
ENDOSKOOPIN HYÖDYNTÄMINEN MEIJERITEOLLISUUDESSA



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Hämeenlinna, syksy 2016

Matti Roukka



Hämeenlinna
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Tekijä	Matti Roukka	Vuosi 2016
Työn nimi	Endoskoopin hyödyntäminen meijeriteollisuudessa	

TIIVISTELMÄ

Meijerit ovat maitotuotteita valmistavia tuotantolaitoksia, joissa maitotuotteet virtaavat venttiileillä ohjattuja linjoja pitkin prosessin putkistoissa. Laitteistossa voi kuitenkin ilmestyä ajan myötä erilaisia vikatiloja, jotka usein heikentävät tuotantokapasiteettia ja aiheuttavat hävikkiä. Syynä vikoihin voivat olla prosessin ulkoiset tai sisäiset tekijät. Esimerkkinä prosessin sisäisistä vikatiloista voidaan pitää venttiilien tiivisterikkoa, jonka havaitseminen on usein hankalaa, sillä tiivisteet ovat usein nähtävissä vain prosessin sisältä päin. Viat voivat aiheuttaa tuotteen kontaminoitumista ja aiheuttaa suurta tappiota yritykselle tuotantoerän pilaantuessa, sillä tuotantoerän arvot voivat olla meijereissä yleisesti jopa 100 000 €. Näiden tuotannon vikojen havaitsemisen avuksi on kehitetty lääketieteestä teollisuuteen soveltuva endoskooppilaitte.

Endoskooppi on lääketieteessä käytetty tähystyslaite, jonka avulla voidaan nähdä kuvaa paikoista, joihin normaalisti ei pääse tai pysty näkemään. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Jyväskylän Valio Oy, joka on laktoosittomiin maitotuotteisiin erikoistunut nestemaitomeijeri. Meijeriin investoitiin videoendoskooppilaitte 2014 vuoden keväällä, mutta tutkimuksia teollisen endoskopian soveltuvuudesta elintarviketeollisuuteen on vähän. Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää endoskoopin mahdollisuuksia ja kannattavuutta meijeriteollisuuden huolloissa ja tuoda samalla teollisesta endoskopiasta saatua mahdollisia hyötyjä ja haittoja ihmisten tietoisuuteen.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan endoskoopin soveltuvuutta meijerin venttiilien ennakko- ja huoltoihin ja selvitetään muita mahdollisia hyötysovelluksia. Investoinnin taloudellinen kannattavuus selvitettiin tutkimalla tilastoituja poikkeamia sekä tarkastelemalla venttiilihuoltoihin kuluva aikaa ja tähystyksien kuvamateriaalia. Tutkimuksessa pohditaan endoskoopin käyttöön liittyviä ominaisuuksia, riskejä ja käyttökokemuksia sekä laitteen hankinnan vaihtoehtoja. Tulosten mukaan endoskooppi todettiin kannattavaksi laiteinvestoinniksi ja laitteen käyttöönottamista osaksi ennakko- ja huolto-ohjelmaa suunnitellaan muissa Valion meijereissä.

Avainsanat Meijeriteollisuus, endoskooppi, ennakko- ja huolto, huoltolaitteet, teollisuusendoskopia.

Sivut 53 s.

Hämeenlinna

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Author

Matti Roukka

Year 2016

Subject of Bachelor's thesis

Utilization of endoscope in dairy industry

ABSTRACT

In dairies milk is processed in many different ways. Finished dairy products flow in pipelines through the process controlled by valves. Various failures caused by internal or external reasons may appear over time weakening the process. This reduces the production capacity causing a harmful production loss. An example of internal failures is faults in the seals of magnetic valves causing a leak in the process thus contaminating the product. The seals can only be inspected from inside the tubing or by disassembling them. The inspection of valves one by one used to be time consuming and expensive. To detect the faults a device suitable for industrial use has been developed, i.e. an endoscope which facilitates the inspection of faults. The endoscope is widely used in medical applications. It allows a visual image from locations which can't be seen normally.

This Bachelor's thesis was commissioned by Valio Oy Jyväskylä dairy plant. The aim of the thesis was to examine the use of the endoscope in an industrial field. The dairy plant is specialized in lactose free liquid dairy products. The dairy invested in a video-endoscope in spring 2014 but only few studies exist on the suitability of the industrial endoscopy in food industry. The purpose of the thesis was to investigate the possibilities, the benefits and possible disadvantages of using the endoscope in industrial applications. Another aim was to examine the suitability of the endoscope in the preventive maintenance of valves in a dairy and its use in other applications. The profitability and viability of the industrial endoscope was studied by investigating the annual statistic figures and deviations of production and the time spent on valve maintenance.

The results of the study show that the endoscope makes it easier to examine the valve faults. It is also useful in other applications helping to prevent the production loss. It proved to be a very profitable investment and the use of endoscope is considered to be introduced in other Valio plants in preventive service of dairy processes.

Keywords Endoscope, industrial endoscope, dairy, preventive maintenance

Pages 53 p.

Tavastehus

Utbildningsprogrammet i Bio- och Livsmedelsteknik

Författare:

Matti Roukka

År: 2016

Lärdomsprovets namn:

Utnyttjande av endoskopet i mejeriindustrin

SAMMANDRAG

I mejerier bearbetas mjölken på många olika sätt. Mejeriprodukter strömmar i rörledningar och den här processen styrs av ventiler. På grund av externa och interna skäl kan olika fel uppstå i processen. Detta minskar produktionskapaciteten och orsakar förluster. Ofta skadas tätningar och under tiden blir produkter förstörda. Till exempel tätningarna kan endast inspekteras från insidan av slangen eller genom att demontera dem. Inspektion av processventiler är tidskrävande och dyr. Genom att använda eget endoskop blir det lättare och snabbare att söka fel.

Endoskopet används allmänt i medicinska tillämpningar. Med hjälp av endoskopet får man en visuell bild från platser som inte kan ses normalt. I denna studie experimenteras användning av endoskopet i industriområdet. Uppdragsgivare för lärdomsprovet är Valio Oy i Jyväskylä. Anläggningen är specialiserad på laktosfria mejeriprodukter. Mejeriet har redan investerat i en video-endoskop på våren 2014 men den industriella endoskopin har studerats litet i livsmedelsindustrin. Syftet med studien är att undersöka både möjligheter och eventuella nackdelar i användning av endoskopet i industriella tillämpningar.

Denna studie forskar i användning av endoskopet i underhållet av mejeriventiler och dess användning också på andra platser. Lönsamheten på det industriella endoskopet studerades från de årliga statistiska siffrorna av produktionen. Enligt resultaten gör endoskopet det lättare att undersöka fel ventiler och det är också användbart i andra applikationer som hjälper att förhindra förlust av produktionen. Det visar att vara en mycket lönsam investering och användningen av endoskopet anses som nödvändig tjänst i mejeriprocesserna.

Nyckelord Endoskop, mejeri, förebyggande underhåll, processventiler

Sidantal: 53 s.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	YRITYSESITTELY	2
3	ENDOSKOOPPI	4
3.1	Endoskoopin tyypit	4
3.2	Sovellettavat alat	7
3.3	Maahantuojat	7
3.4	Endoskoopin käyttöönoton arvioiminen	7
4	KUNNOSSAPITO	9
4.1	Korjaava kunnossapito	11
4.2	Parantava kunnossapito	12
4.3	Ehkäisevä kunnossapito	12
4.3.1	Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus	13
4.3.2	Ehkäisevän kunnossapidon tehtävät	13
4.4	Piilevät viat.....	13
5	TUOTANTOPROSESSIN VENTTIILIT JA TIIVISTEET.....	14
5.1	Jyväskylän meijerissä käytettävät venttiilit.....	16
5.2	Tiivisteet.....	19
6	LAITTEEN HANKINTA.....	22
6.1	Tärkeimmät endoskoopin ominaisuudet meijerille	22
6.2	Endoskoopin käyttökoulutus	23
6.3	Endoskoopin huoltaminen.....	24
6.4	Videoendoskooppilaitteiden kilpailutus	24
6.5	Laitteen hankinta suoraan valmistajalta	27
7	KOKEELLINEN OSUUS	27
7.1	Käyttöohjeistus endoskoopilla suoritettavalle ennakkohuollolle	28
7.2	Huoltokohteen valinta	30
7.3	Venttiilipatteriston kuvamateriaalien tarkastelu.....	31
7.4	Endoskoopilla tähystetyn pumpun kuvamateriaalit	33
8	TULOKSET JA KUSTANNUKSET	35
8.1	Endoskoopilla kuvattavia asioita.....	35
8.2	Endoskoopin riskit ja kriittisyys.....	36
8.3	Endoskoopin vaikutus huoltoon kuluvaan aikaan	38
8.4	Vikojen esiintyminen	40
8.5	Venttiilien poikkeamien tilastointi	41
8.6	Tuotantoriskien arviointi	42
8.7	Käyttökokemukset.....	43
8.7.1	Jyväskylän Valion kunnossapidon käyttökokemukset	43
8.7.2	Vantaan Valio Oy:n käyttökokemukset.....	44
8.7.3	Riihimäen Valion Oy:n käyttökokemukset	45

9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	46
9.1	Endoskoopin erilaiset mahdollisuudet	46
9.2	Laajentaminen ja investointi muihin yksiköihin	46
9.3	Riskien pohdintaa.....	47
9.3.1	Tuotannollinen riski.....	47
9.3.2	Hygieniariskit	48
9.3.3	Vierasesineriskit	48
9.4	Tutkimuksen pätevyys ja tulosten luotettavuus	49
9.5	Toimintasuunnitelma.....	50
	LÄHTEET	51

1 JOHDANTO

Endoskooppi on lääketieteessä käytetty tähystyslaite, jonka avulla voidaan nähdä kuvaa paikoista johon normaalisti ei pysty näkemään. Tutkimuksen tarkoituksena on viedä lääketieteeseen kehitetty laite teolliseen käyttöön ja selvittää, mikä on laitteen todellinen hyöty meijerissä. Teollinen endoskopia on tullut tietoisuuteen 2000-luvun alkupuolella endoskooppien teknisten kehityksien myötä, mutta tieteellistä materiaalia endoskooppien soveltuvuudesta huoltoihin elintarvikealalla on hyvin vähän. Työnantajana toimii Valio Oy Jyväskylä, joka investoi vuonna 2014 Okulaari Oy:n toimittamaan videoendoskooppiin. Endoskoopin avulla on pyritty parantamaan venttiileihin kohdistuvan ennakkohuollon laatua. Laite koetaan hyödylliseksi, mutta investoinnin jälkeen on herännyt kysymyksiä laitteen todellisesta hyödystä ja siitä, mihin laitetta kannattaa ja voidaan soveltaa. Tämä työ on ensiaskel teollisen endoskopian mahdollisuuksien ja kannattavuuden kartoittamiseen meijeriteollisuudessa.

Erilaisten käyttötarpeiden myötä myös endoskooppeja on erityyppisiä. Tutkimuksessa avataan endoskooppien toiminnallista rakennetta sekä meijerille soveltuvan endoskooppimallin keskeisiä pääpiirteitä laiteinvestointina. Työssä tutustutaan kunnossapidon rakenteeseen sekä venttiilien toimintaan meijerissä, jonka avulla saadaan parempi ymmärrys huoltoprosessin muodostumisesta. Lisäksi tutkimuksessa tutustutaan meijerille soveltuviin tiivistemalleihin.

Tutkimuksen kokeellisessa osuudessa tutkitaan endoskoopin hyödyntämistä venttiilipatteriston ennakkohuoltoon ja selvitetään muita endoskooppilla tutkittavia kohteita. Saatujen kuvamateriaalien ja meijerin vuotuisten poikkeamatilastojen avulla voidaan selvittää ennakkohuoltojen kannattavuus. Tulosten avulla selvitetään laitteen kannattavuutta mittaamalla laitteen maksimaalista hyötyä huolloissa sekä tutkimalla endoskoopin muita käyttömahdollisuuksia. Näiden tietojen avulla voidaan selvittää laitteen kokonaiskannattavuus investointina.

Opinnäytetyössä hyödynnetään Valio Oy:n laitteiden manuaalitietoja sekä asiantuntijoiden näkemyksiä ja kokemuksia endoskoopista. Endoskooppien maahantuojien näkemykset meijerille soveltuvasta laitteesta otettiin huomioon työn haastatteluissa. Opinnäytetyön tutkiva osio rajattiin käsittelemään pääosin venttiilien ennakkohuoltoa ja työssä keskitytään videoendoskoopin käyttöön ja mahdollisuuksiin. Tutkiva osio suoritettiin Valio Oy Jyväskylän valmistusosastossa kunnossapidon avustuksella vuosina 2015–2016. Tutkimuksen tulosten perusteella on tarkoitus saada selville endoskooppilla tehtyjen ennakkohuoltojen kannattavuus ja laitteen soveltuvuus meijeriteollisuudessa.

2 YRITYSESITTELY

Valio Oy (2015) on suomalainen meijerialan yritys, jonka omistaa kokonaan suomalaiset maitotilayrittäjät. Valiolla on 13 tuotantolaitosta, jotka yhdessä logistiikkayksiköiden avulla takaavat maitotuotteiden huoltovarmuuden Suomessa. Valion maitotilayrittäjät työllistävät arviolta 30 000 henkilöä ja Valion maitotilalliset tuottavat noin 80 % suomalaisesta maidosta.

Maito tuo Suomessa yli 40 % maatalouden tuloista ja Valion toiminnasta kiertyy takaisin Suomen talouteen lähes 2 miljardia euroa vuosittain. Tuotteiden myyntitulo palaa yhteiskuntaan työnä, palkkoina, tilityshintana omistajayrittäjille, hankintoina ja investointeina. Valio investoi Suomeen vuodessa noin 100 miljoonaa euroa ja maitotilayrittäjät 150–200 miljoonaa euroa. Lisäksi Valio on Suomen suurin maitotuotteiden viejä 97 %:n osuudella ja Valion osuus koko elintarvikeviennistä on 30 %.

Valio panostaa maidon laadulliseen ja vastuulliseen tuotantoon, joka alkaa lehmien hyvinvoinnista ja elinympäristöstä. Kaikkialla Suomessa kasvaa nurmea, jonka lehmä muuttaa ihmisravinnoksi. Puhdasta vettä on oltava lehmien juotavaksi riittävästi. Lehmien valkuaisrehuna ei käytetä soijaa ja rehut ovat geenimuuntelemattomia. Lisäksi metsien ansiosta suomalainen maidontuotanto on hiilineutraalia.

Valiolaisten maidon laatu on tutkitusti maailman parhaiden joukossa. Valiolaiset omistajayrittäjät panostavat tuotantoeläinten hyvinvointiin kouluttamalla ja kehittämällä eläinten olosuhteita. Eläinlääkkeitä ja torjunta-aineita käytetään erittäin vähän ja moninkertaisen testauksen ansiosta maitoon ei pääse antibiootti- eikä muitakaan mikrobilääkejäämiä, joka tekee tuotantosysteemistä ainutlaatuisen koko maailmassa. Virheiden sattua maiton alkuperä voidaan jäljittää sataprosenttisesti.

Maitoalalla Valio toimii edelläkävijänä koko maailmassa tuomalla markkinoille yli 100 uutuustuotetta vuosittain tuotekehityksen ansiosta. Valio käyttää tutkimukseen, tuotekehitykseen ja laadunvalvontaan yli 30 miljoonaa euroa vuosittain. Tuoteideoita ja -testausta tehdään yhdessä kuluttajien ja henkilökunnan kanssa.

Asiakkaina Valiolla ovat vähittäiskaupat, julkisyhteisöt, elintarviketeollisuus, tukkukaupat, ravintolat, kioskit ja liikennemyymälät. Valion myynti on valittu Suomen parhaaksi monta kertaa peräkkäin ja lisäksi Valion myynnin tuoteryhmäosaaminen tukee asiakkaiden liiketoimintaa. Kuluttajien kanssa Valio keskustelee aktiivisesti sosiaalisen median kanavissa ja myös omassa verkkopalvelussaan valio.fi, joka tavoittaa kuukausittain miljoona kävijää.

Valion Keski-Suomen konttori perustettiin 1935, jonka johdosta meijeritoiminta aloitettiin Jyväskylän keskustassa 1941. Nykyään Valio Oy Jyväskylän meijeri on maitojen, kermojen, piimien ja erikoismaitojen valmistukseen keskittynyt tuotantolaitos, jonka toimiyksikkö rakennettiin 1980 Sepälänkankaalle (kuva 1, s. 3). Jyväskylän jakelu vastaa Valion tuotteiden ja

lähes neljäkymmenen jakeluyhteistyökumppanin tuotteiden jakelusta Keski-Suomen alueella, länsirannikolta itärajalle saakka. Meijerin toiminta on laajentunut voimakkaasti 2000-luvulla, jonka johdosta toimitiloja ja prosesseja uudistettiin vuosina 2002–2009. Erikoismaitojen valmistus ja vienti aloitettiin 2004 ja meijerin viimeisin laajennus kohdistui materiaalivarastoon 2014. Meijeri ottaa vastaan vuodessa runsaat 200 miljoonaa litraa maitoa. Meijerin jakelualan liikevaihto on n. 270 miljoonaa euroa. Jyväskylässä työskentelee 284 valiolaista henkilöä. (Valio 2015.)

Meijerissä vastaanotettua maitoa pumpataan maitoautoista vastaanotossa meijerirakennuksen päällä sijaitseviin raakamaitosiiloihin. Raakamaitosiilosta maito kulkee putkistoja pitkin tuotantotilaan separointiin, jossa maito jakautuu rasvattomaksi maidoksi ja kermaksi. Saadut komponentit homogenisoidaan ja pastöroidaan maito- ja kermapastöörin avulla, jonka jälkeen ne siirretään siiloihin. Siiloihin varastoitu tuote siirtyy putkistoja pitkin pakkaamoon pakkauskoneisiin ja tämän jälkeen valmis tuote kuljetetaan linjoja pitkin varastoon ja sieltä jatkokuljetuksen kautta asiakkaille. (Valio 2015.)

Laktoosittomien tuotteiden valmistus poikkeaa tavallisten tuotteiden osalta siten, että osa tuotteen laktoosista poistetaan erotusprosessin avulla ja osa pilkotaan entsymaattisesti. Erikoismaitotuotteiden johdosta meijerin tuoteprosessi uusittiin kokonaisuudessaan vuosina 2003–2009. Uudistuksessa korotettiin mm. raakamaidon siilokapasiteettia ja maidon separointikapasiteettia. Valmistuksen uudistuksen yhteydessä lisättiin myös tuotekomponenttien ja valmiiden tuotteiden siilo- ja säiliökapasiteettia. (Valio 2015.)



Kuva 1. Valio Jyväskylän toimituskeskus rakennettiin Seppälänkankaalle 1980. (Vahaniitty 2016. Viitattu 1.9.2016. <http://www.vahaniitty.fi/wordpress/portfolio/valio-jyvaskyla/>)

3 ENDOSKOOPPI

Endoskooppi on vedenkestävä tähystystutkimuskameralaitte, jonka avulla voidaan kuvata ja nähdä asioita paikoista, joihin ulkoa päin ei päästä käsiksi. Laitetta (kuva 2) käytetään visuaalisessa tarkastustyössä erilaisilla aloilla. Näköhavaintoon perustuvan etätutkintalaitteen avulla voidaan tähystää liikaa ja muita prosessia haittaavia tekijöitä tutkittavaa kohdetta purkamatta. Lisäksi endoskoopin avulla voidaan tutkia myös korkealla tai ahtaissa paikoissa sijaitsevia laitteita, joihin on muuten vaikea päästä käsiksi. Kirjallisuudessa endoskoopilla tehtyjä tähystyksiä tunnetaan englannin kielellä lyhenteellä RVI -Remote Visual Inspection. (Kehittyvä elintarvike 2014, 47.)



Kuva 2. Endoskooppeihin kuuluva videoendoskooppi. (IT-Concepts (PDF) - Homeland Security Visual Technologies for Security and Defense. n.d. Viitattu 10.5.2016 <http://www.okulaari.fi/tuotteet.html>)

3.1 Endoskoopin tyypit

Endoskopian on kehitetty toimimaan apuvälineenä myös muualla kuin alkuperäisesti suunnitellussa sairaalaympäristössä. Laitteiden valikoima on laaja ja erilaisten ominaisuuksien ansiosta ne soveltuvat mm. elintarvike- ja lääketieteeseen, tutkimustyöhön ja arkeologiaan. Endoskopia ei kuitenkaan nykypäivänä ole kovin yleisessä käytössä muualla kuin lääketieteessä. Sen tuomaa hyötyä päivittäisessä työskentelyssä pyritään tuomaan esille laajalla laitetarjonnalla. Erilaisten käyttökohteiden myötä on kehitetty erilaisia laitteita. Endoskooppi on yleinen käsite, joka kattaa kaikki tähystyskuvainlaitteet. Yleisiä endoskooppityyppejä ovat jäykkä endoskooppi ja joustava endoskooppi, jotka ovat puhtaasti optiikkaan perustuvia toimilaitteita. (Suominen 2014, 10.)

