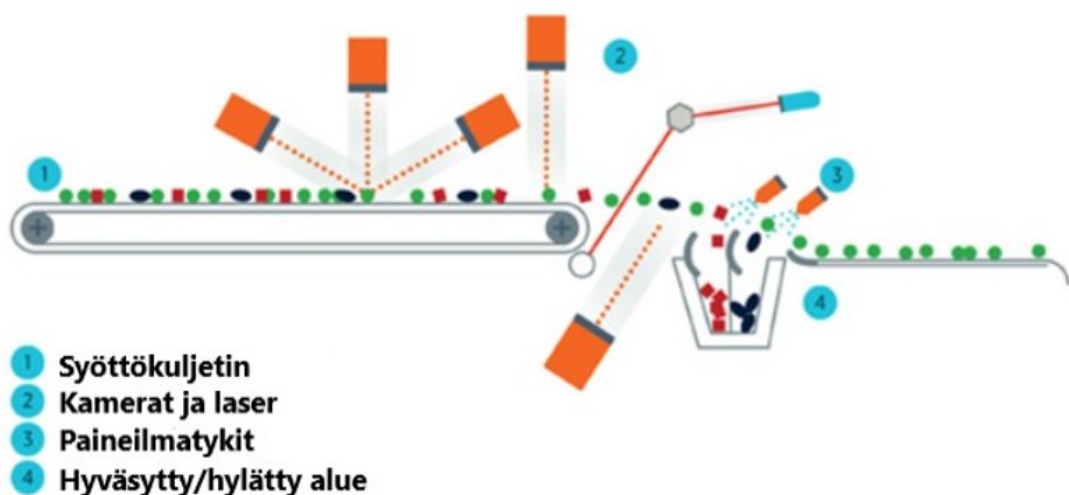


KUVA 14. Laser Box järjestelmän toimintaperiaate. 1. Elektroniikka 2. Valon vastaanotin 3. Linssi 4. Laser 5. Peilit 6. Pyörivä monikulmiopeili 7. Taustarumpu 8. Skannauksen alkupiste 9. Skannauksen loppupiste 10. Skannauksen suunta. (Genius Optical sorter Manual Version 1.1)

Genius D 1200 Optical Sorter on varustettu POLLUX- käyttöjärjestelmällä, joka koostuu ohjelmasta, tietokoneesta ja kosketusnäytöstä. POLLUX- käyttöjärjestelmä on hyvin rakennettu ja sen käyttäminen koneen kosketusnäytön kautta on helppoa.

### 5.3 Konenäköjärjestelmän toiminta periaate

Salaatti saapuu tunnistus alueelle kuljetinhihnaa pitkin, jolle se on levittäytynyt tasaisesti ja on paikallaan kuljetinhihnaan nähden. Kuljetin hihnan nopeus on noin 137 m/min. Tunnistus alueella kamera ja laserjärjestelmä skannaavat tuotetta ja paineilmalla toimivat paineilmatykit poistavat huonon aineksen salaattivirrasta. Hyvä ja laadukas salaatti jatkaa matkaansa hyväksyty/hylkäys alueen yli ja huono ammutaan alas, koneen alla menevälle roskakuljettimelle (kuva15).