Jäykkä endoskooppi on optinen tähystyslaite, joka tunnetaan myös kirjallisuudessa boreskoopina. Jäykän endoskoopin toiminta perustuu kohdistettuun linssijärjestelmään sylinterimäisen putken sisällä (kuva 3), jossa prismoista ja linseistä koostuva putki heijastaa päässä olevan näkymäsylinteriin linssien avulla kuvan katselijan silmään. Järjestelmän linssien asettaminen tiettyyn kulmaan laajentaa tai supistaa tulopupillin katselukulmaa. Linssijärjestelmän prisma asetetaan aina samaan kulmaan ensimmäisen linssin kanssa. Sylinterin sisällä olevat linssit on valmistettu usein lasista niiden tuoman kuvanlaadun sekä valoherkkyyden ansiosta. (Suominen 2014, 10.)



Kuva 3. Jäykkä endoskooppi, eli boreskooppi on linssijärjestelmään perustuva putkimallinen endoskoopin olomuoto. (Suominen 2014, 10.)

Joustava endoskooppi tunnetaan myös taipuisana endoskoopina eli fiberoskoopina, joka mahdollistaa tähystyksen mutkikkaissa olosuhteissa. Fiberoskoopin toimintaperiaate perustuu ohuisiin optisiin valokuitukaapeleihin (kuva 4), joiden avulla kuva välitetään sisäänvientiosaa pitkin tulopupilliin, jossa kuvan kokoa suurennetaan. Tarkasti aseteltuja valokuituja saattaa nipussa olla jopa n. 50 000 kappaletta ja ne ovat halkaisijaltaan 4–14 mikromillia. Valo voidaan tuoda fiberoskooppiin valokuitua pitkin hyödyntämällä LED-teknologiaa. (Suominen 2014, 11.)



Kuva 4. Joustava endoskooppi, eli fiberoskooppi on taipuisa endoskoopin olomuoto. (Suominen 2014, 11.)

Näiden optiikkaan perustuvien endoskooppien myötä on kehitetty myös videoendoskooppi, jonka toiminta perustuu kameralaitteeseen ja edellä mainittujen endoskooppien optiikkateknologiaan. Optisella valokuidulla varustetun kaapelin päädyssä varustetun nestetiiviin ja korkeaa lämpötilaa kestävä kameran ja sivulta ohjattavien linssien avulla voidaan ohjata kuvaa tähystetystä alueesta kaapelin toiseen päähän. Videoendoskoopin avulla pystytään siirtämään sähköistä kuvaa kohteesta tähystyspäästä optista valokaapelia pitkin kädessä pidettävään sähköiseen monitoriin ja tarvittaessa myös tallentaa tiedostot muistikortille. Videoendoskoopit (kuva 5, s. 6) muistuttavat fiberoskooppia joustavuudellaan ja joustavuuden lisäksi videoendoskooppia pystyy ohjaamaan vaijeritekniikan avulla monitoripäästä, jolloin

tähystystä on helpompi hallita. Videoendoskoopin kamera on varustettu LED-valolla, jonka avulla pystytään saamaan laadukasta kuvaa pimeistäkin paikoista. Laitteiden valaisu ja tarkennusteho ovat endoskoopin valinnassa merkittävä tekijä. Nykyisin käytetään lähinnä digitaalisia endoskooppeja, joiden avulla tutkimuksesta voidaan tallentaa reaaliaikaisia kuvia ja videoita. (Talvitie 2016.)



Kuva 5. Videoendoskooppi (Aitproducts. n.d. Viitattu 24.4.2016 <http://aitproducts.com/borescopes/articulating-videoscopes/iris5-videoscope-video-borescope.html>)

Videoendoskoopissa on mahdollista lisätä sähköinen Chip-on-the-tip kamerasensori, joka sijaitsee sisäänvientiosan päässä. Sensorin avulla luotua kuvaa siirretään videopiiriin, jossa optinen signaali muutetaan digitaalseksi. Digitaalinen viesti välitetään kameraohjaimeen, joka muodostaa kuvan eriliselle näytölle. Endoskoopin ohjauksessa voidaan käyttää vaijeritekniikkaa tai sähköistä tekniikkaa. Vaijeritekniikkaan perustuvaa endoskooppia ohjataan näppituntumalla. Vaijeritekniikkaan perustuvaa endoskooppia on helpompi hallita, kun tähystettävät kohteet eivät ole mutkikkaita. Sähköisesti kääntyvien endoskooppien ohjaamiseen ei tarvita näppituntumaa, mutta sähköinen pää (kuva 6) lisää tekniikkaa endoskoopin kuvantapäädyssä ja siten lisää myös rikkoutuvia osia, joiden mahdolliset vauriot voivat olla kalliita. (Suominen 2014, 11.)



Kuva 6. Chip-on-the-tip endoskooppi (Suominen 2014, 11.)

3.2 Sovellettavat alat

Laitetta on hyödynnetty lääketieteen kliinisissä tähystystutkimuksissa ja teollisuudessa autonmoottorien rakentamisessa. Kuitenkin endoskoopin käytön mahdollisuuden eivät rajaudu vain tähän, sillä ammattitasoisia endoskooppeja voidaan käyttää melko laajasti eri teollisuudenaloilla, kuten meri-, energia-, elintarvike-, konepaja- ja prosessiteollisuuden kunnossapidossa sekä ajoneuvojen ja kiinteistöjen tarkastuksissa. Tuotantolaitoksissa saatetaan purkaa laitteistoja ja muita kohteita usein turhaan, kun huolto/puhdistustarve tai ongelma voidaan selvittää paljon nopeammin tähystämällä. (Kehittyvä elintarvike 2014, 47.)

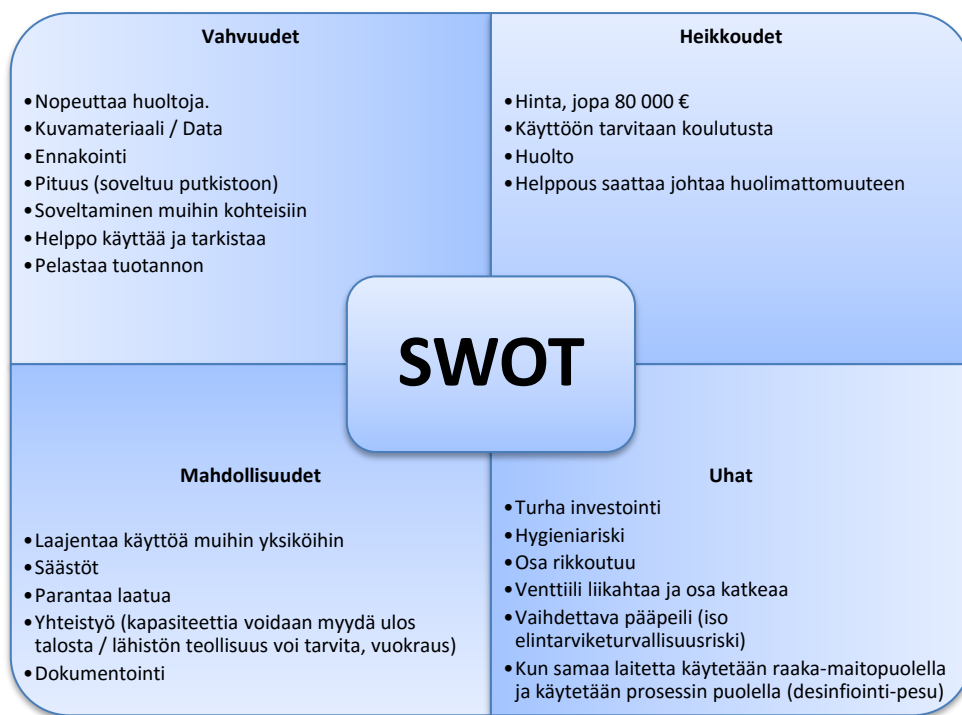
Laadunvarmistus tehostuu venttiilejä irrottamatta. Meijerin maitoa käsittelevissä laitteissa on Jyväskylän tuotantotiloissa yhteensä yli kolmetuhatta venttiiliä. Noin 7,5 metriä pitkän kameralaitteen avulla voidaan visuaalisesti tarkistaa kerralla tuoteventtiiliryhmässä kaikkien saman putken varrella olevien venttiilien peseytyvyys. Endoskooppien teknologiaa on tunnettava, jotta osataan valita oikeat laitteet eri kohteisiin ja käyttötarkoituksiin. Alan palveluntarjoaja ja saksalaisen IT-Conceptsin laitteiden maahantuoja Okulaari Oy auttoi valitsemaan Valion tarpeisiin parhaiten sopivan laitteen ja koulutti henkilöstön sen käyttöön. (Salaja 2014, 22–24.)

3.3 Maahantuoja

Okulaari Oy on ammattitason endoskopiaan keskittynyt kahden avainhenkilön omistama yritys, jonka painopisteenä on teollisten ja teknisten alojen tähystyslaitteistojen markkinointi. Okulaari myy pääasiassa saksalaisen IT-Conceptsin valmistamia laadukkaita tähystyslaitteita. Yrityksen tuotevalikoimasta löytyy eri tarpeisiin sopivat videoendoskoopit sekä optiset endoskoopit, joiden lisäksi yritys toimittaa myös tähystyksessä käytettäviä tarvikkeita, kuten keskittimiä, ohjausputkia ja kuvantallennuslaitteita. Yritys tarjoaa käytettävien laitteiden lisäksi kattavia tähystyspalveluja yllättäviin tai satunnaisiin tähystystarpeisiin sekä muun teollisuusendoskopiaan liittyvän tuen huoltopalveluista koulutuksiin. ”Järjestämme laitteelle tehtaan kuntotarkistuksen sekä mahdolliset säädöt ja ohjelmistopäivitykset vuosittain. Lisäksi toimitamme varalaitteen tai lisäkalustoa, mikäli Valion oma laite ei ole käytettävissä tai akuutti tarve muuten sellaista vaatii”, Talvitie kertoo Promaint-lehden haastattelussa. Okulaari toimii myös endoskooppien huollon edustajana, toimittaen huollettavat endoskoopit korjattavaksi IT-Conceptsille Saksassa. Okulaarin tavoitteena on lisätä Suomessa endoskopian hyödyntämistä teollisuudessa ja muilla aloilla. (Salaja 2014, 22–24.)

3.4 Endoskoopin käyttöönoton arvioiminen

Tarkastelemalla laitteen sisäiset ja ulkoiset vahvuudet sekä heikkoudet, voidaan saada parempi kokonaiskuva laitteen käytön mahdollisuuksista ja ymmärtää laitteen investoinnin kannattavuutta. Endoskooppia analysoitiin SWOT-analyysin avulla (kuvio 1, s. 8). Lisäksi arvioinnin tukemiseksi ja ymmärtämiseksi tehtiin arvoanalyysi (taulukko 1, s. 8).



Kuvio 1. Endoskooppilaitteen SWOT-analyysi

Taulukko 1. Arvoanalyysi endoskoopista

Mikä se on?	Endoskooppi on tähystyslaite, jota on käytetty yleisimmin lääketieteen sovelluksissa tähystystutkimuksissa
Mitä se tekee?	Tähystää vaikeita paikkoja sekä tallentaa kuvia ja videomateriaalia.
Mitä se maksaa?	Tämän työn endoskooppi maksoi arviolta n. 25 000 €
Mikä muu voisi tehdä saman?	Kamera, peilit, robotti?
Mitä vaihtoehtot maksavat?	Halvimmat laitteet n. 50-100 € sekä RIGID -endoskooppi 1000-5000 €.
Miksi on olemassa?	Laitteen avulla voidaan helpottaa prosessien huoltoja ja saada kuvaa paikoista joihin ei paljain silmin nähdä.

4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on usein ymmärretty prosessia korjaavana toimenpiteenä, mutta nykyään kunnossapidolla tarkoitetaan tietoon ja osaamiseen perustuvaa tuotanto-omaisuuden hoitamista. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen on yrityksessä investointi ja panostus, jonka tuotto syntyy tuotantoprosessin optimoidusta ja kontrolloidusta hallinnasta. Mitä tehokkaampaa hoitaminen on, sitä enemmän tuotteita pystytään valmistamaan, jolloin tuotantoprosessiin investoiduille rahoille saadaan parempi tuottovaste. (Järviö & Lehtiö 2012, 96.)

Kunnossapito on kiinteistön ylläpitoon kuuluvaa vuosikorjaustoimintaa, jossa kiinteistön laatutasoa ei olennaisesti muuteta. Siinä rakennusosat ja tekniset järjestelmät pidetään ennallaan uusimalla tai korjaamalla vialliset tai kuluneet osat. Kunnossapidon tavoitteena on säilyttää rakenteet sen laatuina kuin ne olivat valmistuessaan. Kunnossapitoa voidaan tehdä joko suunnitelmallisesti käyttämällä esimerkiksi huoltokirjaa apuna tai sitten toimitaan ilman suunnitelmaa ja korjataan viat vasta niiden ilmannuttua. (Siirtola 2012, 8.)

Yritykset tarvitsevat siis suoritteiden tuottamiseen resursseja, eli tuotanto-omaisuutta, johon kuuluvat mm. koneet ja laitteet, kiinteistöt ja maa-alueet. Näille resursseille on yhteistä, että niitä saadakseen yrityksen on tehtävä investointeja. Tuotanto-omaisuuden hoitamisen tehokkuus muodostuu kahdesta tekijästä, halusta ja kyvystä. Kyvykkyys puolestaan koostuu tiedosta ja taidosta sekä resursseihin pohjautuvasta varallisuudesta toteuttaa kehitystä. (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)

Perinteisesti yritykset ovat huolehtineet valmistusprosessin toimintakunnosta tekemällä kunnossapitoa, joka perinteisesti on ollut korjaavaa. Tätä ongelmakenttää on ryhdytty selvittämään 1970-luvulla länsinaapurissa Ruotsissa, missä parinkymmenen vuoden jälkeen ymmärrettiin, ettei kunnossapito ole ainoastaan korjaamista vaan kunnossapito on näiden lisäksi vikojen ja vikaantumisten hallintaa ja estämistä. Koneiden tehokas käyttäminen ja toiminnan luotettavuus ei riipu yksinomaan kunnossapitäjistä, vaan myös koneiden käyttäjistä, jolloin voidaan todeta, että tuotantolaitoksen toiminnallinen tehokkuus ja luotettavuus ovatkin osa suurempaa kokonaisuutta, johon voidaan vaikuttaa kunnossapidon suorittaman huollon kautta. (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)

”Huolto on prosessissa jaksotetun kunnossapidon toimenpide ja se sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet (PSK 6201:2011). Huoltamalla yllä pidetään kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määrävälein, jotka määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan, ottaen huomioon myös käytön rasittavuus.” (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)

Elintarvikealalla huoltoja tehdessä tulee muistaa hygienian asiat, sillä kunnossapidon hygienian onkin vaikeammin toteutettava toimenpide. Myös valvottava sektori jää edelleen useissa laitoksissa liian vähälle huomiolle. Häiriötön tuotanto edellyttää aina hyvin ennakkohuollettuja koneita ja laitteita. Myös prosessin aikana joudutaan usein tekemään erilaisia säätöjä ja pieniä korjauksia, puhumattakaan mahdollisista todellisista toimintahäiriöistä korjauksesta tuotantolinjassa. Toimintahäiriön sattuessa paikalle hälytetään kunnossapitomiehen mahdollisimman suoraan työkohteeseen. Vaikka hygieniakoulutus on saatu ja oikeat toimintatavat ovat selvästi mielessä, menee kiire helposti hygienian edelle. (Kehittyvä elintarvike 2006, 47.)

Tuotanto-omaisuuden hoitamisessa yhdistyvät oikea käytötapa, vikaantumisen hallinta (mukaan lukien ehkäisy), huolto sekä tarvittaessa kunnossapito ja/tai korjaaminen. Näitä tekijöitä on esitelty Taulukko 2:ssa.

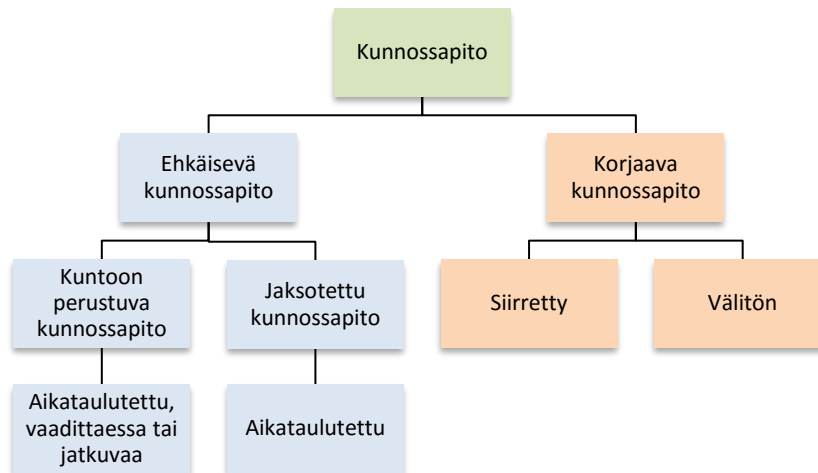
Taulukko 2. Tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen	
Toimivuuden parantaminen - Kunnossapidettävyyden parantaminen - Luotettavuuden parantaminen	Toimintakunnosta huolehtiminen - Päivittäinen käyttäminen - Kunnan valvonta - Ennakoiva ja ehkäisevä kunnossapito, huolto - Korjaava kunnossapito

Tehokkaan johtamisen perusedellytys on jaotella tuotanto-omaisuus tekemiset eri lajeiksi. Jaottelulla pystytään seuraamaan tehokkuutta vertailemalla erilaisten työlajien tehtyjen työtuntien määrää ja kustannuksia. (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)

SFS-EN 13306 -standardissa kunnossapito voidaan määrittää seuraavalla tavalla: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnan.” (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)

SFS-EN 13306:2010 -standardin mukaan kunnossapitoa voidaan jaotella (kuva 7, s. 11) mukaisesti. ”Standardin jaotelma jakaa kunnossapitotoimenpiteet vian havaitsemisen mukaan. Vika määriteltiin aikaisemmin tilaksi, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Näin ollen ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan ennen kuin vika pysäyttää komponentin toiminnan.” (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)



Kuva 7. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010. (Standardi (2010) SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Suomen Standardisoimisliitto SFS. 54.)

Usein kunnossapito-organisaation tärkeimpiä tavoitteita on suorittaa korjaukset mahdollisimman tehokkaasti/nopeasti. Vaikka tavoite on hyvä, on paljon tärkeämpää pyrkiä vikaantumisen välttämiseen. Usein vian aiheuttama epäkäytettävyyskustannus (tuotannon menetys) on suurempi kuin vian estämisen kustannus. Ihmiset usein tiedostavat, että vikaantumiset ovat merkittävä tekijä tuotantotappioihin, mutta eri syistä johtuen vain harvat yritykset panostavat tosissaan vähentääkseen tästä aiheutuvan hävikin vaikutusta. Jotta hävikki otetaan vakavasti ja sitä aletaan pienentää, tarvitaan ennen kaikkea uutta ajattelutapaa vikaantumisiin liittyen. Endoskooppi on laite, joka on pääsääntöisesti kunnossapidon käytössä, jolloin on oleellista myös selvittää, mitä on kunnossapito ja mitkä ovat niiden päätehtävät. (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.; Kanninen 2013, 7.)

4.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon avulla vikaantunut osa tai komponentti palauteaan käyttökuntoon, eli korjataan. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla pystytään laskemaan osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko häiriökorjausta tai kunnostusta. Häiriökorjaus on usein suunnittelematonta ja kunnostus suunniteltua. Vianmäärittäminen, paikallistaminen, tunnistaminen, korjaus, väliaikainen korjaus ja toimintakunnon palauttaminen ovat osana korjaavan kunnossapidon toimintaprosessia. ”Korjaavakunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen ja jonka tavoitteena on saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon” (SFS-EN 13306:2010). ”Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus” (PSK 6201:2011). (Järviö & Lehtiö 2012, 51.; Kanninen 2013, 12.)

4.2 Parantava kunnossapito

”Parantavalla kunnossapidolla tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä uuttamalla kohteen toimintoa.” (PSK 6201:2011). Standardi SFS-EN 13306:2010 ei määrittele tätä käsitettä, sillä se tuntee vain käsitteet parantaminen ja muutos. Parantavan kunnossapidon voi jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohdetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset. Tällöin suorituskykyä ei varsinaisesti kohteessa muuteta. Toisen ryhmän muodostavat erilaiset korjaukset ja uudelleensuunnittelut, joilla parannetaan koneen epäluotettavuutta. Tarkoituksena ei ole myöskään muuttaa koneen suorituskykyä, vaan muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi. Kolmantena pääryhmänä ovat modernisaatiot, joissa suorituskykyä muutetaan. Modernisaatiolla uudistetaan yleensä sekä kone että valmistusprosessi. Modernisaatiot koetaan kunnossapidon palveluyritysten syömähampaiksi. Usein parannukset luokitellaan investointitoiksi, eikä niitä pidetä kunnossapitona. Käyttäessä käsitettä tuotanto-omaisuuden hallitseminen tämä parantava kunnossapito näkemys puuttuu. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.; Kanninen 2013, 12.)

4.3 Ehkäisevä kunnossapito

Kun koneelta vaaditaan luotettavaa toimintaa, häiriöitä ei saa esiintyä. Koneen on kyettävä suorittamaan haluttu toiminto suunnitellulla tavalla eli luontevasti. Tällöin, jotta kunnossapito-organisaatio pystyisi toimimaan tehokkaasti ja tuottavasti, organisaation toiminnan on oltava hallittua ja systemaattista. Tämä ei onnistu, jos toimitavat ovat pelkästään reagoivia. Ehkäisevän kunnossapidon avulla pystytään asentamaan prosessien luotettavuus täysin varmaan tasoon. Tavanomaisessa teollisuudessa tällaisen varmuustason tavoittelu saattaa olla usein liian kallista, jolloin luotettavuustaso asetetaan matalammalle. Tästä johtuen luotettavuustason korkeus on taloudellinen asia. Mikäli prosessin vikaantuminen aiheuttaa turvallisuuden tai ympäristöön kohdistuvia riskejä, on nämä arvioitava, vaikka riskin (loukkaantuminen tai kuolema, vakava ympäristövahinko tms.) arviointi pelkästään euroina ja sentteinä voi olla vaikeaa sekä moraalisesti arveluttavaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.; Meuronen 2016, 36.)

Kunnossapitojärjestelmään voidaan perustaa toistuville huoltokohteille ennakko- huoltokohteita. Kohteet voivat olla yksittäisiä ennakko- huoltotehtäviä, tai niistä voidaan tehdä ennakko- huoltoreittejä. (Laiholta 2014, 19.)

”Ehkäisevän kunnossapidon keinoin toteutettuna määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä” (SFS-EN 13306:2010). ”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöomaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen” (PSK 6201:2011). Viimeaikainen lainsäädännön kehitys todennäköisesti aiheuttaa sen, että jos prosessissa on turvallisuuteen ja ympäristöön liittyviä riskejä, on ne käsiteltävä asiallisesti ja hallittava. Mikäli tällainen riski toteutuu, yrityksen johto joutuu vastaamaan siitä viranomaisille. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.; Kanninen 2013, 10.)

4.3.1 Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus

Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus määrittelee, kuinka hyvin kunnossapitoa voidaan suunnitella ja aikatauluttaa etukäteen. Hyvässä kunnossapidossa noin 80 % työkuormasta on tiedossa jo noin kolme viikkoa etukäteen. Näin toimenpiteet voidaan suunnitella ja ostaa tarvittavat varaosat sekä aikatauluttaa työt siten, että ne mahdollisimman vähän haittaavat tuotantoa. Jos työt havaitaan vasta vikaantumisen jälkeen, aikaa ei jää tarpeeksi suunnittelulle ja varustautumiselle. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa kuitenkin tehdä vain silloin, jos ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Ehdon avulla voidaan vastata myös kysymykseen, kuinka paljon ehkäisevää kunnossapitoa on järkevää tehdä. Lisäksi ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä myös silloin kun kohteelle ja ehkäisevälle vikamuodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.; Kanninen 2013, 10.)

4.3.2 Ehkäisevän kunnossapidon tehtävät

Ehkäisevä kunnossapito käsittää seuraavat säännöllisesti tehtävät toimenpiteet.

- Vikaantumisen aiheuttavien syiden / olosuhteiden havainnointi ja tarkkailu.
- Kaikki ne toimenpiteet joita suoritetaan, jotta kone pystyisi toimimaan suunnitellulla tavalla. (Voiteluhuolto, rakenteen ylläpito, kiristys, linjaukset).
- Alkaneen vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen. Tähän sisältyy myös suunniteltu korjaava kunnossapito.

Ehkäisevällä kunnossapidolla halutaan estää aikaisemmin esiintyneet rikkoontumistapaukset. Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on kunnossapidon vaikeimpia osa-alueita. Aikaisemmat kokemukset vikaantumisista, varaosien tiedot ja niiden käyttömäärät, koneiden ja osien toimintatavat sekä valmistajien suositukset ovat keinoja, joiden pohjalta voidaan lähteä suunnittelemaan tehokasta ennakkohuoltoa. (Järviö & Lehtiö 2012, 96–97.)

4.4 Piilevät viat

Laitteiden häiriöt aiheuttavat vikaantumista. Piilevät viat päätyvät usein näkymättömiksi ja hoitamattomiksi. Monet laiterikot aiheutuvat näistä piilevistä laitevioista, joiden paljastaminen ja korjaaminen voi vähentää vikaantumiset nollaan. Piilevistä vioista aiheutuvat häiriöt ovat luonteeltaan kroonisia. Ne ilmenevät niin usein, että ne vaikuttavat normaaleilta. Koneen nopeuden putoamista on usein vaikea havaita, mutta se on omalla tavallaan vika, joka huonontaa tuotantoa. Samoin myös piilevänä vikana voidaan pitää venttiilien tiivisteiden huonoa kuntoa. Tiivisteiden ja tiivisteiden käyttöiät ovat usein tiedossa, mutta niihin reagointi voi olla hidasta ja usein ta-

pahtuu silloin, kun vahinko on jo tapahtunut. Suorittamalla tiivisteiden vaihtoja ja kuntotarkastuksia voidaan ennaltaehkäistä vikoja, joihin reagoidaan usein liian myöhään. Näin voidaan pelastaa tuotantoeriä, kuten esim. tiivisterikko aiheuttaa kontaminaation, joka siten johtaa mikrobien kasvamiseen tuotteessa ja tuotantoerän pilaantumiseen. (Järviö & Lehtiö 2012, 82.)

Mikäli piileviä vikoja ei eliminoida ajoissa, johtaa se usein laitteen rikkoutumiseen. Perinteisesti kunnossapito keskittyy satunnaisiin ja helposti havaittaviin laitevikoihin. Piilevät viat tulee eliminoida silloin, kun ne ovat vielä pieniä, koska ne kasvaessaan aiheuttavat merkittäviä tappioita. Käyttökäytännön osallistuminen piilevien vikojen juurisyiden poistamiseen on merkittävä, eikä yleensä vaadi kunnossapidollista osaamista tai menetelmiä. (Järviö & Lehtiö 2012, 82.)

Viat voivat olla fyysisesti tai psykologisesti piileviä. Vikojen tiedostaminen on ensimmäinen ja vaikein askel vikaantumisten eliminoidessa. Fyysisen piilevyyden voivat aiheuttaa puutteellinen tarkastaminen ja rappeutumisen analysointi, huono layout-ratkaisu tai kokoonpano, joka on vaikea tarkastaa, tai erilaiset epäpuhtaudet. Psykologisen piilevyyden voi aiheuttaa se, että viat jätetään tietoisesti huomioon ottamatta, vaikka olisivat näkyviäkin, jolloin ongelma aliarvioidaan ja jätetään huomioimatta. (Järviö & Lehtiö 2012, 83.)

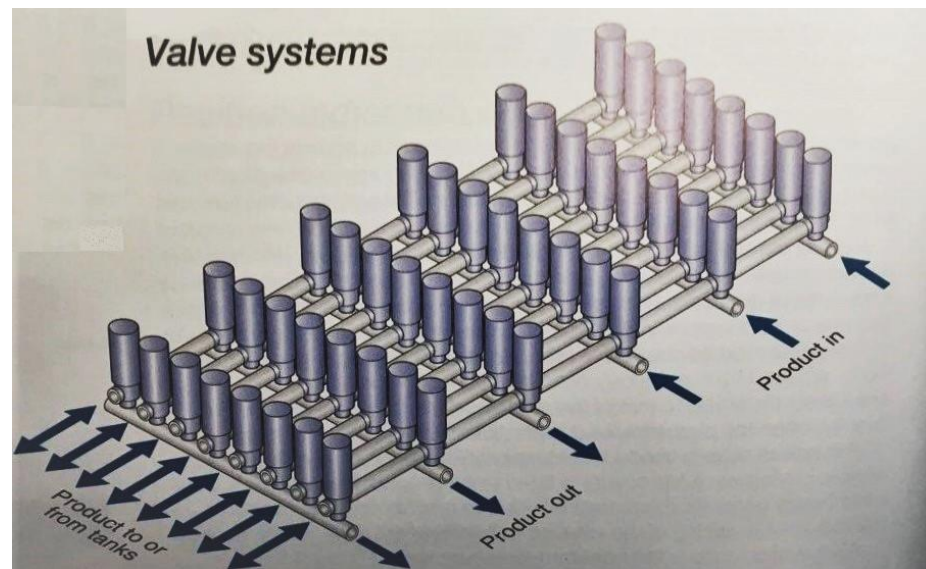
Piilevien vikojen eliminointi vaatii siis uutta lähestymistapaa. Huomio täytyy keskittää juuri piileviin vikoihin. Tarkastelu ei saa keskittyä vain vikatapauksiin ja selviin yksittäisiin vikoihin, vaan sen sijaan piilevien vikojen eliminointiin ryhmänä. Yksittäin ne ovat piileviä, mutta ryhmänä ne ovat tiedostettua. Itseohjautuvan kunnossapidon ja kunnossapidon suunnittelun tehtävä on aikaansaada sellainen ympäristö, jossa piilevät viat eivät yksinkertaisesti pääse kehittymään. Vikojen eliminoinniseksi, eli paljastamiseksi ja korjaamiseksi, koneet tulee pysäyttää järkevin väliajoin tarkastusta ja kunnossapitoa varten. Tarkistuksien ja huollon vaatimat tuotantokatkokset ovat vaatimattoman pieniä verrattuna rikkoutuneiden koneiden korjausaikaan. Näitä tarkistuksia ja huoltoja voidaan suorittaa endoskooppia hyödyntämällä meijerissä. (Järviö & Lehtiö 2012, 83.)

5 TUOTANTOPROSESSIN VENTTIILIT JA TIIVISTEET

Prosessin putkistossa on useita liittymiä, joissa tuote normaalisti siirtyy linjasta toiselle, mutta joskus liittymät pitää sulkea, jotta kaksi eri tuotevirtausta ei sekoittuisi keskenään. Tällöin tarvitaan avuksi venttiilejä. Venttiilit ovat toimilaitteita, joilla voidaan kontrolloida prosessien virtauksia linjastolla. Meijerissä prosessin ollessa jatkuvatoimista tulee ottaa huomioon huollon vaikutus muuhun tuotantoon tehtaassa. Valmistuksessa/tuotantolaitteella huolto tulisi suorittaa aikana, jolloin kohdetta ei tarvita prosessissa. Huoltoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon kohteiden pesuajat ennen ja jälkeen huoltoprosessia. Kohteina voivat olla siis mm. pastöörin, pakkaus-koneet, sterilisaattori, raaka-ainesäiliöt, pesukeskus, aseptiset säiliöt, suhteutusasemat, suodattimet ja näiden linjastot.

Tuotantolinjoissa hygienia on oleellista, sillä rikkiäinen venttiili johtaa usein kontaminaatioon. Tämä heikentää tuotteen laatua ja ulkoisten mikrobien päästessä tuotteeseen, voi yritykselle tulla suuria tappioita mikrobien aiheuttaman pilaantumisen johdosta. Tuotantolinjat ovat erilaisia, joiden seurauksena tarvitaan erilaisia venttiilityyppejä ja tiivisteitä. Käsiteltävänä aineena käytetään maitoa, jonka johdosta pesujen tarve lisääntyy. Jatkuva-toimisessa tuotannossa huoltojen tarve ilmenee vikatilojen ilmestyessä tuotannossa. Meijerissä maitoa käsitellään pastööri- ja separointilaitteistojen avulla ja tuotannossa on myös sterilointiin tarkoitettuja laitteita. Tuotantolämpötilat voivat siis nousta prosessissa korkeaksi. Pesu- ja tuotantolinjoilla voi olla satoja venttiileitä (kuva 8), joten huoltojen nopeuttamiseen vaikuttavat tekijät tulevat tarpeeseen. Yrityksen tuotantolinjojen laitteistojen ja prosessilinjojen sekä niihin kohdistuvien huoltoprosessien rakentuminen on oleellista ymmärtää, kun arvioidaan endoskooppi laitteen kannattavuutta. (Bylund 2003, 166–170.)

Venttiilien avulla ei voida pelkästään erottaa linjoja, vaan niillä voidaan myös yhdistää, säädellä ja optimoida virtauksia valmistettavan tuotteen mukaan. Valmistuksessa voidaan linjoituksilla optimoida myös putkistojen materiaali kustannuksia yhdistämällä samat käyttölinjat tavalla, jolla voidaan pitää tuotteet erotettuna toisistaan. Venttiilit jaetaan yleisesti suunta-, virta- ja paineventtiileihin, joiden avulla voidaan optimoida linjastoja ja säästää materiaalikustannuksien lisäksi mm. pesukustannuksissa käyttämällä yhdistettyjä linjoja. Näin saadaan pestyä lyhyempiä putkilinjoja kerrallaan. Prosessissa käytettävien venttiilien tuotetta koskevat osat ovat ruostumatonta terästä (Materia 1.4404, AISI 316 L) sekä standardoidut tiivistemateriaalit ovat EPDM-tyyppiä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää HNBR-, BMQ- tai FPM-tyyppejä. Kaikki tiivistemateriaalit meijerissä ovat FDA-hyväksyttyjä. (Bylund 2003, 166–170.)



Kuva 8. Venttiilit voidaan asennuttaa ryhmänä patteristoksi, jolloin voidaan säädellä tulo ja meno virtauksia sekä muodostaa erilaisia virtausreittejä tankkeihin. (Bylund 2003, 172.)

5.1 Jyväskylän meijerissä käytettävät venttiilit

Jyväskylän meijerissä käytetään erilaisia venttiilejä, joista yleisimmät ovat DA03+, DELTA DX2+ ja DELTA SW4 -venttiilejä. Venttiilejä käytetään yleisesti elintarvike-, panimo-, farmasia- sekä kemian teollisuudessa niiden rakenteensa ja toimintansa ansiosta. Nämä korkealaatuisesta ruostumattomasta teräksestä ja niiden laadullisesti vastaavista tiivistemateriaaleista rakentunut venttiili soveltuvat hyvin meijeriteollisuuteen ja niiden kuntoa voidaan tutkia endoskoopin avulla. (APV manual, n.d.a.)

Kaksoisistukkaventtiili DELTA DA03+ (kuva 9) voidaan kokonaan avata katkaisematta paineilmaa, jolloin huolto on helppo toteuttaa ja venttiiliä operoida huollon yhteydessä. Toimilaite on huoltovapaa, mutta se voidaan korjata tarpeen vaatiessa. Venttiili aukeaa ylhäältä alas vähän vuotavalla operaatiolla. Kahden linjan erotus kahdella tasapainotetulla ja itsenäisellä operatiivisella venttiiliportilla, joiden välissä on vuotokammio. Meijerissä DA03-venttiilejä voidaan käyttää monissa erilaisissa prosessilinjoilla. (APV manual, n.d.b.)



Kuva 9. DA03-tyypin venttiili rakenne (APV Invesys Operating manual Double-Seat Valves Delta DA3+ n.d. 1.)

Kaksoisistukkaventtiili DELTA DX2+ (kuva 10, s. 17) käytetään myös samoilla teollisuuden aloilla ja omaa samat materiaaliset ominaisuudet kuten DA03-venttiilit. Kaksi-istukkaventtiili DX-DPF/Baig kuuluu D2-standardikaksi-istukkaventtiilien rakenneryhmään. Venttiili eroaa D2-venttiilistä siten, että venttiilissä on elastomeeritiivisteen sijaan paljekalvot. Perustiedot, tuntomerkit ja ohjeet perustuvat D2:n käyttöohjeeseen. Virtauksen jäät kulkeutuvat kohti rengasmaisia aukkoja poistoon istukka-alueella. Tankkien ja putkilinjan pesut tapahtuvat kahdella riippumattomalla venttiiliportilla, joiden välissä on puhdistettava vuotokammio. DELTA DX2+ -venttiilejä käytetään meijerissä Aseptisissa linjoissa AS-säiliöillä, sillä siten voidaan saada välitilaan höyryä ja linjat steriiliksi. (APV manual, n.d.c)



Kuva 10. DX2+ -kaksoisistukkaventtiilin rakenne (APV Operating manual DELTA SW4 n.d. 2.)

DELTA SW4-venttiilit (kuva 11) sulkevat virtauksen tai muuttavat sen suunnan. Venttiiliä ohjataan paineilmatoimilaitteella. Paluuliike tapahtuu venttiilissä jousivoimalla. Toimilaitteen sisäosat eivät kaipa huoltoa. Venttiilin sisäosat puhdistetaan putkiston CIP-puhdistuksen yhteydessä samalla ohjeistuksella kuin DA03-venttiilit. Venttiilin paineilmaohjausta varten tarvittava ohjausyksikkö asennetaan toimilaitteen päälle. Ohjausyksikön keltaiset LED-merkkivalot osoittavat venttiilin karan asennot. Venttiilillä huoltovälit määräytyvät käytön mukaan ja ne on tarkastettava säännöllisesti. Tiivistet tule vaihtaa venttiilin asennusohjeiden mukaan. Venttiilit ovat yleiskäyttöisiä, mekaanisesti luotettavia ja helposti huollettavia. DELTA SW4-venttiilit ovat yksi tai kaksi pesäisiä venttiilejä, joista on eri variaatioita. Venttiilejä käytetään päätyventtiileinä ja ne ovat usein pesulinjoilla jota kautta tapahtuu vesityksen ohjaus. (APV manual, n.d.b.)



Kuva 11. DELTA SW4-venttiilin rakenne (APV Operating manual DELTA SW4, n.d. 2.)

Teollisissa pesuissa käytetään yleensä CIP-järjestelmää (Clean-In-Place), jonka tarkoituksena on tarjota johdonmukainen ja toistettavissa olevat pesukerrat toimilaitteille. Dairy foods -lehden lokakuun 2015 julkaisussa (Quality on the line) CIP-spesialisti Gerald Witherington kertoo, että CIP-pesulla voidaan saada aikaan johdonmukaisia ja toistettavissa olevia pesukertoja laitteille. Pesuista saadaan CIP:n ansiosta yhdenmukaiset, eli pesujen lämpötilat, kemialliset aineet, virtaukset ja paineet saadaan samantyyppiseksi sykliin ajoon. CIP-pesuissa käytetään hyväksi kalvoja, tankinpesuletkuja, pesupalloja ja spraylevyjä, joiden avulla saadaan prosessi automatisoidusti pestyä, jolloin mekaanisista pesuista voidaan luopua. (Witherington 2015, 70.)

Venttiilien (esim. Delta DA03+ kaksoisistukkaventtiilien) pesut jaetaan kolmeen eri alueeseen. Venttiilipesät (eli ylempi ja alempi läpivirtaus) peseytyvät venttiiliin kytkettyjen putkilinjojen pesun yhteydessä. Tiivistepintojen ylemmän (karatiiviste ja ylempi istukkatiiviste) ja alemman alueen (karatiiviste ja alempi istukkatiiviste) tiivisteet peseytyvät pesunesteen kulkiessa niiden kautta. Tämä tapahtuu nostamalla kumpaakin venttiilikaraa vuorollaan vastaavaa venttiilipesää pestäessä. Vuotokammio peseytyy CIP-huuhtelun yhteydessä, karoja nostettaessa CIP-yhteys. Pesu ei tuota painetta vuotokammioon ja voidaan suorittaa sekä venttiilin ollessa auki ja kiinni. Pesuliuoksen kulkureitti takaa biologisesti täydellisen puhdistuksen koko vuotokammioille. Normaaliolosuhteissa (15 venttiiliä DN 40–100, 1,5”–4” ja 20 venttiiliä, DN 125–150) voidaan pestä DN 25-pesuliitännän kautta. Pesujen suositukset voidaan nähdä taulukosta 3. (APV manual, n.d.a.)

Taulukko 3. DA03–tyypin venttiilien pesusuositukset (APV Operating manual DELTA SW4, n.d. 6.)

Pesuvaihe	Karojen nosto	CIP-huuhtelu
Alkuhuuhde		3 x 10 sekuntia
Emäspesu (80 C)	3 x 5 sekuntia	3 x 10 sekuntia
Välihuuhde	2 x 5 sekuntia	2 x 10 sekuntia
Happopesu	3 x 5 sekuntia	3 x 10 sekuntia
Loppuhuuhde	2 x 5 sekuntia	2 x 10 sekuntia

Venttiilikarojen nostekerrat vastaavat 2–5 baarin paineella tapahtuvaa pesuliuoksen ruiskutusta. Paineesta, pesulämpötiloista ja pesuliuoksen väkyydestä riippuen aikoja voidaan säätää. Huuhteen määrää CIP-kiertoa kohden suositukset ovat DN 40–100; 1,5”–4”, n. 1,2 litraa/10s ja DN 125–150, n. 5 litraa/10s. Paine CIP-pesuliitännässä on min 2 bar ja max 5 bar. (APV manual, n.d.a.)

5.2 Tiivisteet

Tiivisteiden tarkoitus on suojata linjastolla virtaavien aineiden kontaminoitumista ja eristää tuote ulkoisilta vaikutuksilta. Venttiilit ovat liitoksissa putkistoihin, jolloin materiaalien väliin on soveliaista laittaa prosessille sopiva tiiviste. Tiivisteet voivat siis olla ulkoisia tai sisäisiä. Ulkoisilla tiivisteillä tarkoitetaan tiivisteitä, ovat nähtävissä laitteistoa purkamatta ja sisäiset tiivisteet ovat piilossa toimilaitteen sisällä. Molemmat tiivistetyypit ovat venttiilissä kosketuksissa tuotevirtauksen kanssa. Endoskoopin avulla voidaan havaita (kuva 12) tiivisteet 1 ja 2, mutta tiiviste 3 voidaan havaita ulkoa peilin ja lampun avulla.