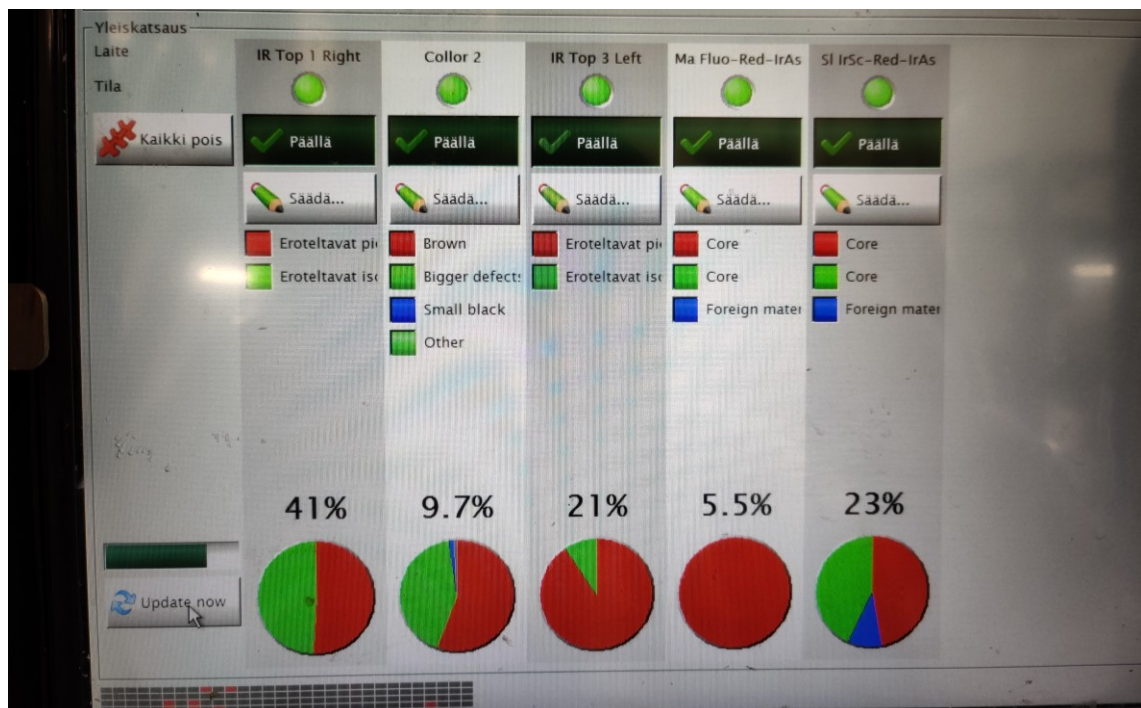
KUVA 15. Toimintaperiaate. (<https://www.tomra.com/en/sorting/food/sorting-equipment/genius>) Muokattu.

Konenäköjärjestelmän ohjelmointi tehdään opettamalla koneelle mikä on hyvää ja mikä huonoa. POLLUX- järjestelmän avulla erilaisia tuotteita lähetetään tunnistus alueen läpi ja niistä otetaan pysäytyskuva, josta kosketusnäytössä määrittämällä määrätään, millainen tuote halutaan hylätä ja mikä jatkaa matkaansa eteenpäin. Koneen näytöllä tulevista kuvista nähdään miten laitteen eri tekniikat näkevät sille annettuja partikkeleita.

Mustavalkokamerat erottavat salaattista teräväreunaisia isoja sekä pieniä epäkohtia ja värikamera muun kuin vihreän värisiä epäpuhtauksia. Lasertekniikka käyttää Fluo™ - teknologiaa, jota käytetään klorofylliä sisältävien tuotteiden kuten perunoiden, herneiden ja lehtevien vihannesten erottamisessa tuotteista, jotka eivät klorofylliä sisällä. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi kivet, muovit, lasi, puu

ja metalli. Toinen laserissa käytettävä teknologia on lyhytaaltainen infrapuna, joka mahdollistaa vesipitoisuuden perusteella suoritettavan tarkastelun. Tällä teknologialla saadaan hyvin poistettua lopputuotteeseen mahdollisesti jääneet lopputuotteen kanssa samanväriset muovit tai muut vieraat esineet.