Kuva 12. DX-tyypin venttiilin tiivisteet numerot 1 ja 2 ovat havaittavissa venttiilin sisältä ja tiiviste 3 venttiilin ulkopuolelta. (APV- manual DA03+ n.d. Kuva muokattu: Roukka)

Erilaisten tuotantolinjojen myötä käytetään meijerissä prosessilinjoiissa erilaisia tiivistemateriaaleja, jotka soveltuvat käyttökohteelle. Taulukko 4 (s. 20) kertoo Jyväskylän meijerin käyttämien tiivistemateriaalien keskeiset ominaisuudet, käyttölämpötilat ja käyttökohteet prosessille. Elastomeerisillä tiivisteillä on rajallinen käyttöikä ja säilyvyysaika, jonka vuoksi käyttöönottoa suositellaan lyhyellä aikavälillä. Tiivisteiden materiaaleja EPDM, HNBR ja FPM (Viton) ei saa käyttää yli viisi vuotta säilytyksen jälkeen. VMQ (silikoni) kestää kahdeksan vuotta ja NBR neljä vuotta. Tiivisteiden varastointiaikana materiaalin ominaisuudet voivat muuttua ympäristön ja ajan vaikutuksen johdosta, jolloin varastointia suositellaan säilöttävän noin kolme vuotta. Tiivisteet on säilytettävä huoneenlämmössä ja ne on suojattava sekä valolta että kosteudelta. Suora UV-säteily, kuumuus tai otsoni voi johtaa materiaalin vanhenemiseen. DIN 7716 sisältää yksityiskohtaista tietoa oikeasta varastoinnista elastomeerimateriaaleille. (APV manual, n.d.a)

Taulukko 4. Luettelo prosessissa käytettävien tiivisteiden keskeisistä ominaisuuksista

MATERIAALI	KÄYTTÖLÄMPÖTILA-ALUE °C	KESKEISET OMINAISUUDET	KESKEISET KÄYTTÖKOHEET
Metallitiivisteet yleensä	-200...+700	-hyvä kulumisen kestävyys -pitkäikäisyys -tunteeton lämpötilan vaihteluille -itsestään paloturvallinen -tiettyjä kemiallisia rajoituksia, korroosio -erilaiset pinnoitteet mahdollisia	Sulkuelimen tiivisteet
Polytetrafluorieteeni PTFE	-200...+250	-hyvä kemiallinen kestävyys -huono vurmiskestävyys -ei kestä fluoria, fluoriyhdisteitä eikä alkalimetalleja, esim. sulaa Na	Kaikki venttiilit. Jakotasonauhat, tiivisteiden takatiivisteet, levyrenkaat, akselitiivisteet, vuoraukset
Hiilellä tai grafiitilla seostettu PTFE	-200...+250	-kuten edellä, lisäksi -parannettu kulutuskestävyys -ei kestä typpihappoa	Pallo- ja läppäventtiilien tiivisteet
Teräsverkkovahvisteinen PTFE	-200...+250	-kuten edellä	Venttiilien laakerointi
Polyvinyyliidenifluoridi PVDF	-40...+150	-ei kestä kuumaa lipeää, 5% NaOH -kestää klooria ja rikkihappoa	Venttiilien laakerointi, segmentti- ja palloventtiilit
Polyklooritrifluorieteeni PCTFE	-250...+150	-kestää typpihappoa -veden imeytyminen vähäistä -ei kestä klooripitoista vettä	Segmentti- ja läppäventtiilit
Eteenipropeenikumi EPDM	-50...+150	-kestää höyryä, freoneja, sulfaatteja, ammoniakia ja alkaleja, kuten lipeää -ei kestä klooria, rikkihappoa, hiilivetyjä eikä mineraaliöljyjä	Vuoraukset -50...+120°C Venttiilien akselitiivisteet Läppäventtiilitiivisteet. O-renkaat -40...+60 °C
Fluorikumi FPM	-20...+250	-kestää klooria, happoja, öljyjä, metanolia ja muita hiilivetyjä ja rajoitetusti lipeää ja höyryä -ei kestä typpiyhdisteitä, esim. NH ₃	Vuoraukset, O-renkaat, -15...+150°C, sulkutiivisteet
Nitriilikumi NBR	-30...+110	-kestää mineraaliöljyjä, rasvoja, liuottimia, hiokemassaa ja laimeita happoja -ei kestä fosfaatteja eikä happea	Vuoraukset, O-renkaat, läppäventtiilin tiivisteet -20...+70°C
Kloropreenikumi CR	-30...+110	-kestää alkoholeja ja mineraalirasvoja -ei kestä höyryä, hiilivetyjä eikä hiokemassaa	Vuoraukset, läppäventtiilin tiivisteet -20...+80°C
Luonnonkumi NR	-50...+80	-kulutuskestävyys -kimmoisuus -ei kestä öljyjä eikä hiilivetyjä	Vuoraukset
Kloorisulfonieteenikumi CSM	-40...+125	-kestää happoja ja emäksiä -erinomainen sään ja otsonin kestävyys -ei kestä aromaattisia öljyjä	Vuoraukset
Styreenibutadienikumi SBR	-45...+120	-kuten luonnonkumi	Vuoraukset
Butyylkumi IIR	-50...+125	-erinomainen kaasutiivisyys -ei kestä öljyjä	Vuoraukset

EPDM-tiivisteet ovat väritään musta ja niiden jäännöspuristuma on alhainen hyvin laajalla lämpötila-alueella. Lämmön ja kylmyyden kesto on hyvä alueella -50 °C... + 120 °C. Otsoni, happi ja ultraviolettisäteily vaikuttavat äärimmäisen vähän EPDM-tiivisteisiin, joten ne eivät juuri vanhene auringon valossa tai ulkoilmassa. Kemiallisesta rakenteestaan johtuen Fiboxin EPDM-tiivisteet kestävät erityisen hyvin polaaraisia liuottimia. Tiivistemateriaali sopii erinomaisesti sovellutuksiin, joissa tarvitaan kykyä kestää vettä, vesihöyryä, alkoholeja, glykoleja, fosfaattiestereitä, suolaliuoksia sekä laimeita happoja ja emäksiä. EPDM-tiivisteet eivät kestä öljyjä, hiilivetyliuottimia tai kloorattuja hiilivetyjä, vaan ne turpoavat ja mekaaniset ominaisuudet heikkenevät huomattavasti. EPDM-tiivisteet ovat prosessissa standarditiivisteitä ja hyvin yleisiä. (Tiivistekeskus Oy, n.d.)

Erikoistiiviste 5-Viton on väriltään ruskea ja materiaaliltaan on fluorikumia (FPM). 5-Viton tiivisteet kestävät $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +200\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötiloja ja lisäksi myös hetkellisesti $+220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Painetta tiivisteet kestävät noin 1 bar ja maksimaalinen kehänopeus on noin 15 m/s. GR-yleistiiviste vaativiin olosuhteisiin on FPM-päällysteinen myös sisäpuolelta. Tämä tekee mahdolliseksi käytön sekä korkeissa lämpötiloissa että kemiallisesti aggressiivisissa aineissa. Erikoismateriaalin johdosta ovat huomattavasti kalliimpia suhteessa EPDM-tiivisteisiin. (Tiivistekeskus Oy, n.d.)

Kun ajatellaan prosessissa tapahtuvia huoltoja ja tiivisteiden vaihtoja (kuva 13), tulee huomioida, että jokaisen venttiilin irrottamiseen ja takaisin asentamiseen liittyy riskejä. Uudelleen asennuksessa venttiili voi painautua väärään paikkaan ja vika voidaan havaita vuotona hitaasti tai nopeasti tulevilla ajoilla. Inhimillisesti väärin asennettu venttiili voi aiheuttaa pahimmassa tapauksessa tuotantoerän pilaantumisen. Laitteille ja prosessilinjolle suoritettavat ennakkohuollot ovat kohdekohtaisia, ja ne vaihtelevat n. 0,5–4 vuotta. Reilusti ikääntyneiden tiivisteiden vaihtaminen on suositeltavaa. Tiivisteiden toimintamekanismi saattaa kestää hyvin pitkään, mutta ikääntymisen ja kulumien johdosta se voi likaantua helpommin ja kerätä biofilmiä (kuva 14).



Kuva 13. Venttiiliin on vaihdettu uudet tiivisteet. (Kuva: Valio Jyväskylä)



Kuva 14. Reilusti ikääntyneet tiivisteet suositellaan vaihdettavaksi, vaikka tiivisteiden toimintamekanismi olisi toimiva. (Kuva: Valio Jyväskylä)

6 LAITTEEN HANKINTA

Investoinnilla tarkoitetaan rahan sijoittamista tuotannon tai liiketoiminnan kohentamiseen. Tämän avulla odotetaan tuottojen nousua pitkällä aikavälillä usein yli vuoden mittaisella ajanjaksolla. Investoinnit ovat joko aineellisia tai aineettomiin hyödykkeisiin. Aineellisia hyödykkeitä on muun muassa laitteistot, kalusteet, koneet tuotantovälineet, kuljetusvälineet, rakennus- tai laajennushankkeet sekä toimitilat. Aineettomiin hyödykkeisiin sen sijaan lukeutuvat tutkimukset, henkilökunnan koulutus, tuotekehitys sekä tavaramerkit ja brändit. Endoskoopin vaikutusta kustannuksiin voidaan katsoa monelta erilaiselta kantilta. Kustannuksia voidaan tarkastella itse laiteinvestointina menoina ja tuloina. Menot koostuvat laitteen hankinnasta, käyttöön kouluttamisesta, mahdollisista varaosista ja koulutustarpeesta. Laitteen aiheuttamia hyötyjä voidaan tarkastella työaikaa säästävänä, laatua parantavana ja riskejä vähentävänä investointina. (Puolamäki & Ruusunen 2009, 23.; Rantanen 2015, 5.)

Endoskoopin osalta investoinnilla tarkoitetaan siis aineellista hyödykettä itse laitteen hankinnan ja mahdollisen laiterikosta johtuvasta varaosien ja korjauksen sekä aineettomana investointina voidaan pitää endoskoopin käyttökoulutusta prosessin huollon toimihenkilöille. Investoinnin tarkoitus on parantaa tuotannon toimivuutta vähentämällä ehkäistäviä laiterikkoja ennakko- ja huollon avulla. Ennakkohuoltojen järjestämistä voidaan pitää operatiivisena ja strategisena investointina, mutta toimenpidettä nopeuttavan toimilaitteena on investointi reaali-investointina. Reaali-investoinnit ovat investointeja pitkävaikutteisiin tuotantontekijöihin, jotka voivat liittyä aineellisiin hyödykkeisiin, tuotantovälineisiin ja laitteistoihin tai aineettomia kuten henkilökunnan koulutukseen menevät investoinnit. (Puolamäki & Ruusunen 2009, 23; Järvenpää 2010, 329.)

Endoskoopin hankinnassa tulee pohtia aluksi, mihin tarkoitukseen laite tulee. Endoskooppien hintaluokat vaihtelevat riippuen niiden tyypistä ja laadusta. Muutamista sadoista, kymmeniin tuhansiin euroihin sijoittuvat hintaluokat herättävätkin ajatuksia, että voiko investointi olla ylihinnoiteltu myyjän puolesta. Riittääkö mahdollisesti halvempi vaihtoehto laitetekniikan ollessa sama ja mitä erilaisia vaihtoehtoja on saatavilla? Selvitystä varten haastateltiin Valio Oy:lle toimittaneen yrityksen Okulaari Oy:n Janne Talvitietä 18.6.2016, jonka kanssa käytiin läpi endoskoopin hankinnan ja käytön erityispiirteitä sekä niihin kohdistuvia vaatimuksia tähyystyksiä.

6.1 Tärkeimmät endoskoopin ominaisuudet meijerille

Valio OY yritykselle toimitti DVR 5-videoendoskooppilaitteen Okulaari OY, jolle hintaa tuli keskimääräistä endoskooppia enemmän, sillä tuotantoprosessin tähyystyksiä varten tarvittiin pitkää n. 7,5–10 m endoskooppia. Ammattitason endoskoopeissa kaapelin ulottuvuus vaikuttaa hintaan ja veroton hinta oli lisävarusteiden kanssa n. 25 000 €. Kaapelin lisäpituus kustantaa n. 1 000 €/m. Laadullisesti pituuden lisäksi kriteereinä olivat myös kuvanlaatu. Teollisissa endoskoopeissa on toimintaympäristössä kuvanlaatu tärkeää. Endoskoopin tulisi olla nestetiivis, jottei kuvanlaatu kärsi mahdolli-

sista nestekosketuksista. Myös laitteen yleinen kestävyys ja käytettävyys ovat tärkeitä näkökohtia investoinnin kannalta. Käytettävyydellä tarkoitetaan mm. laitteen kääntyvyyttä, joka on haasteena erityisesti pitkissä mekaanisissa endoskoopeissa. Mitä pidempi endoskooppi on, sen vaikeampi sitä on kääntää. Tämän johdosta endoskooppiin toimitettiin sivulinssi, joka näyttää kuvaa myös sivulta päin ja antaa lisää kuvaulottuvuutta, jolloin kääntyvyys ei tule suureksi ongelmaksi tähyssä. (Talvitie 2016.)

Endoskoopin sisäinen rakenne on valokuituoptiikan lisäksi mekaanista vaijeritekniikkaa, jolla saadaan laitetta kääntymään monitorin ohjausvivuista. Yli 90° kulman mutkan jälkeen voidaan endoskoopilla vielä vaijerien avulla kääntää kuvantapäättä. Mekaanisen vaijeriteknologian myötä tulee laitteelle luonnostaan häviötä, sillä iän myötä sisäiset vaijerit venyvät, joten niitä tulee huoltaa tasaisin väliajoin. Mikäli ennakkohuolloille tulee pitkiä aikavälejä, jolloin toimilaitetta ei käytetä (esim. 1 kk), kannattaa toimilaitetta vetää suoraksi, jolloin sisäiset vaijerit eivät jäykisty kasaan ja ohjaus pysyy pidempään tasaisena. (Talvitie 2016.)

Laitteelle on mahdollista hankkia sähköisesti kääntyvä pää, jolloin vaijeriteknologia ja mutkat eivät tule ongelmaksi. Kuitenkin sähköisesti kääntyvä pää johtaa siihen, että laitteeseen tulee lisää osia jotka voivat herkästi rikkoutua. Tämän korjauttaminen voi tulla suhteessa laitteen hintaan kalliiksi. Sähköistetyn pään ohjauksessa on haasteena se, että ohjaamiseen ei saada niin sanottua näppituntumaa. Puolimekaanisen ohjauksen koetaan olevan helpompi tapa sähköiseen ohjaukseen verrattuna. (Talvitie 2016.)

Kuvan tarkkuudessa resoluutio ei ole merkittävä asia, sillä kohteet ovat pieniä, jolloin pikselimäärä ei ole ratkaiseva ja laite toimii VGA-tasoisia resoluutiomielessä. HD-kameralaatu ei ole vielä yleistynyt endoskoopeissa. Laitteelle optiikan merkitys on ratkaiseva kuvanlaadun kannalta ja se näkyy hinnassa. Valio Oy:n DVR 5-videoendoskoopplaitteessa on säädettävä optiikka, jolloin kuvan tarkkuutta voidaan säätää tarkemmaksi zoomauksen ja polttovälin avulla, sen mukaan kuinka kaukaa sitä kuvataan. Kuvan laatuun merkitsee myös valon määrä ja laatu. Se kuinka paljon valoa pystytään tuomaan kohteeseen, on vahvasti yhteydessä optiikkaan. Vähäinen valo heikentää kuvan laatua, jota kuitenkin voidaan jossain määrin paikata hyvällä optiikalla. Kuitenkin kuvan kannalta ratkaisevaa on valonsaaminen kohteeseen. Laitteessa käytetään LED-valoa, mutta vaihtoehtoja on erilaisia riippuen tähytyskohteista. LED-valoa voidaan tehdä tehokkaammaksi sijoittamalla valo monitorin kahvapähän kamerapään sijasta. (Talvitie 2016.)

6.2 Endoskoopin käyttökoulutus

Kun kyseessä on uusi laite, tulee ottaa huomioon sen käyttöönottoon liittyviä asioita. Laitteiden mukana tulee manuaali, josta käy ilmi laitteen tekniset ominaisuudet ja käyttöinformaatiot. Endoskoopin todellinen käyttö on kuitenkin liitoksissa käyttökohteisiin. Tällöin on tarpeellista saada koulutusta huollettavasta prosessikohteesta ja lisäksi myös endoskoopplaitteesta, jotta sitä voidaan käyttää oikein ja turvallisesti. Näin voidaan varmistaa, ettei laite mene rikki. (Talvitie 2016.)

Endoskoopin laitehuolto tulee ottaa huomioon endoskooppia hankkiessa. Varaosat tulisi saada edullisesti ja laitteen korjauttaminen tulisi olla mahdollista laitevian ilmetessä. Endoskoopin laitehuolto tulee ottaa huomioon laitetta hankkiessa, sillä mikäli varaosia ei ole saatavilla tai laitteen mennessä rikki ei löydy osaavaa korjaajaa, voi tämä johtaa ennakkohuoltojen viivästymiseen ja uuden laitteen hankintaan. Vikojen ilmetessä kannattaa olla maahantuojaan ja laitevalmistajaan hyvät suhteet, jotta voidaan tilata ja korjauttaa kyseinen laite oikeilla osilla. (Talvitie 2016.)

Okulaari Oy tarjoaa muutaman tunnin peruskoulutuksen laitteen oston yhteydessä. Tarvittaessa yritys pystyy järjestämään asiakkaalle myös isomalle porukalle koulutustilaisuuksia, jossa pystytään antamaan perus ohjeet ja asiat kuvauksesta. Tällöin voidaan saada laitteesta enemmän irti ja yksinkertaiset tekniset ongelmat eivät välttämättä johda huollon keskeytymiseen. Tyypilliset hintaluokat koulutukselle määräytyvät koulutustyyppin mukaan. Päivän kestävät koulutukset ovat n. 800–1000 € + matkakulut, jossa usein suoritetaan yhdessä tähystystoimenpiteitä yrityksen toimihenkilöiden kanssa. Koulutustarve kasvaa mitä vähemmän laitetta käytetään, sillä näppituntumaan perustuva toimilaitte vaatii keskittymistä ja taidot saattavat unohtua, jos laitetta ei käytetä usein. Lisäksi koulutustarvetta lisää mahdollisesti yrityksessä vaihtuva henkilöstö. Lyhyemmän koulutustilaisuudet on mahdollista pitää ryhmälle erikseen sovitulla tuntipalkalla + matkakulut. (Talvitie 2016.)

6.3 Endoskoopin huoltaminen

Huoltopalvelut tehdään toistaiseksi valmistajan toimesta Saksan IT-Concept yksikössä, jossa tehdään kaikki tarvittavat toimenpiteet. Okulaari Oy tarjoaa huolloista vuosittaisia huoltosopimuksia, joka sisältää vaijerien kiristyksen vuosittain tai tarvittaessa. Mikäli laite rikkoutuu tai toimitetaan huoltoon, niin Okulaari Oy pystyy tarjoamaan yritykselle toisen videoendoskoopin lainaan korjauksien tai huollon ajaksi, jolloin esim. ennakkohuoltoaikataulut eivät joudu viivästymään. Hinnat vaihtelevat huollon sisällön perusteella. Sopimalla voidaan määrittää kattaako huolto varalaitteet tai lisälaitetarpeet. Huoltosopimusten hinta on normaalisti n. 500–1000 € vuodessa, joka sisältää perushuollon, jossa tarkastetaan takuunalaiset asiat (kuten vaijerien kunto, sähköiset juotosviat yms.) ja uusitaan vuoden jälkeen nanopinnoite, jolloin laite hylkii likaa ja kaikkia aineita ja pysyy helpommin puhtaana ja suojaa endoskooppia lisäkerroksen avulla. (Talvitie 2016.)

6.4 Videoendoskooppilaitteiden kilpailutus

Välttämättä kaikista kallein vaihtoehto ei ole paras tai laadukkain investointikohde. Mikäli laitteen ominaisuudet menevät todellisten käyttötarpeiden yli, niin tällöin ei ole järkevää investoida ylimääräisiin ominaisuuksiin, joita ei tule käytettyä. Endoskooppien markkinat liikkuvat sadoista euroista kymmeniin tuhansiin euroihin. Valio Oy on aikaisemmin kokeillut Okulaarin ohella muita endoskooppi tyyppisiä. Aikaisemmin käytössä ollut RIGID-mallin endoskoopissa (kuva 15) tuli haasteena endoskoopin kääntyvyys

prosessilinjoiissa. Endoskooppi antoi kuitenkin kuvaa linjoista, mutta hinta endoskoopille oli yrityksen mukaan alle tuhat euroa. Teknologialtaan laadukkaammat endoskooppimallit ovat hinnaltaan riippuen yrityksestä noin 25 000 €, jolla saa noin 7 m videoendoskoopin. Tyypillistä videoendoskoopeille on, että niiden hintaluokka nousee suhteessa kaapelin pituuteen.



Kuva 15. Kilpaileva endoskooppi malli SeeSnake® mic-roDrain™ Video Inspection System (Rigid n.d. Viitattu 1.5.2016 <https://www.rigid.com/us/en/seesnake-microdrain-camera#>)

Okulaari Oy pystyy tarjoamaan yrityksen sivustojen mukaan kilpailijoiden suhteen korkealaatuisia Saksassa tuotettuja teollisuuteen soveltuvia toimilaitteita ja huolto/koulutus palveluita. Yksittäisominaisuudet ovat makuasioita, mutta kokonaisuutena yritys pyrkii tarjoamaan monipuolista ja laadukasta yrityskohtaista palvelua. Tuotteet ovat hyviä ja kestäviä sekä asiakkaat ovat olleet tyytyväisiä. Valttikorttina Okulaari Oy pitää huoltopalveluissa lainalaitteen tarjoamismahdollisuutta, jolloin yrityksen toiminta ei kärsi mahdollisen laiterikon tai huollon johdosta. Mikäli yrityksillä on toiveita toimilaitteen suhteen, on yritys yhteydessä emoyhtiöön, jonka avulla kehitetään yritykselle toimiva malli. Janne Talvitien mukaan erityisesti kiinteistöpuolella käytetään paljon halpa-endoskooppeja, jotka rajoittavat endoskoopista saatua näkökulmaa, jolloin syntyy vääränlainen käsitys endoskoopeista. Halvalla hinnalla tuotetut muutaman kympin tai satasen toimilaitteet eivät pysty tarjoamaan usein vaadittua kuvaa tai menevät rikki, jolloin suhtautuminen endoskopiaan voi laantua. Ammattitason laitteilla pystytään tarjoamaan laadukkaampaa kuvaa, kestäviä laitetta ja parempia käyttökokemuksia huoltoihin. (Talvitie 2016.)

Endoskooppeja tarjoaa myös Sähkölehto Oy, joka toimittaa ratkaisuja liitännän, turvatekniikkaan, mittaukseen ja valvontaan sekä automaatioon. Sähkölehdon asiakaskuntaan kuuluvat kaikki teollisuuden toimialat eri puolilla Suomea. Yritys toimii läheisessä yhteistyössä tunnettujen eurooppalaisten laitevalmistajien kanssa ja tarjolla olevat endoskoopit tulevat Saksasta. Laitteiden toimitusaika on noin 5–6 viikkoa. (Sähkölehto Oy 2016.)

Sähkölehto Oy:n tarjontaan kuuluvat yrityksen sivustojen mukaan videoskooppi VUCAM XO (kuva 16), jonka suurin työskentelypituus on 6,6 m. Endoskoopin halkaisija on 6,0 mm ja se sisältää 4-suuntaisen sähköisen kamerapäänkäännön 100°. Laitteessa on korkeatehoinen LED-valonlähde ja toimii 5,7” kosketusnäytöllä. Lisäksi pakettiin kuuluu 8 Gb SD-muistikortti, LiFePo-akku ja -laturi sekä kantolaukku. (Sähkölehto Oy 2016.)



Kuva 16. Sähkölehto Oy:n tarjoama VUCAM XO-videoskooppi. (Sähkölehto 2016. Viitattu 1.6.2016. http://www.sahkolehto.fi/mittaus_ja_valvonta/endoskoopit_teknoskoopit/videoskoopit/)

Sähkölehto Oy tarjoaa myös VUMAN RA-Y-videoskoopin (kuva 17), jonka halkaisija on 8,4 mm ja rakenne on x-way kamerapäällä. Videoskoopissa on kaukotarkennus sekä pneumaattinen kääntäminen, jonka liikkuvuus on ylös/alas $\pm 130^\circ$ ja vasen/oikea $\pm 90^\circ$. Laitteessa on sisäinen kompressorit sekä 7,8 W LED-valolähde ja 10,4" LCD-kosketusnäyttö. Sisäistä tallennustilaa on yli 60 tuntia ja pakettiin kuuluu kantolaukku. Hinnat laitteelle määräytyy kaapelin pituuden mukaan. Pituuksia on saatavilla jopa 30 m asti. Tarjouspyynnöllä on mahdollista saada lisätietoja laitteiden hinnoittelusta ja ominaisuuksista. (Sähkölehto Oy 2016.)



Kuva 17. Sähkölehto Oy:n tarjoama VUMAN RA-Y-videoskooppi. (Sähkölehto n.d. Viitattu 1.6.2016. http://www.sahkolehto.fi/mittaus_ja_valvonta/endoskoopit_teknoskoopit/videoskoopit/)

6.5 Laitteen hankinta suoraan valmistajalta

Valio Jyväskylä Oy on hankkinut Okulaari Oy:ltä endoskoopin, joka soveltuu meijeriympäristöön. Markkinoiden osuus netissä on suurentunut, joten välttämättä tarvetta suomalaiselle myyjälle ei ole jatkoon kannalta. Informaation saaminen laitteesta voidaan selvittää kerran, jonka jälkeen yritys voisi netin kautta tilata esim. ulkomailta laitteita halvemmalla, jolloin yksi välikäsi jää pois. Kuitenkin kotimaista maahantuojaa on ongelmatilanteissa helpompi lähestyä investointia tehdessä, jolloin voidaan olla helpommin yhteydessä endoskoopin ammattilaisiin.

7 KOKEELLINEN OSUUS

Endoskoopin toimintaa ja soveltuvuutta meijeriin voidaan testata järjestämällä ideaalinen ennakkohuoltoprosessi, jossa käytetään endoskooppia apuna. Kokeellisen osuuden tarkoitus on testata kameran kuvaamisen mahdollisuutta ja tarkkuutta sekä demonstroida selvitettyä teoriaa, jonka pohjalta laadittiin yleinen käyttöohjeistus Okulaarin antaman ohjeistuksen kanssa Jyväskylän Valio Oy:n meijerin kunnossapidolle.

Järjestetyn havainnoivan kokeellisen osuuden lisäksi tämä osio käsittelee myös endoskoopin (kuva 18) soveltuvuutta muihin kohteisiin kuin venttiileihin. Varsinaisen huollon prosessissa toteuttaa meijerillä kunnossapidon tisuri yhteistyössä prosessinhenkilöstön kanssa. Suorittamalla kokeellisen huollon voidaan nähdä, miten tarkasti endoskoopilla pääsee näkemään prosessia sisältä. Huollon avulla voidaan nähdä, mitkä tiivisteet ovat endoskoopilla havaittavissa.



Kuva 18. Videoendoskoopin avulla voidaan suorittaa venttiilien ennakkohuoltoja. (Okulaari. n.d. Viitattu 15.5.2016. <http://www.okulaari.fi/tuotteet.html>)

7.1 Käyttöohjeistus endoskoopilla suoritettavalle ennakko huololle

Videoendoskoopin avulla suoritettavassa huollossa tulee muistaa erinäisiä asioita laitetta käyttöönottaessa. Iris DVR 5-laitetta käyttäessä tulee muistaa, että liikkeiden tulee olla rauhallisia ja hallittuja, sillä voimakkaat kännöt ja riuhtaisut voivat rikkoa endoskoopin. Laitteen sisäänvientiosasta tulee pitää huolta koko huollon ajan, ettei kukaan astu/kompastu toimilaitteen päälle. Suositeltavaa on suorittaa huolto yhdessä kaverin kanssa ja käyttää telinettä tai ainakin kaulahihnaa laitetta käyttäessä. Sallittuina käyttöolosuhteina on $-10\text{ }^{\circ}\text{C} - +80\text{ }^{\circ}\text{C}$ sekä hetkellisesti maksimissaan $+140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nyrkki-sääntönä voidaan pitää huoltokohteille: ”Laittaisitko sormen sinne?”, sillä vaikka laitteella pääsee erinäisiin paikkoihin, on huomioitavaa, että laite on teknologiaa. Laite voi rikkoutua iskuista ja tähystimen nanopinnoite voi kärsiä kemikaalien, kuten happojen/emästen johdosta. (Talvitie 2016.)

Laitetta tulee säilyttää laukussa kamerapään ohjaus keksi/perusasennossa. Endoskoopilla tehtyjä ennakko huoltoja aloittaessa tulee huomioda, että huolto toteutetaan noudattaen yrityksen työturvallisuusohjeita ja huomioiden hygieniä, sillä tarkastelussa on tuotantolinja (hygieniä alue 1). Lisäksi prosessissa tisuri varmistaa, että kaikkia venttiilin vaihtoprosessiin ja endoskooppiin käyttöön tarvittavia välineitä on saatavilla. (Talvitie 2016.)

Ennen varsinaista aloitusta tisuri käy hyväksymässä huoltoon valvomossa huollettavan linjan, jolloin varmistetaan, että linjassa ei ole käytössä pesussa tai tuotannossa. Turvallisuuden lisäämiseksi valvomosta vielä varmistetaan laittamalla huollettavat venttiilit ja linjat manuaaliseen ohjaukseen, jotta linjat pysyvät kiinni. Esivalmistelut huoltoon varten tulee suorittaa hyvissä ajoin ennen huollon toteutusta. Esivalmisteluihin kuuluu itse ennakko huollon suunnittelu tuotannon puolesta ja tisurien puolesta huollossa käytettävien laitteiden esivalmistelut. (Talvitie 2016.)

Endoskoopin akku tulee olla ladattu ennen huoltoon ja muistikortin tulee olla käyttövalmiina, jotta mahdollinen kuva/videomateriaali voidaan tallentaa huollon jälkeen myöhempää tarkastelua varten. Muistikorttina on SDHC-malli (Max 32 GB) ja akku voidaan vaihtaa näytön takaosasta sekä ladata erillisellä latauslaitteella. Myös vara-akku on hyvä pitää ladattuna ennen huollon aloitusta. Huomioitavaa on, että laitteessa on mahdollista liittää kuvaa lisänäytölle ja virtalähteelle laitteen takaosasta. (Talvitie 2016.)

Aloituksessa endoskooppi tulee suoristaa ennen tähystä. Laitteen pitkässä (3–7,5 m) sisäänvientiosan, eli kaapelin sisällä on vaijeri/kuitu teknologiaa, joka ennen huollon toteutusta on hyvä suoristaa ohjaustoiminnan parantamiseksi. Laitteen monitoriosan voi asettaa telineelle ja näyttöä voidaan säätää aloituksessa sopivaan asentoon. Linjojen hygienian turvaamiseksi suoritetaan laitteelle ennen huollon aloitusta desinfiointi etanolin tai alkoholi-etterisekoituksella. (Talvitie 2016.)

Tärkeimmät toiminnot laitteella huollon aikana:

- Valon kytkeminen ja säätö tapahtuu näytön takaa.
 - Pitkä painallus päälle/pois
 - Lyhyt painallus säätää valon tehoa.
- Näytön alareunan tilapalkki:
 - Tiedot mm. akun varaustasosta ja valotehosta prosentteina.
- Linssin vaihto ja fokuksen säätö kamerapäästä:
 - Mukana pieni lieriön muotoinen työkalu.
- Kamerapään ohjaus kahvan vivuilla:
 - Ylös-alas ja vasen-oikea suhteessa näytön kuvaan.
- Kuvien/videoiden otsikointi:
 - Asetusvalikko – Annotation.
- Kuvan pysäytys ja tallennus:
 - ”Freeze frame” asetus ON.
 - Pysäytys tapahtuu sinisellä napilla kahvan takaa tai näytön sinisellä kamerapainikkeella.
 - Tallennus tapahtuu toisella pitkällä painalluksella, lyhyt toinen painallus peruuttaa tallennuksen ja siirtää takaisin live-kuvaan.
 - ”Freeze frame” asetus OFF
 - Kuvan tallennus suoraan em. painikkeiden 1. painamisesta.
- Videon tallennus (start/stop) näytön punaisesta kamerapainikkeesta.

Kuvaamisessa tulee huomioida, että valon määrää muuttamalla ja kamerasuuntauksella kohteeseen nähden voi yleensä välttää mahdolliset heijastukset. Jos valo ei tunnu riittävän esim. isoa kohdetta tähystettäessä, niin kamerasuuntausta ”suljinaikaa” voidaan muuttaa asetusvalikosta (Camera Control – Integration: short/long/normal/manual – Manual Shutter). Lisäksi linssin valinta vaikuttaa valontehoon. Laitteessa ohjausputki on usein avuksi kohteen tavoittamisessa ja hallitussa kuvaamisessa. Kuvia tallennettaessa kannattaa pyrkiä mahdollisimman terävään kuvaan kohteen läheltä, mutta yleensä myös laajempi kokonaiskuva lisänä auttaa kuvatun alueen tulkinnessa jälkikäteen. (Talvitie 2016.)

Muita asetuksia:

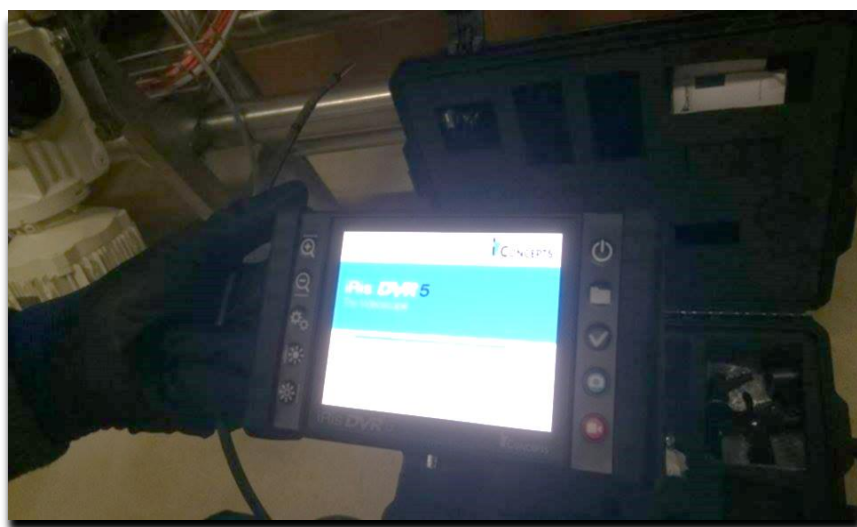
- Päivämäärän ja kellonajan asetus valikosta
 - System Setting – Date/Time
- Tallennettujen kuvien ja videoiden selaus, katselu ja poisto näytön kansio-painikkeen kautta.
- Kuvan kirkkauden, kontrastin ym. perussäädöt asetusvalikossa
 - Image Control
- Kuvan digitaalinen zoomaus (max. 3x) näytön suurennuslasipainikkeella (+ ja -).
- Yksinkertainen suhteellinen mittaustoiminto valikosta (Dimmension), kts. tarkemmat ohjeet käyttöohjeesta.

Laitteen puhdistus ja huolto suoritetaan pehmeällä ja kostealla liinalla tai näytönpuhdistusliinoilla kahvan ja näyttöosan kohdalta. Sisäänvientiosan puhdistus ja pyyhkiminen tehdään pehmeällä liinalla ja puhdistaminen suoritetaan kostealla liinalla tai sienellä. Tämän jälkeen laite kuivataan puhtaalla liinalla. Linssien ja kamerapään puhdistus tapahtuu optiikan puhdistuksen ohjeilla (katso käyttöohjeet). Puhdistus voidaan suorittaa puhtailla pehmeillä liinoilla ja esim. pumpulipuikoilla sekä tarvittaessa alkoholi-eetterisekoituksella myös linssin alta. Puhtaana ja kuivana säilytys suoritetaan laukussa ohjausvivut perusasennossa, sisäänvientiosa puhdistettuna ja kierrettynä laukun sisälle. Likaa hylkivän nanopinnoite on hyvä uusida 1 krt/vuodessa. Muu huoltaminen ja korjaukset suoritetaan vain valmistajan toimesta. (Talvitie 2016.)

Endoskooppihuollon jälkeen tulee tarkastaa, että kaikki huollossa käytetyt osat ovat tallella. Laite pakataan laukkuun ohjeiden mukaisesti, ja akut vietään lataukseen. Kuvamateriaali voidaan tallentaa tietokoneelle mahdollista lisätarkastelua varten ja prosessin linjojen huoltoa tarvitsevat alueet ja venttiilit korjataan yhdessä valvomon prosessihenkilöiden avustuksella. Ennakkohuollon ja korjauksien jälkeen suoritetaan linjoille happo-/emäspesut, jonka avulla turvataan prosessin hygieniä. (Talvitie 2016.)

7.2 Huoltokohteen valinta

Endoskoopin soveltavassa käyttötutkimuksessa valittiin huollettavaksi kohteeksi venttiilipatteristo, jossa oli DA03- ja DX-venttiilejä peräkkäin liitettyinä putkistoon. Huollossa venttiilejä ja putkistoa tähyttävänä endoskoopina toimii iRis DVR 5 videoendoskooppilaitte (kuva 19) ja tarkasteltavat tiivisteiden sijainti voidaan huomata irrotetusta venttiilistä (kuva 20, s. 31). Venttiilipatteriston lisäksi endoskoopilla suoritettiin prosessin ulkopuolella olevan pumpun sisänäkymä. Tarkoituksena oli testata, soveltuuko laite muuhun kuin suorien putkilinjojen tähyttämiseen.



Kuva 19. Tähytys suoritettiin iRis DVR 5-videoendoskooppilaitteella. (Kuva: Roukka)



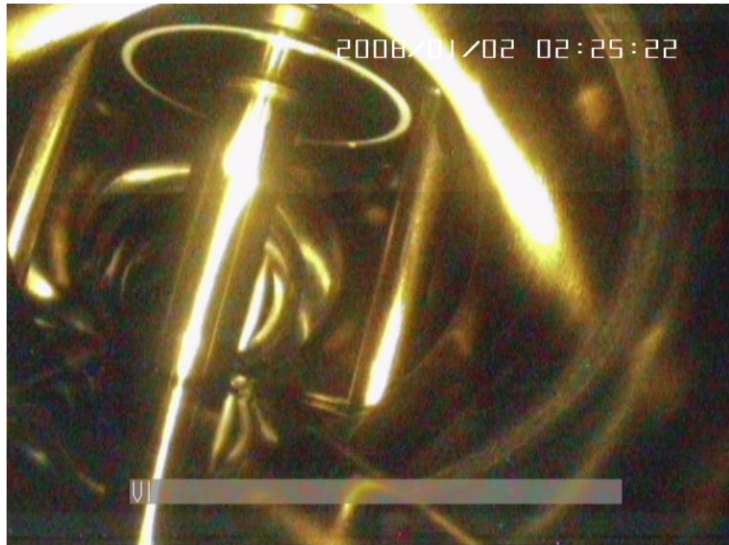
Kuva 20. Irroitetun venttiilin sisätiivisteet. (Kuva: Roukka)

7.3 Venttiilipatteriston kuvamateriaalien tarkastelu

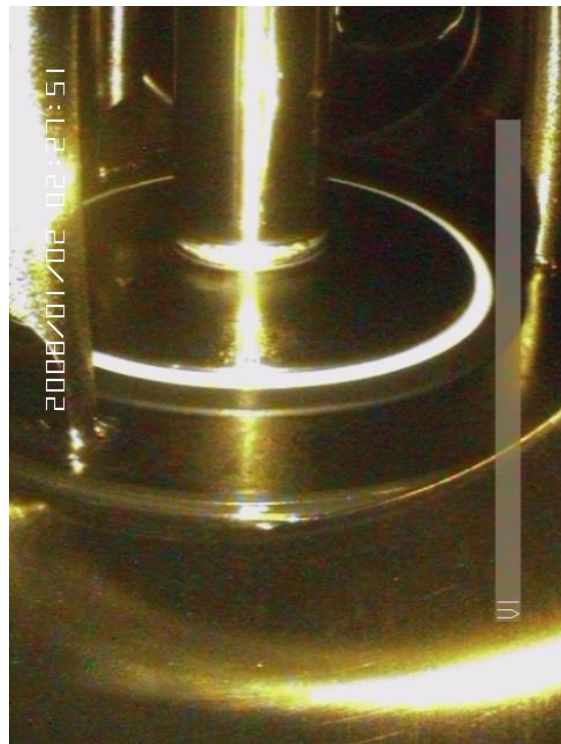
Endoskoopilla tallennettiin kuvamateriaalia ja videota venttiilipatteristosta (kuva 21) tähystäessä. Kuvista (22 ja 23 s. 32; 24 ja 25 s. 33) voidaan havainnoida prosessin venttiilien tiivisteiden sisänäkymää ja kuntoa. Kuvien mukaan tiivisteet ovat hyvässä kunnossa ja paikoillaan venttiilin osalta. Kuvassa 25 (s. 33) oleva hitsausauma oli irrallinen ja se korjattiin suoritettussa ennakkohuollossa. Endoskoopilla voidaan siis tarkastella myös muitakin prosessin sisäisiä asioita kuin tiivisteiden kuntoa.



Kuva 21. Venttiilipatteristossa olevat venttiilit ovat liitoksissa toisiinsa putkistossa prosessilinjastossa. (Kuva: Roukka)



Kuva 22. Endoskoopilla tähystetyn venttiilin ylätiiviste on paikallaan. (Kuva: Roukka)



Kuva 23. Endoskoopilla voidaan kuvata venttiiliä sisältä ja nähdä sisätiivisteen kunto. (Kuva: Roukka)



Kuva 24. Endoskoopilla tähystetyn venttiilin tiiviste läheltä kuvattuna. (Kuva: Roukka)



Kuva 25. Endoskoopilla tähystetty putkitien hitsausliitos sisältäpäin kuvattuna. (Kuva: Roukka)

7.4 Endoskoopilla tähystetyn pumpun kuvamateriaalit

Endoskoopilla suoritettiin myös valmistusprosessista poistetun pumpun tähystäminen. Pumpun putkitiivisteiden voidaan havaita olevan paikoillaan kuvassa 26 (s. 34). Tähystyksessä päästiin ottamaan kuvia myös pumpun sisältä kuvassa 27 (s. 34) ja tarkennettua kuvaa sisäosasta kuvassa 28 (s. 35), josta voidaan havaita korroosiota.