Kameroiden ja laserin sekä niitä yhdistämällä on saatu luotua toimiva ohjelma, joka poistaa leikatun salaatin joukosta sinne kuulumattoman ja valvoo näin lopputuotteen laatua. Jokaiselle tekniikalle on nimetty POLLUX- ohjelmaan mitä kyseinen tekniikka ja teknologia pyrkii tuotevirrasta löytämään ja poistamaan (kuva 16). Mustavalkokameroiden tehtävänä on löytää kooltaan pieniä ja isoja epäpuhtauksia ja värikameralla etsitään salaatin joukosta muun värisiä epäpuhtauksia kuten ruskeaa tai punaista salaattia. Värikamera löytää toki myös samoja koon mukaan luokiteltavia virheitä. Laser teknologiat, jotka ovat kuvan kaksi oikein puoleista, etsivät tuotteesta vieraita materiaaleja sekä ydintä eli kantaa (Core). Kanta on kokonaisen jäävuorisalaatin ydin tai juuri, kova kellertävä osa, joka pyritään saamaan pois lopputuotteesta. Näyttöpaneelista pystyy tuotannon aikana seuraamaan mitä tekniikoita laite käyttää.



KUVA 16. POLLUX- käyttöjärjestelmän käyttöpaneeli, jossa päälle kytkettyinä kaikki kamerat ja laserit.

Laitteen sijoittamisella eri kohtaan tuotantolinjaa hyvän ja huonon laadun erotte-  
lukyky voisin olla vieläkin parempi. Nykyisellä sijoituspaikalla lingosta kerrallaan  
tuleva suurehko määrä leikattua salaattia (kuva 17) on haastavaa saada levitty-  
mään niin ettei sitä menisi päällekkäin tunnistusalueelle. Laitteen sijoittaminen  
heti silppurin jälkeen tekisi salaatti virrasta tasaisen, jolloin se levittyisi varmasti  
niin että jokainen leikattu salaatti pystyttäisiin tarkistamaan paremmin. Myös pe-  
suista johtuva kosteuden lisääntyminen salaatissa lisääntyy mikä heijastusten  
muodossa huonontaa tarkastus tulosta.



KUVA 17. Konenäköjärjestelmän läpi käynnyttä hyväksyttyä leikattua salaattia.

## 6 OHJEIDEN LAATIMINEN

Genius D 1200 Optical Sorterin käyttöohjeen laatiminen aloitettiin siitä mitä pitää ottaa huomioon, kun työvuoro alkaa. Käyttöohjeeseen tehtiin lista kaikista tarkistettavista kohdista ja alkuvalmisteluista, jotta kone toimisi täydellisesti ensimmäisen leikatun salaatin saapuessa tarkastukseen. Koneen ohjelman hienosäätö ajon aikana sekä toimenpiteet vuoron loputtua kirjattiin käyttöohjeeseen. Koneen pesujen ja huoltojen tärkeyttä korostettiin, jotta konenäköjärjestelmä toimisi mahdollisimman hyvin. Käyttöohje oli yrityksen toiveesta salassa pidettävä.

Hes-Pro Finland Oy:n kanssa sovittiin yhdestä koulutuskerrasta, jossa työn tuloksena syntyneet ohjeet esitellään koneen käyttäjille sekä yrityksen huoltopäällikölle. Samalla käydään koneen käyttövarmuuteen ja laadukkaan lopputuotteen varmistamiseen liittyvät asiat läpi sekä näytetään koneen tärkeimmät kohteet ja alueet huolto- ja puhtaanapitoa ajatellen.

## 7 POHDINTA

Työn kautta konenäköön tutustuminen antoi hyvän kuvan siitä miten laajasta ja monialaisesta tieteenalueesta on kyse. Kirjallisuutta ja tieteellisiä artikkeleita lukiessa tajuaa, että konenäkö tulee olemaan laajenevassa määrin mukana normaalissa arjessa. Teollisuudessa kaiken automatisoituessa konenäön määrä tulee lisääntymään edelleen voimakkaasti ja siihen liittyvät sovellukset ja järjestelmät kehittyvät koko ajan.