Kuva 26. Endoskoopilla tähystetyn pumpun ja putkiston liitoskohdan tiiviste. (Kuva: Roukka)



Kuva 27. Endoskoopilla tähystetty pumppu sisältä kuvattuna. (Kuva: Roukka)



Kuva 28. Endoskoopilla tähystetty pumppu, josta voi havaita rakenteen korroosiota. (Kuva: Roukka)

8 TULOKSET JA KUSTANNUKSET

Endoskoopilla suoritettun ennakkohuollon vaikutusta tarkasteltiin kokeellisessa osuudessa venttiilipatteriston huoltamiseen kuluneen ajan ja saadun kuvamateriaalin avulla. Lisäksi laitteen toimintaa tarkasteltiin aikaisemmin saatujen kuvausmateriaalien perusteella. Kuvamateriaalin laatu on tutkimuksen mukaan hyvä, sillä käytettävän endoskoopin avulla saadut kuvat ovat selkeitä ja vikatilat voidaan havaita silmin helposti huollon aikana monitorista. Endoskoopin vaikutusta kustannuksiin laskettiin tuotannosta sovellettujen teoreettisten esimerkkilaskujen perusteella, jonka tarkoituksena on antaa suuntaa antava lukema endoskoopin kokonaisvaikutuksesta yrityksen huoltoihin.

8.1 Endoskoopilla kuvattavia asioita

Endoskoopilla voidaan saada hyvälaatuista kuvaa pimeistä putkistoista. Venttiilin ylä- ja alasisätiivisteet näkyvät hyvin tähystyksen avulla otetuista kuvista. Lisäksi huomioitavaa oli, että laitteella näki myös muiden prosessin sisäisten osien kuten putkiteiden kunnon (kuva 25, s. 33) hitsaussauman kohdalta. Käyttöohjeiden mukaan suoritettuun tähystykseen meni aikaa noin kaksi minuuttia per venttiili. Venttiilin irrottamiseen meni aikaa kokonaisuudessaan noin tunti ja linjaston venttiilien kuvaamiseen meni aikaa noin 2–5 minuuttia per venttiili. Linja oli suora, joten tähystyksessä kääntymiseen ja tarkennuksessa ei tullut ongelmia.

Kokeellisen osuuden perusteella endoskoopilla voidaan saada tarkkaa kuvaa venttiilin sisätiivisteistä. Endoskooppi soveltuu kokeellisen osuuden mukaan hyvin venttiilipatteristojen ennakkohuoltojen tekoon, sillä se säästää venttiilin irrottamiseen kuluvaa aikaa ja sisätiivisteistä saatiin hyvät kuvat.

Endoskoopilla suoritettu pumpun tähyttäminen kertoo sen, että laite soveltuu myös tarvittaessa pumppujen sisätilojen tähyttämiseen. Tähytyksessä kuitenkin tuli ottaa huomioon, että pumpun tulee olla jäähtynyt ja pois päältä. Pumpusta voidaan nähdä hyvin läheltä kuvaten korroosiosta aiheutuvaa kulumaa. Endoskoopin avulla voidaan siis tähyttää muitakin kohteita. Kohteina voivat olla esim. pesukeskuksen alkuhuuhdesäiliöt, siilosäiliöt, erinäiset putkitiet ja venttiilit, jäävesisiilot, pastöörin putkistot tai pumput. Lisäksi huollettavana kohteena voisi olla vaikkapa ilmastointikanavat.

Huoltoja tehtäessä tulee kuitenkin huomioida laitteiden toimitila. Erityisesti laitteiden ja linjojen lämpötilojen tulee olla laskenut endoskoopille optimaaliselle tasolle, jottei endoskooppi mene huollon yhteydessä rikki. Lisäksi linjojen tulee olla OFF-tilassa ja venttiilien tulee olla hallittu manuaaliseen asentoon, jottei työnnetty kaapeli mene kesken huollon poikki venttiilin mennessä ON-tilaan. Tällöin yhteistyö valvomon henkilöstön kanssa on erittäin tärkeää niin ajallisesti huollon alkusuunnittelun, kuin myös itse toteutuksen aikana. Lisäksi huomioitavaa on, että prosessissa tulee suorittaa huolletulle laitteelle happo-/emäspesut, sillä pelkkä endoskoopin desinfiointi ei riitä turvaamaan prosessin hygieniää.

Endoskoopilla on mahdollista saada erilaisista prosessin sisällä tapahtuvista toimilaitteista kuvia. Kuten pumpun kokeellisesta tähytyksestä voitiin huomata, voidaan endoskoopilla havaita prosessin toimilaitteiden korroosiota/kulumaa. Kun kuva on tarkka, voidaan prosessista havaita mikrobiologista likaa tai tiivisteiden värejä. Mikäli tiivisteiden väri vaihtuu merkittävästi speksien väreistä, on syytä epäillä mikrobien tai kemiallisten aineiden olevan tehnyt tiivisteelle vahinkoa, jolloin tulee suorittaa tiivisteiden vaihto.

8.2 Endoskoopin riskit ja kriittisyys

Riskeillä tarkoitetaan liiketoiminnan tai tuotantoon kohdistuvaa epävarmuutta, jotka voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan: vahinkoriskeihin, operationaalisiin riskeihin ja taloudellisiin riskeihin. Vahinko- ja operationaaliset riskit aiheuttavat toteutuessaan aina tappiota. Vahinkoriskeihin kuuluvat esim. tulipalot, vesivahingot sekä muut liiketoiminnalle haittaa aiheuttavat vahingot. Operationaalisiin riskit liittyvät esim. yrityksen toiminnallisiin puutteisiin kuten huoltojen puute ja sitä kautta tappioon. Taloudelliset riskit sisältävät mahdollisuuden sekä voittoon että tappioon eli ne ovat kaksipuolisia. Taloudelliset riskit jakautuvat rahoitusriskeihin ja liiketoiminnan riskeihin. Riskin luonteen ja ominaisuuksien perusteella voidaan ne jakaa kahteen luokkaan. Strategisiin ja operatiivisiin riskeihin. Strategiset riskit vaarantavat strategian toteuttamista, kun taas operatiiviset riskit vaarantavat normaalia liiketoimintaa. Operatiivisiin riskeihin kuuluvat esim. tuote-, markkina- sekä tuotantoriskit. (Puolamäki & Ruusunen 2009, 25-26.; Rantanen 2015, 10.)

Endoskoopilla tehdyn ennakkohuollon tarkoituksena on mm. vähentää tuotannossa tapahtuvien venttiilien tiivisterikosta johtuvia poikkeamia ja nopeuttaa huoltoprosesseja. Tällöin voidaan päätellä endoskoopin vähentävän

tuotannon poikkeamista johtuvaa tiivisterikkojen riskiprosenttia. Tällä riskiprosentilla tarkoitetaan venttiilien tiivisterikkojen osuutta tuotannon kokonaispoikkeamiin. Riskiprosentteja voidaan määrittää tuotantolinjan krittisten pisteiden avulla ja seuraamalla poikkeamien ilmaantuvuutta. Huomioitavaa on, että endoskoopilaitteen käyttämiseen prosessissa liittyy myös etujen lisäksi riskejä.

Endoskoopin tarkoitus on nopeuttaa ennakkohuoltojen tekoa ja vähentää venttiilien tiivistevaihtamiseen liittyviä kustannuksia. Venttiilien ennakkohuollon lisäksi laitteella on myös muita mahdollisuuksia integroitua tuotannon huoltoprosesseihin. Kuitenkin nopeuttamalla venttiilien ennakkohuoltoprosessia tulee tarkastaa, mitkä tiivisteet endoskoopilla pystyy huomaamaan ja miten tarkasti sillä pystyy havaitsemaan vikatilat. Uuden laiteinvestoinnin vaikutusta ennakkohuollon luotettavuuteen tulee siis tutkia, jotta voidaan saada luotettavan ennakkohuoltoprosessin. Laskennallisesti voidaan määritellä teoreettisen kokonaisriskiprosentin ja ennakkohuollon vaikutuksen osuudet vikatilojen ilmaantuvuuteen, jonka avulla voidaan päätellä endoskoopin kustannusvaikutuksen suuntaa. Kuitenkin itse toimilaitteen kokonaisriskiprosentin mittaamiseen vaaditaan luotettavaa tilastollista tietoa pitkältä aikaväliltä, jonka avulla pystyy selvittämään sen todellisen hyötyvaikutuksen.

Endoskoopin ennakkohuollon kriittisyysanalyysin avulla voidaan selvittää endoskoopin kriittisyysluvun R :n, seuraavalla kaavalla:

Kriittisyysluku R (rationaalinen euromääräinen odotusarvo tappiosta)

Kriittisyysluku $R = TM \cdot M + TK \cdot K + THY \cdot HY + TVL \cdot VL + TVO \cdot VO$,
jossa:

- Ti = todennäköisyys, jolla riski toteutuu ($i = M, K, HY, VL, VO$)
- M = toteutuneen materiaalivahingon suuruus euroina
- K = toteutuneen tuotantomenetyksen suuruus euroina
- HY = toteutuneesta henkilöstö- ja ympäristöriskistä aiheutuvan taloudellisen menetyksen suuruus euroina
- VL = varalaitteen saatavuusongelmasta aiheutuva taloudellinen menetys euroina
- VO = varaosan saatavuusongelmasta aiheutuva taloudellinen menetys euroina

Mm. vakuutusyhtiöt käyttävät kriittisyyslukuja vakuutuslaskelmissaan ja vakuutusten hinnoittelussa.

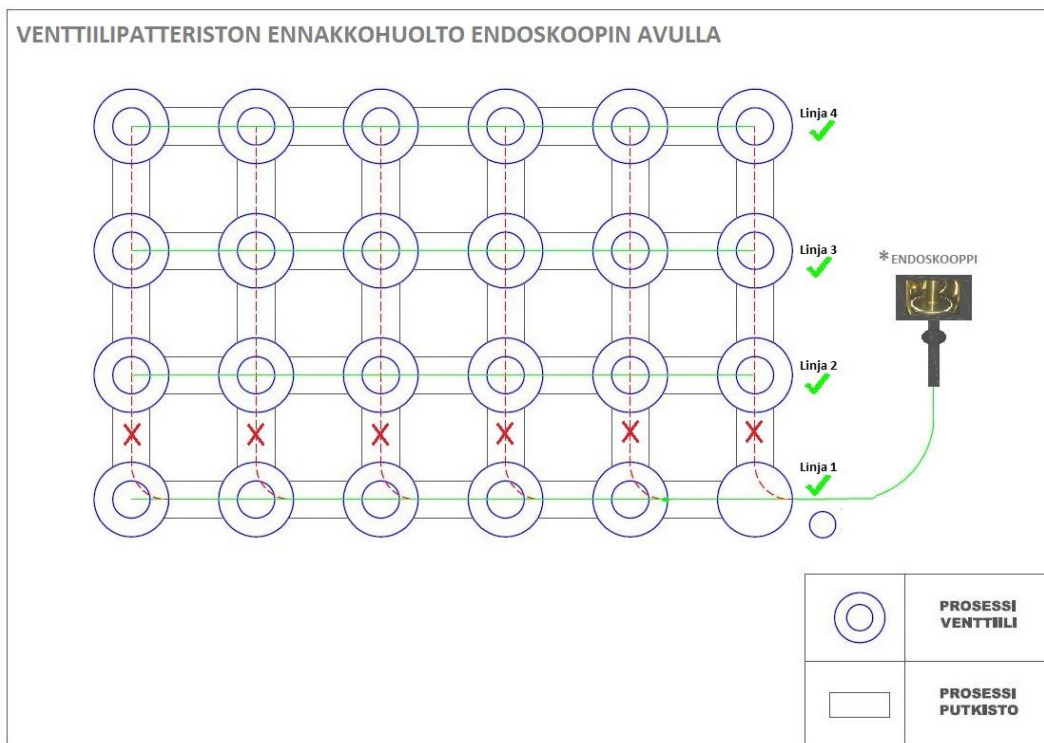
Standardi PSK 6800 kuvaa menetelmää kohteiden kriittisyyden selvittämiseksi teollisuudessa. ”Menetelmässä kriittisyyteen vaikuttaa taloudellisuus-, turvallisuus- ja ympäristötekijät. Kriittisyydellä tarkoitetaan kohteen ominaisuutta, joka kuvaa riskin suuruutta. Riskin suuruus on vaikutusten ja todennäköisyyden tulo. Kohde on kriittinen, jos kohteen riskitekijät eivät ole hyväksyttävällä tasolla. Pisteytysohjeet kerrotaan standardissa. (PSK 6800 2008, 1–2.). Tämän tekemiseksi kuitenkin tarvittaisiin luotettavia tilastotietoja.” (Järviö & Lehtiö 2012, 101.; Inkeroinen 2011, 12.; Tenhunen, 2016.)

8.3 Endoskoopin vaikutus huoltoon kuluvaan aikaan

Endoskoopin käytön vaikutusta työajan kustannuksiin voidaan arvioida niin teorian kuin myös käytännön kokeilun avulla. Työntekijöiden työtehtävien ajan seuranta on tärkeää selvittäessä laitteen hyötyjä, sillä mikäli laite nopeuttaa työtehtävistä selviytymisestä ja saatu hyöty on positiivinen suhteessa laitteen kustannuksiin ja hintaan, on laiteinvestointi kannattava.

Yhden venttiilin irrottamiseen linjastolta kuluu arviolta aikaa noin tunnin, mutta mikäli venttiili on sijoittunut hankalaan paikkaan, voi yhdenkin venttiilin huolto kestää jopa 7 tuntia. Venttiili huoltoja toteuttaessa tulee huomioida huoltoajan vaikutus tuotantoon, sillä aikaa tulisi olla riittävästi huollon toteuttamiseen. Huolto tulisi toteuttaa aikana, jolloin linjoja ei tarvita. Tuotannon pysähdys johtaa 24/7 toimivalla tehtaalla aikataulujen viivästymiseen ja pysähtymisen johdosta tuotannolliseen tappioon. Teorian avulla voidaan muodostaa venttiilipatteristosta demonstraatiokuvan, jonka pohjalta voidaan laskea, kuinka paljon aikaa kestäisi suorittaa prosessin venttiilien huolto ilman endoskooppia ja endoskoopin kanssa suoritettulla huollolla.

Prosessissa voi olla käytössä linjasto, jossa on 6 x 4 asetettuna patteristoksi (kuva 29). Patteriston venttiilit ovat liitoksissa keskenään toisiinsa nähden. Yhden venttiilin vaihtamiseen kuluva aika voidaan todeta olevan 1–2 h, eli tässä esimerkissä ajaksi voidaan ottaa keskiarvona n. 1,5 h (eli 90 min).



Kuva 29. Endoskoopin avulla voidaan tähystää helpommin ja nopeammin suoria prosessilinjoja. (Kuva: Roukka)

- Esimerkki endoskoopin ajallisesta vaikutuksesta

Laskennallisesti ilman endoskooppia kuluva aika prosessin ennakkohuol-
lolle laskettaisiin seuraavasti.

$$\begin{aligned} & \text{Venttiilien määrä (kpl)} * \text{Venttiilin irrotus ja palautus (h)} \\ & = \text{Huollon kokonaisaika (h)} \end{aligned}$$

$$\text{Venttiilien määrä: } 6 \text{ venttiiliä} \times 4 \text{ linjaa} = 24 \text{ kpl}$$

$$\text{Huollon kokonaisaika: } 24 \text{ kpl} * 1,5 \text{ h} = 36 \text{ h} = 2160 \text{ min}, \quad (\text{eli } 1,5 \text{ vrk})$$

Endoskoopin avulla voidaan yhden linjan huoltoa lähestyä irrottamalla lin-
jan päätyventtiili, jolloin voidaan käydä läpi linjan kaikki venttiilit sisältä
päin. Endoskoopin käytön aloitukseen kuluu aikaa n. 30 min esivalmiste-
luissa ja lopetuksessa n. 10 min. Yhden venttiilin tähystämiseen endoskoo-
pin ollessa linjastossa kuluva aika on n. 2 minuuttia.

$$\begin{aligned} & \text{Tähystysaika per venttiili (min/kpl)} * \text{Linjan venttiilien määrä} \left(\frac{\text{kpl}}{\text{linja}} \right) \\ & = \text{Tähystykset (min/linja)} \end{aligned}$$

$$2 \text{ min} * 6 \text{ kpl} = 12 \text{ min}$$

$$\begin{aligned} & \text{Venttiilin irroitus ja palautus} + \text{Tähystykset} \\ & = \text{Yhden linjan huollon kokonaisaika} \end{aligned}$$

$$90 \text{ min} + 12 \text{ min} = 102 \text{ min}$$

$$\begin{aligned} & \text{Aloitus} + \text{Lopetus} + \text{Yhden linjan huollon kokonaisaika} * \text{Linjojen määrä} \\ & = \text{Huollon kokonaisaika (h)} \end{aligned}$$

$$40 \text{ min} + 102 \text{ min} * 4 \text{ kpl} = 448 \text{ min}, \quad (\text{eli } 7,5 \text{ h tai } 0,31 \text{ vrk})$$

Laskelman oletuksena on, että tarkistustyötä endoskooppia käyttäen tekee
vain yksi henkilö.

Vertaamalla huoltojen kokonaisaikoja, voidaan laskea endoskooppi huol-
lolle hyötyprosentin.

$$\begin{aligned} & \left(1,00 - \frac{\text{Endoskoopin kokonaisaika (h)}}{\text{Huollon kokonaisaika (h)}} \right) * 100 \% \\ & = \text{Endoskoopin käytöllä säästetty kokonaisaika \%} \end{aligned}$$

$$\left(1,00 - \frac{448 \text{ (h)}}{2160 \text{ (h)}} \right) * 100 \% = 79,3 \%$$

Endoskooppi vähentää siis huollon kokonaisaikaa 79,3 %. Prosentin li-
säksi voidaan laskea menetelmille myös ajallinen erotus, joka on 28,5 h.
Eli mikäli työntekijän palkka olisi esim. 14 €/h, voidaan tarkastella ajan
lisäksi työntekijän palkkaukseen koostuvaa säästöä.

*Tuntipalkka * Ajallinen erotus = Työntekijän palkallinen säästö*

$$14 \text{ €/h} * 28,5 \text{ h} = 399 \text{ €}$$

Lisäksi mikäli ajallinen erotus on 28,5 h, voidaan laskea tuotannollinen voitto tuotannon kapasiteetin ollessa esim. 1 000 €/h.

*Tuotanto kapasiteetti * Ajallinen erotus = Tuotannollinen voitto*

$$1000 \text{ €/h} * 28,5 \text{ h} = 28\,500,00 \text{ €}$$

Esimerkin avulla saadaan siis rahallisen lukeman kokonaishyödyille, jonka saadaan näiden kahden luvun yhteenlaskulla.

*Työntekijän palkallinen säästö + Tuotannollinen voitto
= Rahallinen kokonaishyöty*

$$399 \text{ €} + 28\,500,00 \text{ €} = 28\,899 \text{ €}$$

Vaihtamalla imaginaariset rahalliset arvot realistisiin rahalukemiin voidaan tällä esimerkillä antaa käsitys laitteen **maksimaalisesta** rahallisesta hyödystä. Huomioitavaa on, että työntekijän ja yrityksen säästämä aika voidaan käyttää johonkin muuhun hyödylliseen toimintaan
”Time is money” – Benjamin Franklin

Endoskoopin avulla voidaan säästää työn tekemiseen kuluvaa aikaa, jota kautta saadaan nopeutettua prosessin ennakkohuoltojen toteuttamista. (Tenhunen, 2016.)

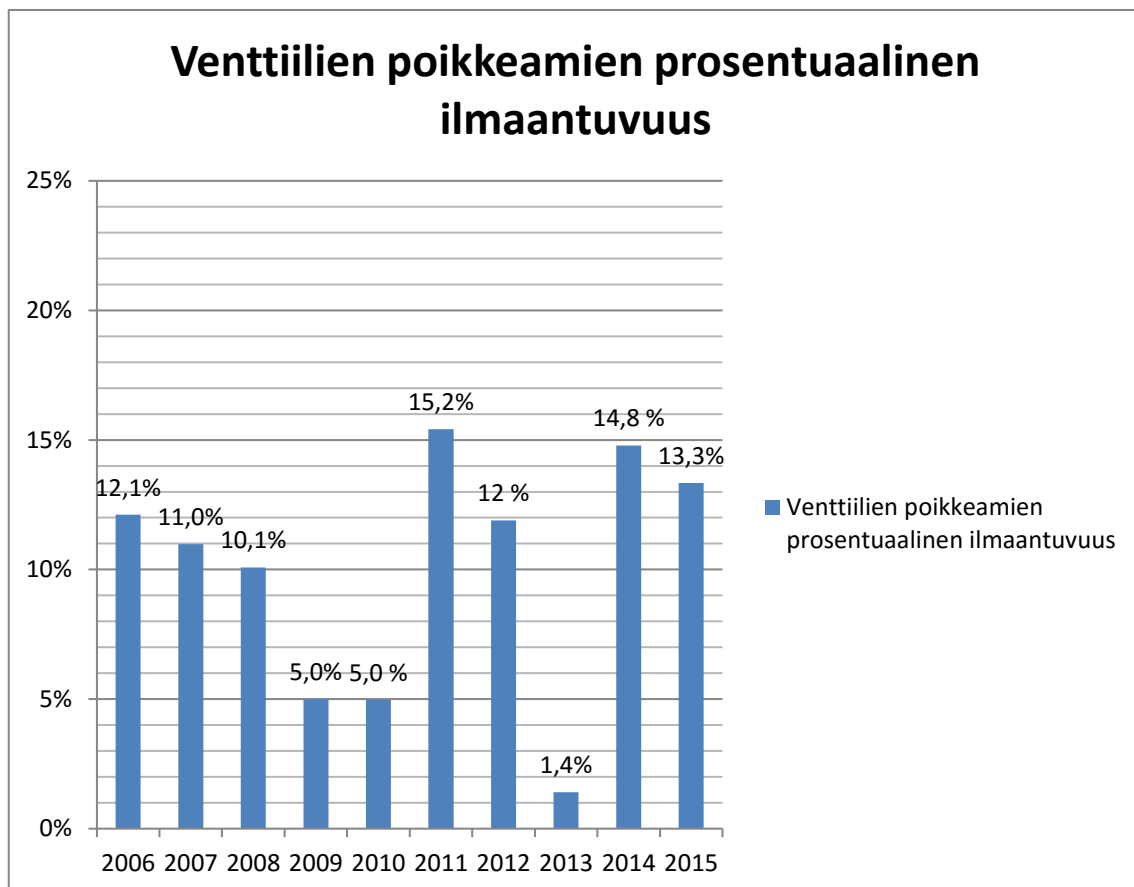
8.4 Vikojen esiintyminen

Venttiilien vioista noin 70 % on ihmisen aiheuttamia ja loput muista syistä. Vikaantumisia tutkiessa Jyväskylän Valiossa on havaittu, että noin 60 % vioista, jotka ovat ihmisen aiheuttamia. Näitä vikoja voitaisiin ehkäistä hyvällä työllä ja laitevalinnalla. Vikaantumisista 15 % aiheutuu paineiskuista, joita aiheuttavat erillislaitteet ja noin 15 % voidaan ehkäistä ennakkohuollolla. Endoskoopin käytöstä venttiilien ennakkohuollossa voidaan tarkastella riskien painoarvoa selvittämällä venttiilirikkojen riskin tilastot.

Venttiilien vikatiloista johtuvia tuotannolle merkittäviä tapauksia on tilastoitu Jyväskylän Valion meijerin kirjanpitoon poikkeamina kommenttien johdosta. Poikkeamia ja niiden vaikutuksia tuotantoon on seurattu useiden vuosien ajan. Selvittämällä venttiilien tiivisterikkojen ilmaantuvuutta, niin poikkeustilanteissa kuin hallituissa huoltotilanteissa, voidaan saada luotettavampi data. Tämän avulla voitaisiin selvittää endoskoopin todellisen hyödyn tuotantolaitoksen ennakkohuolloissa.

8.5 Venttiilien poikkeamien tilastointi

Venttiilien vikatiloista johtuvia tuotannolle merkittäviä tapauksia on tilastoitu Jyväskylän Valion meijerin kirjanpitoon ja niitä on seurattu jo useiden vuosien ajan. Taulukosta voidaan huomata hävikin määrä, hinta ja syy sekä kommentit, joiden perusteella voidaan taulukoida venttiilien vioista johtuvia poikkeamia. Kuvio 2 (s.41) on koottu Jyväskylän Valion meijerin poikkeama tapahtumia, jolloin tuotanto on mennyt pieleen ja tuote jouduttu johdamaan neutralointiin. Tapahtumat oli kirjattu Excel-tilaukseen, josta voitiin poimia jokaiselta vuodelta pelkistä venttiilien vikatiloista johtuvia poikkeamalukemia. Poikkeamalukemista voidaan saada tilastoa ja siten selvittää endoskoopin käyttöönnoton kannattavuudesta.



Kuvio 2. Tilastoa venttiilien tiivisteiden johtuvista poikkeamakustannuksista, jolloin tuotantoerä on jouduttu neutraloimaan. Prosentit on laskettu vuotuisten poikkeamien määrä suhteessa muiden vuosien poikkeamien kokonaishävikin rahalliseen arvoon.

Poikkeamien tilastoinnista huolimatta voidaan todeta, että pelkästään poikkeamien taulukointi ei kerro koko totuutta laitteen todellisesta hyödystä. Kuviossa tulisi ottaa myös ne endoskoopin avulla tehdyt ennakkohuollot huomioon vuodesta 2014 lähtien, joiden avulla on löytynyt vikoja, jotka on pystytty korjaamaan. Korjatut viat eivät aiheuta poikkeamaa tai hävikkiä, jolloin niitä ei näy kootun tilaston kuvioissa. Huomioitavaa on, että dataa tarvitsisi kerätä usealta vuodelta, jolloin endoskooppi on ollut käytössä, jos halutaan tehdä luotettava analyysi poikkeamista.

8.6 Tuotantoriskien arviointi

Endoskoopin ollessa osa ennakkohuoltoa tulee arvioida sen vaikutusta tuotantoon tarkastelemalla tuotantoprosessin riskejä. Meijerissä käsiteltävä aine on maito, josta valmistetaan erilaisia meijerituotteita. Valion tuottajahinta eli perushinta ilman laatulisiä oli 4.9.2015 noin 35 senttiä per litra. Raaka-aineiden ja tuotteiden arvo vaihtelee, sillä tuotteiden arvoon vaikuttaa lämpökäsittelyprosessin ja raaka-ainemaidon lisäksi myös raaka-aineli-sät kuten aromit, hillot, hapatteet ja entsyymit. Suuria maitomääriä käsitel-lessä tuotannossa tulee siis laadunhallinta tarpeen, joten maidon etenemistä prosessista toiseen seurataan laboratorion ja aistinvaraisten menetelmien johdosta.

Mikäli tuotannon aloituksessa, välinäytteissä tai lopetuksessa on ongelmia, niin viat selvitetään välittömästi, jotta tuotanto pysyy turvallisena ja välty-tään aiheutuneilta kustannuksilta. Tuotantomäärien ollessa suuria myös mahdollisten poikkeamista aiheutuvat kustannukset voivat nousta korke-aksi vikojen ilmaantuessa. Syynä voi olla esim. laiterikko, venttiilin tiivis-terikko, inhimillinen erehdys tai huollon epäonnistuminen.

– Esimerkki endoskoopin hyötyosuudesta

Oletetaan tässä esimerkissä, että prosessin tuottama tulos erää kohti on 100 000 €/erä ja erien määrä vuodessa on 200 kpl (tulos yhteensä vuodessa 20 miljoonaa euroa). Oletetaan, että riski mennä pieleen 1,5 %. Tästä prosen-tista n. 60 % vioista olisi ihmisistä aiheutuvia, jotka olisi voitu estää ja tästä ihmisistä aiheutuvasta osuudesta 15 % olisi endoskooppi-ennakkohuollolla ratkottavissa. Tällöin voidaan selvittää tähystyksen vuotuinen taloudellinen hyöty euroina.

Oletetaan, että prosessin tuotannollinen arvo olisi 100 000 € ja riski mennä pieleen 1,5 %. Tästä prosentista n. 60 % vioista olisi ihmisistä aiheutuvia, jotka olisi voitu estää ja tästä 15 % olisi endoskooppi ennakkohuollolla ratkottavissa. Tällöin voidaan selvittää tähystyksen vuotuinen hyöty. Olete-taan, että vuodessa erien määrä on 200 kpl.

Se osuus valmistuseristä, jonka osalta henkilöriskeistä aiheutuva mahdolli-nen tappio voidaan poistaa endoskooppia käyttäen, saadaan tässä esimer-kissä kaavalla. Endoskopiasta aikaansaatu riskiprosentin vähennys (ERV) saadaan aikaan seuraavalla kaavalla

$$\begin{aligned}ERV &= (\text{Kokonaisriski}) * (\text{Ihmisistä aiheutuva riski}) \\&\quad * (\text{Ennakkohuollon riskivähennysprosentti}) \\&= \text{Endoskoopilla aikaansaatu riskiprosentin vähennys} \\0,015 * 0,60 * 0,15 &= 0,00135 = 0,135 \%\end{aligned}$$

Kokonaisriskistä ja ERV :n erotuksesta saadaan korjattu (pieleen menemi-sen) riskiprosentti (RK).

$$\begin{aligned} \text{Kokonaisriski (R)} - \text{Endoskopian riskiprosentin vähennys (ERV)} \\ = \text{Korjattu riskiprosentti (RK)} \end{aligned}$$

$$0,015 - 0,00135 = 0,01365 = 1,365 \%$$

Tuotannon arvo kerrotaan saadulla prosentilla, jolloin saadaan rahallinen etu ennakkohuollolle eräkohtaisesti.

$$100\,000\text{€} * 0,01365 = 1365\text{€}$$

Vuotuinen etu saadaan kertomalla yhden erän etuus vuotuisilla erillä.

$$1365\text{€} * 200\text{ kpl} = 273\,000\text{€}$$

Etu laitteen investoinnille olisi tällöin noin 282 000 €/vuosi laitteen teknis-taloudellisen käyttöiän aikana. Olettaen, että laitteen hankintahinta on 25 000 € ja sen käyttöikä 5 vuotta, saadaan investoinnin takaisinmaksu-ajaksi 1,06 kk, joten esimerkin tapauksessa investointi kannattaa tehdä.

Laskelmaan ei ole sisällytetty endoskoopin huollosta ja/tai korjauksista aiheutuvia kuluja. (Tenhunen, 2016.)

8.7 Käyttökokemukset

Tutkimusta varten haastateltiin Jyväskylän Valion meijerin valmistuksen kunnossapidon kokemuksia endoskoopista ja sen käytöstä. Myös muita Valion toimiyksiköitä haastateltiin tutkimusta varten. Haastateltavana toimi Vantaan Valio Oy:n sekä Riihimäen Valio Oy:n henkilöstöä. Huomioitavaa oli haastatteluista, että Riihimäen ja Jyväskylän Valioilla oli sama endoskooppilaitte. Vantaan Valiolla oli käytössä laitteesta halvempi versio. Henkilöiden käyttökokemuksista koottiin yhteenveto jokaisesta haastateltavasta.

8.7.1 Jyväskylän Valion kunnossapidon käyttökokemukset

Haastattelut suoritettiin 14.4.2016 Jyväskylän Valiolla. Haastatteluissa haastateltiin kolmea henkilöä, jotka ovat käyttäneet laitetta ennakkohuoltojen yhteydessä.

– Henkilö numero 1

Laite menee pieneen putkeen helposti, joka ulottuu n. 10 metrin johdolla putken sisään. Huoltoja tehdessä tulee huomioida pesut. Lisäksi laite on parempi kuin peili ja sillä pystyy kuvaamaan ja tallentamaan. Laitteen käyttö vaatii opettelua. Käyttämällä laitetta voidaan nopeuttaa toimintaa ja saada prosessi pelastettua.

– Henkilö numero 2

Käyttökelpoinen vehje. Selkeä laite ja tiedossa on manuaalin ja laitteen toimittajan antamat käyttörajat. Kuitenkin laitteen todellisen käytön mahdollisuudet ovat vielä vähän hämärät. Kehitysidea olisi, että jos voisi tietää laitteen johdon syötön lukumäärän. Laitteen kehittäjä voisi asentaa kaapeliin metrimitat, josta voitaisiin seurata tarkkaa lukemaa.

– Henkilö numero 3

Helppokäyttöinen laite, käytön oppii suhteellisen nopeasti. Käytön kannalta laite on pitkä, joten pikkuhommiin se on aika raskas ruveta kelaamaan pois ja varomaan, kun kaapeliin ei saa astua (riski). Lisäksi kuvan laatu on hyvä ja perusominaisuudet ovat helposti opittavissa.

Erilaisten linssien vaihtoprosessi tuntuu vähän liialliselta ”hifistelyltä”, mutta kulmalinssi on todettu parhaaksi huolloissa. Pohdintaa onkin, että onko muille linseille tarvetta. Tietysti mikäli olisi mahdollista, niin kalansilmän objektiivi voisi tarjota laajakuvaa.

Endoskoopin kuvamonitorin alhaalta lähtevä johto tuntuu epäilyttävältä. Laitetta käyttäessä tuntuu, että se menisi helposti poikki. Ehkä joku kulumakappale/tukijousi voisi varmistaa, ettei se taitu jolloin vaijerit eivät pääse katkeamaan.

8.7.2 Vantaan Valio Oy:n käyttökokemukset

Haastattelin Vantaan Valion henkilöä (Henkilö 4), jonka kanssa sovittiin yritysvierailun toisen endoskooppimallin käyttöä varten. Haastattelu suoritettiin 4.8.2016. Vantaan Valio on sulatejuustola, jonka prosessit eroavat nestemeijeristä.

– Henkilö 4 haastattelu

Käytössä oleva endoskooppi on halvempi malli verraten Jyväskylän Valion versioon. Laite on koettu tarpeelliseksi meijerissä, sillä pääsee tarkastelemaan pesutuloksia putkistoissa. Käyttömahdollisuuksia on testailtu meijerissä erilaisten huoltotilanteiden ja mahdollisuuksien mukaan. Käytössä oleva laite on kuitenkin jäykkä käyttää, sillä se ei käänny helpolla putkistossa. Putkistojen kunnosta saadaan kuitenkin hyvin tulkattavaa kuvaa. Laitetta ei ole käytetty meijerillä venttiilien tiivistehuoltoja varten vaan lähinnä pesulinjojen ja pesutulosten tarkasteluun. Haastattelussa pohdittiin mahdollisuutta kalliimman endoskooppi laitteen lainaamiseen Vantaan Valio Oy:n meijerille.

8.7.3 Riihimäen Valion Oy:n käyttökokemukset

Riihimäen Valiolta haastattelin 28.7.2016 kunnossapidon asiantuntijaa, joka on käyttänyt laitetta meijerissä. Riihimäen meijeri on Jyväskylän meijerin tapaan nestemeijeri, mutta meijerillä ei suodateta maitoa kuten Jyväskylän meijerin. Meijerillä valmistetaan maitoa ja piimiä sekä jugurtteja.

– Henkilö 5 haastattelu

Endoskoopilaitetta käytetään Riihimäen meijerissä putkistojen tutkimukseen, jotta voidaan havaita hitsaussaumojen kuntoa ja tutkia pakkauskoneiden sisäistä kuntoa. Laitteella suoritetaan tutkimuksia tuotteiden mikrobitulosten perusteella, jonka johdosta voidaan paikallistaa, millä linjalla ja mistä kohtaa mahdollinen vuoto/häiriö sijaitsee. Lisäksi laitetta käytetään pesulinjojen ja venttiilien tutkimuksessa, jolla selvitetään linjojen peseytyvyyttä. Meijerissä ei ole kuitenkaan lähdetty tekemään ennakkohuoltoa endoskoopin avulla. Venttiilien irrottamiseen menee kuitenkin vain 1–2 h meijerillä. Riihimäen meijerin ennakkohuolto-suunnitelman mukaan venttiilit huolletaan määrävälein riippuen kohteesta. Kuitenkaan venttiilien huolto on kuntoon perustuvaa huoltoa ja sitä ei järjestetä etukäteen.

Endoskooppi laitteen käyttöä on kuitenkin meijerissä todettu vähäiseksi, sillä laitetta on käytetty aluksi useita kertoja, mutta sen jälkeen käyttö on jäänyt vähäisemmäksi. Vuoden aikana laitetta on käytetty mm. uusien linjojen tarkastamiseen ennen käyttöön ottoa, jolloin varmistetaan hitsaussaumojen kuntoa. Laitetta käytetään tarvittaessa ja endoskooppi on kuitenkin hyvä olla meijerissä, sillä prosessit ovat salaisia ja laitteen vuokraaminen tai laitteiden endoskooppihuoltojen tilaaminen on todettu kalliiksi. Lisäksi vieraileva asiantuntija sisältää aina pienen riskin tuotannolle, kun tehdään sisälle otetaan henkilö ulkopuolelta. Laitte koetaan tämän ja huollosta saadun helpotuksen mukaan tarpeelliseksi.

Laitteella voidaan kuvata putken sisäpintaa ja tarkastella hitsaussaumoja. Henkilö 5, mukaan sisäpinnan kuvan tulkkaminen ei onnistu kuin koulutetulta henkilöltä, joka on käyttänyt laitteita useita kertoja, sillä putken pinta sisältää heijastumaa ja erilainen valonsäätäminen voi johtaa silmää harhaan. Laitteen käyttöön kouluttaminen koetaan tarpeelliseksi. Endoskoopin käyttöä varten on saatu yleiset ohjeet ja aloitus ohjeet meijerikäyttöön. Meijerissä laitetta käyttää vain kunnossapidon asiantuntija, eikä laitetta ole vielä viety asentaja tasolle, sillä asentajien vaihtuessa ja laitteen ollessa kallis on riski, että laite voi mennä rikki. Huoltojen ilmaannuttua suoritetaan endoskooppihuolto yhteistyöllä asiantuntijan ja asentajien kanssa. Henkilöstöltä on kuultu, ettei laitteen käytöstä ei ole huonoja kokemuksia ja se koetaan tarpeelliseksi. Haastattelun päätyttyä kuitenkin todettiin endoskoopin väliaikaista lainaaminen Vantaan Valiolle mahdolliseksi, sillä endoskoopin käyttö on tällä hetkellä vähäisempää suhteessa Jyväskylän meijeriin.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Endoskoopilla on tutkimustuloksien ja kustannuslaskujen perusteella selvää aikaa säästävää vaikutusta ennakkohuoltoihin, jolloin rahallinen hyöty on merkittävä. Ajan säästön lisäksi endoskooppi parantaa tuotannon laatua vähentämällä prosessin pieleen menemisen riskiä. Laitteella on mahdollista tähyystää myös muita kohteita kuin venttiilejä, joka nostaa laitteen hyötyarvoa. Tuloksissa huomattiin, että laitteen hankintahinnan ollessa 25 000 € ja käyttöiän 5 vuotta, saadaan investoinnin takaisinmaksuajaksi 1,06 kk. Tämän osion tarkoitus on pohtia laitteen erilaisia mahdollisuuksia ja riskejä sekä puntaroida tutkimuksen tulosten ja endoskoopin luotettavuutta ennakkohuolloissa. Tiedoilla voidaan päätellä endoskoopin investoinnin kannattavuus ja todeta laitteen todellinen hyöty meijeriteollisuudessa.

9.1 Endoskoopin erilaiset mahdollisuudet

Endoskoopista on mahdollista tilata mittanauhalla saatava versio, jossa kaapelissa on ilmoitettu pituuslukemat. Mitta tulisi asennuttaa laitteeseen valmistajalla, sillä endoskoopissa on nanopinnoite. Teipillä merkattu mitta aiheuttaa vierasesineriskin ja kaapelissa on likaa hylkivä nanopinnoite. Mittanauha integroituna endoskooppiin voisi helpottaa kamerapään sijainnin seurannassa putkistolinjoilla.

Ennakkohuolloissa käytetään endoskoopin lisäksi peiliä ja lamppuja, joiden avulla tutkitaan venttiilin alatiivisteen kunto. Pohdittavaksi jää, olisiko mahdollista joskus asentaa kiinteitä kameroita linjojen sisälle. Tällöin voitaisiin nähdä prosessin putkilinjat helposti kohdetta purkamatta. Mahdollisuudet läpinäkyviin putkilinjoihin voisi olla toteutettavissa tulevaisuudessa, ja prosessilinjojen tutkimiseen ei tarvittaisi kuvauslaitteita. Kuitenkin materiaalikustannukset ovat todennäköisesti tällä hetkellä liian suuret läpinäkyvien putkistojen asentamiseen. Tulevaisuudessa voisi olla mahdollista teettää putkilinjaan asennettava ohjattava robotti, joka voisi kuvata linjoja pitkän kaapelin sijaan. Robotin johdosta tulee huomioida vierasesineriskin kasvu, sillä robotti voi rikkoutua ja jäädä helpommin jumiin linjastoon.

9.2 Laajentaminen ja investointi muihin yksiköihin

Endoskooppia on käytetty Jyväskylän Valiolla ennakkohuolloissa. Laajentaminen muihin Valio Oy:n toimiyksiköihin voisi vähentää ja nopeuttaa venttiilien tiivisterikoista johtuvia poikkeamia. Näin voidaan parantaa tuotannon toiminnallista laatua alentamalla riskiprosenttia ja säästämällä aikaa. Investointia voidaan pitää kannattavuuden johdosta lähes välttämättömänä nestemaitomeijerien tuotannon huoltoihin.