Laadunvarmistus on tärkeässä roolissa nykypäiväisissä tuotantojärjestelmissä ja tuotantoprosesseissa. Toimivalla laadunvarmistuksella teollisuuden yritykset pystyvät toimittamaan asiakkailleen tuotteen jonka laatu on laatustandardien ja annettujen normien mukainen. Konenäkö laadunvarmistuksen työvälineenä on viime vuosikymmeninä noussut käytetyimmäksi sovellukseksi alati modernisoituvissa tuotantolinjastoissa.

Käyttöohjeiden tekeminen elintarviketeollisuuden laadunvarmistuksesta huolehtivaan konenäköjärjestelmään onnistui suunnitellusti. Ohjeisiin kirjoitettiin koneen käyttöön liittyvät ohjeet sekä miten toimia vikatilanteissa. Työn aikana konenäköjärjestelmän osien kuten valaistuksen ja kamerajärjestelmien puhtauden merkitys korostui. Käyttöohjeisiin kirjattiin huollon ja pesujen kannalta tärkeimmät kohteet ja alueet, jotta laadunvarmistus pysyisi sille asetetulla tasolla.

## LÄHTEET

Anand S. & Priya L. A Guide for Machine Vision in Quality Control. CRC Press.

Anttila, J., Jussila, K. 2016. Mitä laatu on? Luettu 1.9.2021. <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>

Forsman-Hugg, S. Isoniemi, M. Jakosuo, K. Kurppa, S. Mäkelä, J. Paananen, J. Pesonen, I. 2006. MTT. Laatu- ja vastuunäkemyksiä elintarvikeketjussa. Luettu 4.9.2021.

Helfenstein, A. 2.10.2020. Konenäkö vie laadunvalvonnan seuraavalle tasolle – edullisesti! Blogi. Luettu 23.10.2021. <https://www.cgi.com/fi/fi/blogi/videoanalytiikka/konenako-vie-laadunvalvonnan-seuraavalle-tasolle-edullisesti>

Hes-Pro Finland OY. Laatu- ja elintarviketurvallisuuspolitiikka. 2020. Luettu 18.9.2021.

ISO 22000:2018. Food safety management system – Requirements for any organization in the food chain. Luettu 26.9.2021. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en:sec:10>

Konenäkö Teknologiademot on the Road. Luettu 22.10.2021. <https://storage.googleapis.com/seamk-production/2017/06/konenako.pdf>

Lillrank, P. 1990. Laatumaa. Johdatus Japanin talouselämään laatujohtamisen näkökulmasta. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Pietikäinen M. & Silvén O. 2019. Tekoälyn haasteet – koneoppimisesta ja konenäöstä tunnetekoälyyn. Oulu. Tekoälyn ja signaalianalyysin keskus

Ruokatieto. 2020. Elintarviketeollisuus Suomessa. Luettu 3.9.2021. <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/elintarviketeollisuus/elintarviketeollisuus-suomessa>

Ruokavirasto. 2021. Mikä on ruokavirasto? Luettu 4.9.2021. <https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/mika-on-ruokavirasto/>

Ruokavirasto. 2021. Omavalvonnan periaatteet HAACP. Luettu 29.9.2021. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/omavalvonta/omavalvonnan-periaatteet/haccp/>

SGS. FSSC 22000 Elintarviketurvallisuuden sertifiointi. Luettu 29.9.2021. <https://www.sgs.fi/fi-fi/agriculture-food/food/gfsi-certification/fssc-22000-food-safety-systems-certification>

Steger, C., Ulrich, M. & Wiedemann, C. 2017. Machine Vision Algorithms and Applications. 2. painos. Weinheim: Wiley-VCH

The International Organization for Standardization (ISO). 2021. About us. <https://www.iso.org/about-us.html>

Uusitalo, J. Sermatech Oy. Näköjärjestelmät osana automaatiota ja tuotantolaitteita. 2020. Luettu 15.10.2021. <https://www.sermatech.fi/nakojarjestelmat-osana-automaatiota-ja-tuotantolaitteita/>