Haastattelujen perusteella Riihimäen ja Vantaan Valio Oy:llä voitaisiin ottaa käyttöön samankaltainen ennakkohuolto-ohjelma venttiilien tarkastamiseen. Lisäksi Riihimäen Valio voisi lainata toimilaitetta väliaikaisesti Vantaan Valio Oy:lle, jonka avulla voitaisiin testata endoskoopin soveltuvuutta

Vantaan Valion prosessien huoltoihin. Tämän jälkeen Vantaan Valion henkilöstö voisi tehdä investointihakemuksen, mikäli laite koetaan paremmaksi kuin vanha endoskooppi. Endoskoopilla suoritettavan ennakkohuollon käyttöönottoa myös muihin meijereihin tulisi tuoda esille. Tehtaiden välisissä palaverissa voitaisiin suunnitella tehdaskohtaisten huoltojen suorittamisen sijaan yhteinen perusohjeistus, jonka avulla venttiilien ennakkohuolto suoritetaan.

Endoskooppi soveltuu nestemeijerien venttiilien huolto-ohjelmaan, mutta Vantaan Valion myötä olisi laitetta mahdollista soveltaa myös muissa meijereissä, sillä juustoloissa käsitellään maitoa/juustomassaa prosessinputkistoissa joita ohjataan myös venttiilien avulla. Huomioitavaa on, että endoskoopilla on venttiilien ennakkohuoltojen lisäksi muita mahdollisuuksia havaita eri alueilta mikrobiologisia ongelmia, jolloin laite olisi hyvä varuste kaikille meijereille.

Valiolla voitaisiin kokeilla endoskoopin kilpailutusta Sähkölehto Oy:n ja Okulaari Oy:n välillä, jolloin voitaisiin saada investoitua tarpeet tyydyttävä laite mahdollisesti edullisemmin. Tutkimuksen mukaan Okulaari Oy:n versio endoskoopista soveltuu kuitenkin hyvin meijereihin käyttökokemusten perusteella.

9.3 Riskien pohdintaa

Endoskoopin käyttöönottoon liittyy erilaisia riskejä. Riskeistä voidaan jaotella tuotannollisiin riskeihin, jotka käsittelevät mahdollista riskiä laitteen epäkannattavuuteen ja tuotantoa heikentävänä tekijänä. Lisäksi laitteen ollessa osa elintarviketeollista huoltoprosessia, jossa ollaan kosketuksissa prosessilinjalla, on vierasesine- ja hygieniariskit mahdollisia.

9.3.1 Tuotannollinen riski

Endoskoopin tarkoitus on nopeuttavan ennakkohuoltoprosesseja, jolloin riskit nousevat uuden laitteen käyttöönoton myötä huoltoprosessissa. Mikäli laitteeseen kouluttaminen käy liian vähäiseksi, voi suoritettu huolto olla epäluotettava, jolloin tuotanto voi päätyä vaaraan. Käyttöohjeiden kertaaminen ja kouluttaminen sekä laitteen prosessiasiantuntijan käyttäminen huollossa yhdessä kunnossapidon kanssa vähentää epäluotettavan huollon riskiä. Tutkimuksessa toteutettiin kokeellinen osio, jossa ennakkohuolto toteutetaan endoskoopin avulla. Prosessiventtiilien sisätiivisteet kuvattiin endoskoopilla ja ulkoiset tiivisteet tarkistettiin peilien ja taskulampun avulla. Kokeellisen tutkimuksen tuloksella voitiin todeta, että endoskoopilla pystytään näkemään selkeät kuvat venttiilien tiivisteistä, jolloin oikein tehdyllä ennakkohuollolla voidaan vähentää tuotannollista riskiä ja laiteinvestointi ei ole tällöin turha. Tehtaan prosessitietojen leviämisen riskiä endoskoopihuolloissa voi lisätä tehtaan ulkopuolisen asiantuntijan palkkaus huoltoihin. Kouluttaminen laitteen käyttöön tehtaan sisällä koetaan tärkeäksi, jottei kilpailijalle leviä tietoja tuotannosta.

9.3.2 Hygieniariskit

Huollettavalle laitteelle tulee olla pesut suoritettu (puhtauden tarkastelu). Valion tuotevalmistuksen kunnossapidon työstä noin 70 prosenttia liittyy tuotehygieniaan ja 30 prosenttia mekaaniseen kunnossapitoon. Yrityksessä on erilaisia prosessilinjoi, joiden huoltamiseen käytettävät apuvälineet on hyvä pitää erillään. Suurin hygieniariski tulisi, mikäli endoskooppia käytettäisiin neutraloinnin säiliön tai viemärien jälkeen tuotannon linjoilla. Pelkkä endoskoopin desinfiointi ei riitä mikrobien tuhoamiseen. Tällöin tuote voisi kontaminoitua, mikäli linjastopesu unohtuu tai pesu epäonnistuu.

Mikäli laitetta käytetään raaka-maitolinjasta normaaliin tuotelinjaan, tarvitaan aina happo-/emäspesut, jotta mahdolliset patogeeniset bakteerit saadaan eliminoidua ja prosessilinja turvattu. Huoltolaitteiden käyttöä hygienialueelta toiselle tulisi välttää. Suositeltavaa olisi hygieniariskin vähentämiseksi, että tuotannon valmistuksen endoskooppia käytettäisiin pelkästään valmistusosaston tuotelinjojen tähystyksessä. Muille osastoille olisi mahdollisesti toinen endoskooppi tarpeen mukaan. Huollettavalle laitteelle tulee olla pesut suoritettu ennen ja jälkeen huollon. Laitteesta voitaisiin ottaa myös desinfioinnin jälkeen ATP-lukema, jolla saataisiin varmuutta puhtaaseen työskentely erityisesti korkean hygienian alueilla. Huomioitavaa on, että ennen kaapelin syöttämistä linjaa olisi kädet hyvä desinfioida ja käyttää suojaavia kumihanskoja.

Endoskoopilla on oikein käytettynä positiivinen vaikutus mikrobi/vuoto-ongelmien ja vikatilojen havaitsemiseen. Ennakkohuoltojen avulla voidaan ehkäistä vikoja tehokkaasti. Laitteella pystyy tutkimaan putkistojen ja venttiilien lisäksi pakkauskoneita, pastööreja, pumppuja, säiliöitä, pesukeskuksia, alkuhuuhdesäiliöitä sekä vaikeasti nähtäviä kohtia. Näin voidaan havaita ongelmia ja puuttua vikoihin parantaen linjojen toimivuutta ja laadullista tuotantoa. Kuitenkin hygienialueiden merkitys tulee ottaa huomioon huoltoja tehdessä, jotta voidaan välttyä mahdollisilta ongelmilta, jotka voivat liittyä laitteen kuljetukseen eri tuotantotilojen ja aineiden välillä.

9.3.3 Vierasesineriskit

Endoskoopin päässä on kuvattava linssi/kamera, joka on irrotettava osa. Tämä tulee tarkastaa joka huollon jälkeen, ettei endoskoopin pää putoa huollon aikana. Laitteessa on likaa hylkivä nanopinnoite, joka kuluu käytössä, mikä voi vaikeuttaa laitteen puhdistusta. Linjat tulee olla huoltokunnossa, sillä mikäli venttiili menee paineella kiinni kesken huollon, menee kaapeli todennäköisesti katki. Tällöin katkennut osa voi jäädä linjaan ja sen poisto voi olla hankalaa. Laitetta tulee siis huoltaa tasaisin väliajoin ja prosessin huollossa tulee varmistaa linjojen toimintatila, jotta vierasesineriskiltä voidaan välttyä.

9.4 Tutkimuksen pätevyys ja tulosten luotettavuus

Tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta tarkasteltiin saatujen tulosten, ja tilastojen sekä tietojen perusteella. Myös mielipiteillä ja asenteilla voi olla vaikutuksia tuloksiin. Endoskooppi yrityksillä on tarkoitus myydä omia tuotteitaan, joten on mahdollista, että laiteinvestointi ei välttämättä tarvitse kaikkia ominaisuuksia. Kuitenkin tutkimukseen saadut perustiedot toimilaitteen välittäjiltä ovat luotettavia, sillä he ovat laitteen teknologian kanalta asiantuntijoita.

Tutkimusta voisi mahdollisesti tarkastella myös jostain toisesta näkökulmasta, mutta saadut tulokset eivät todennäköisesti poikkeaisi toisistaan. Kokeellisen osuuden suorittamisen myötä voitiin todistaa kuvien perusteella endoskoopin käytön tehokkuus sekä yhdessä teoria esimerkkien kanssa voitiin päätellä laite kannattavaksi investoinniksi meijerille. Endoskoopista löytyi yllättävän vähän teollisessa mittakaavassa kirjallisia lähteitä, sillä monet kirjallisuuslähteet viittasivat lääketieteeseen. Teollisuuden puolta löytyi yllättävän vähän tietoa, sillä yritykset haluavat pitää tuotantoprosessit salassa.

Huomioitavaa on, että tähystävän ja huoltojen avulla prosessia parantavan operatiivisen toimilaitteen käytön todellisen kannattavuuden mittaaminen tuotannollisella tasolla on monimutkainen prosessi. Kustannusinvestointi ei anna suoraan vastausta kokonaiskannattavuudelle. Kunnossapidon tehokkuutta ennakkohuolloissa voitaisiin kuitenkin arvioida perinteisillä mittareilla, eli kustannustehokkuudella, epäkäytettävyysskustannuksilla, käytettävyydellä, tuotannon kokonaistehokkuudella, oman ja alihankintatyön tehokkuudella sekä materiaalikulutuksella. Tämä kuitenkin vaatisi useita tutkimuksia ja luotettavaa tilastointia huolloista ja tuotannosta.

Laitteen kannattavuuden arviointiin kuitenkin vaadittiin kustannuksien tehokkuuden mittaamisessa luotettavaa dataa, joka kertoisi kokonaisen hyödyn laitteelle. Tehtaalta saadut tilastotiedot (kuvio 2, s. 41), ovat puutteelliset, sillä ne eivät kerro todellista tilannetta, sillä se käsittelee vain tilanteita, jolloin on tullut poikkeama. Lisäksi saatujen tilastojen kirjaamiseen ei ole laitettu tarpeeksi selviä viitetietoja vian laadusta.

Kehitysehdotuksena Jyväskylän meijeri voisi alkaa tilastoimaan kaikki tilanteet, jolloin on havaittu/vaihdettu rikkinäinen venttiili, jolloin voitaisiin huomata vuotuiset lukemat kaikista tilanteista sekä tilanteista jolloin rikkinäinen venttiili on johtanut poikkeamaan ja siten tuotannolliseen häviöön. Tilastojen kirjaamiseen voitaisiin laittaa selkeästi venttiilien tiivisteistä johtuvat viat, sillä tämän tutkimuksen tilastot saattavat puutteellisten viitetietojen johdosta käsitellä sähköisistä ongelmista johtuvia vikatiloja. Tilastoinnin avulla voitaisiin saada endoskoopin todellinen rahallinen kannattavuus ennakkohuolloissa laskettua. Endoskoopin kokonaiskannattavuuden laskemiseen tulee ottaa huomioon myös endoskoopin soveltuvuus muihin kohteisiin ja vian laadun/sijainnin vaikutuksesta tuotantoon. Tutkimus vaatisi pitemmällä aikavälillä endoskoopin kriittisyysanalyysiä varten luotettavaa dataa, jonka avulla voitaisiin saada selville todelliset lukemat.

Tämän tutkimuksen lukemat ovat suuntaa antavia ja ne pohjautuvat saatuihin tietoihin. Kuitenkin tutkimusten perusteella ja teoreettisen pohdinnan avulla voidaan päätellä laitteen olevan kannattava investointi ja tutkimustyön olevan validi ja laitteen olevan kannattava sijoitus meijeriin. Endoskoopilla saadaan aikaan selvää rahallista säästöä vähentämällä tuotantoriskejä. Endoskoopista olisi mahdollista hankkia halvempi versio, joka vastaa toiminnaltaan nykyistä versiota. Tällöin tulee kuitenkin huomioida asiantuntijoiden tarjoamat laitteen huolto-, opetus- ja korjausedut ja verrata niiden tarvetta suhteessa laitteen hintaan.

9.5 Toimintasuunnitelma

Tutkimuksen tulosten perusteella koottiin Valio Oy:n meijereille toimintasuunnitelmat (taulukko 5). Suunnitelmalla voidaan tehdä merkittäviä tuotannollisia säästöjä ja saada aikaan toiminnallista kehitystä meijerien huolloissa.

Taulukko 5. Toimintasuunnitelma Valio Oy:lle endoskoopin hyödyntämiseen

Toimiyksikkö	Strategiaehdotus
Valio Oy, Jyväskylä	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tutkimuksen mukaan endoskoopin käyttöä osana ennakkohuoltona kannattaa jatkaa. Laite soveltuu myös muiden kohteiden tarkastelua varten. 2. Huoltojen ja poikkeamien kirjaaminen Excel-taulukkoon viitteiden avulla vuotuisesti avaisi mahdollisuuksia havaita ja reagoida virheisiin sekä saada tilastollista arviota kuluista ja huollon vaikutuksesta. 3. Endoskoopin käyttökoulutusta asiantuntijan avulla kunnossapitäjille tulee tarpeeseen. Huoltoja suositellaan suoritettavaksi asiantuntijan kanssa yhteistyönä. Mikäli mahdollista niin kunnossapitäjille voitaisiin tarpeen mukaan tilata laitteen maahan-tuojan asiantuntijan kertaava muutaman tunnin koulutus, sillä vaikka laite tuntuu helpolta käyttää, voi joidenkin ominaisuuksien käyttö unohtua ja olla haastavaa ilman opetusta. 4. Hygienialueiden noudattaminen tulee huomioida endoskooppihuoltoja suorittaessa. Toistaiseksi yksi endoskooppi riittää talon prosesseihin, mutta mikäli muiden osastojen välillä laitteen tarve kasvaa on syytä harkita lisäinvestointia uuteen endoskooppiin. 5. Endoskoopin käyttökokemuksia ja parannusehdotuksia voitaisiin kirjata ylös. Palautteen antaminen laitteenvalmistajalle on tärkeää laitteiden kehittelyn kannalta ja joitain ominaisuuksia voidaan tarpeen tullen lisätä endoskooppiin vuosihuollon yhteydessä.
Valio Oy, Vantaa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Valio Oy voisi lainata kokeiluun Valio Oy Riihimäen yksikön endoskooppia. Lisäksi talon sisältä voitaisiin ottaa Riihimäeltä tai Jyväskylältä kunnossapitäjä/asiantuntija neuvomaan laitteen käytöstä. 2. Mikäli laite todetaan helpommaksi käyttää juustolan prosesseissa, voitaisiin Vantaalle investoida uusi laite. 3. Uuden laitteen investoinnissa kannattaa kysyä tarjouspyyntöä ja selvittää mistä laitteen voisi saada edullisimmin. Käyttökoulutusta suositellaan asiantuntijan avulla. 4. Mahdollisuuksien mukaan endoskooppi olisi hyvä ottaa mukaan myös venttiilien ennakkohuoltoihin
Valio Oy, Riihimäki	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nestemeijerissä venttiilien ennakkohuoltoihin voitaisiin ottaa mallia Valio Jyväskylän suorittamista ennakkohuolloista. 2. Poikkeamien ja huoltojen tilastointi Exceliin
Valio Oy	Tehtailla on tuotannosta riippuvaiset tavat toimia, mutta monissa tehtaissa voitaisiin hyödyntää endoskoopilla tehtyä ennakkohuoltoa myös muissa meijereissä. Yhdistämällä kunnossapitojen osaamista ja jakamalla informaatiota meijerien välillä voidaan säästää paljon rahaa ja aikaa, kuten endoskoopilla suoritettavalla huollolla. Näin voitaisiin parantaa meijerin toimintatapoja ja parantaa tuotannollista laatua.

LÄHTEET

APV manual. n.d. Double-Seat Valves Delta DA3+. APV Invesys Operating manual. Valio Oy:n sisäinen tiedonlähde.

APV manual. n.d. DX2+ -Kaksoisistukkaventtiilin rakenne. APV Invesys Operating manual. Valio Oy:n sisäinen tiedonlähde.

APV manual. n.d. DELTA SW4-venttiilin rakenne. APV Invesys Operating manual. Valio Oy:n sisäinen tiedonlähde.

Bylund, G. 2003. Dairy processing handbook. Lund, Sweden: Tetra Pak Processing Systems AB.

Fibox Oy n.d. FiboxFiboxin EPDM-tiivisteet. Haettu 4.5.2016 osoitteesta http://www.fibox.fi/21/EPDM-tiivisteet_FIN1.html

Helenius, T. 2006. Hygienia ja kunnossapito. Kehittyvä elintarvike -lehti. 2006(3), 35. Haettu 1.9.2015 osoitteesta <http://kehittyvaelintarvike.fi/lehdet/2006/3.pdf>

Henon, B (Ph.D). & Brond, A. 2000. Latest Developments in Welding Specification for Sanitary Process Piping. Arc Machine inc 7/2000. Haettu 3.3.2016 osoitteesta <http://www.arcmachines.com/industries-served/food-dairy-beverage/sanitary-process-piping>

Inkeroinen, E. 2011. Kriittisyysanalyysin ja ennakkohuoltosuunnitelman laatiminen pehmopaperin jalostuslinjalle. Paperikoneteknologia. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 12.

IT-Concepts n.d. Homeland Security Visual Technologies for Security and Defense. Lahnau, Germany. PDF. http://home.itcworld.com/images/downloads/Security_Brochure.pdf

Järvenpää, N., Länsiluoto, A. & Partanen, V. 2010. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Suomi: Sanoma Pro. 329.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Suomi: Kunnossapitoyhdistys Promaint.

Järviö, J. 2008. Ehkäisevä kunnossapito ja sen suunnittelu. Promaint-lehti 3, 101.

Kanninen, O. 2013. Kunnossapito-ohjelman rakentamien RCM- menetelmän avulla. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 10-13.

Kehittyvä Elintarvike -lehden toimitus. 2014. Teollisuusendoskopia kiinnostaa myös elintarvikealalla. Kehittyvä elintarvike -lehti 4, 47. Haettu 1.6.2016 osoitteesta <http://kehittyvaelintarvike.fi/lehdet/2014/4.pdf>

Laiholan, J. 2014. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto ja ennakoiva kunnossapidon suunnittelu. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu, 19.

Meuronen, H. 2016. Kartonkikoneen kunnossapidon kehitystyö. Kone- ja tuotantotekniikan ko. Savonia ammattikorkeakoulu. 35.

Okulaari Oy. n.d. Tuotteet. Haettu 15.5.2016 osoitteesta <http://www.okulaari.fi/tuotteet.html>

Puolamäki, E. & Ruusunen, P. 2009. Strategiset Investoinnit - Johtaminen, Prosessit ja Talouden ohjaus. Helsinki, Suomi: Tietosanoma.

Rantanen, L. 2015. Investoinnit ja toiminnan kannattavuus Case: Majakkapaviljonki Oy. Kansainvälinen kauppa. Lahden ammattikorkeakoulu 5-10.

Ridgid.com -nettisivusto. SeeSnake microDrain Video Inspection System. Haettu 1.6.2016 osoitteesta <https://www.ridgid.com/us/en/seesnake-microdrain-camera#>

Salaja, S. 2014. Tuotantolinjan puhtaus varmistetaan tähyttämällä. Promaint-lehti 2/2014, 22-24. Haettu 20.5.2016 osoitteesta <https://is-suu.com/promaintlehti/docs/0001promaint22014kevyempi>

Siirtola, M. 2012. Ennakoivan kunnossapitotoiminnan kehittäminen. Opinnäytetyö. Tekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu, 8.

Storz, K. 2016. The world of industrial endoscopy. Your Focus, Our Scope PDF. Haettu 1.6.2016 osoitteesta https://www.karlstorz.com/cps/rde/xbcr/karlstorz_assets/ASSETS/3433042.pdf

Suominen, J. 2014. Teollisuusendoskopian käyttö Pirkanmaalla. Opinnäytetyö. Kone- ja laitetekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Sähkölehto Oy. n.d. Endoskoopit, tekoskoopit ja videoskoopit. Haettu 12.6.2016 http://www.sahkolehto.fi/mittaus_ja_valvonta/endoskoopit_teknoskoopit/videoskoopit/

Talvitie, J. 2014. iRis DVR 5 Käyttöönottokoulutus, PDF. Sähköpostiviesti tekijälle. 20.6.2016.

Tiivistekeskus Oy. n.d. Akselitiivistet FPM (Viton). Haettu 4.5.2016 osoitteesta <http://tuotteet.tiivistekeskus.fi/main.html?nodeUid=1438512&catalogUid=1154028&parents=11546611154663&style=view1>

Valio Oy, Info 2015. PDF-yritysesitys 23.6.2016, Suomi.

Witherington, G. 2015. Quality on the line. Dairy Foods magazine 10, 70. Your Focus, Our Scope PDF. Haettu 1.6.2016 osoitteesta https://www.karlstorz.com/cps/rde/xbcr/karlstorz_assets/ASSETS/3433042.pdf

HAASTATTELUT

Okulaari Oy, Janne Talvitie	Kesäkuu 2016
Valio Jyväskylä kunnossapito (Henkilöt 1, 2 ja 3)	Kevät 2016
Valio Riihimäki kunnossapito (Henkilö 5)	Heinäkuu 2016
Valio Vantaa tuotanto (Henkilö 4)	Elokuu 2016
Sähkölehto – tarjouspyyntö salattu	Kesäkuu 2016
HAMK, Lauri Tenhunen	Kevät 2016