



# **Panimon hygieniakäytäntöjen kartoitus ja kehittäminen**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Insinööri (AMK), bio- ja elintarviketekniikka

Kevät 2025

Pinja Hannu

Koulutus Bio- ja elintarviketekniikka  
Tekijä Pinja Hannu  
Työn nimi Panimon hygieniakäytäntöjen kartoitus ja kehittäminen  
Ohjaaja Maria Tammi

Vuosi 2025

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Saimaa Brewing Companyn tuotannon hygieniakäytäntöjä ja ohjeistuksia FSSC 22000 -standardin vaatimusten mukaisiksi. Työn keskeisiä kehitystoimia olivat tuotannon henkilöstön hygieniaohjeen päivittäminen sekä keinojen kartoittaminen hygieniakäytäntöjen tehostamiseksi. Lisäksi tavoitteena oli parantaa panimon tölkityslinjan pintahygienian seurantaan ATP-mittauksen avulla. Adenosiinirifosfaattia (ATP) mittaavan luminometrillä käyttöön otto edellytti mittauspisteiden, raja-arvojen ja mittaustiheyden määrittämistä. Näiden tekijöiden määrittäminen perustui pintahygienianäytteiden keräämiseen ja tulosten analysointiin.

Opinnäytetyön tietoperusta on laadittu siten, että siinä käsitellyt asiakokonaisuudet tukevat työn toiminnallisen osuuden toteutusta. Tietoperustan alussa käsitellään elintarviketurvallisuutta ja FSSC 22000 -standardin sisältöä. Tämän jälkeen tarkastellaan elintarviketuotannon hygieenisiä käytäntöjä, jotka muodostavat keskeisen osan työn toiminnallisesta osuudesta. Työn edetessä perehdytään mikrobiologiseen laadunhallintaan sekä mikrobikontaminaatioiden hallintaan panimon tölkityslinjalla. Lopuksi tarkastellaan pintahygienian seurantaan ja ATP-menetelmää. Työn toiminnallinen osuus on jaettu käsittelemään ATP-mittausta sekä henkilökunnan hygieniaohjeistuksen kehittämistä.

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus toteutettiin neljän viikon aikana. Työn lopputuloksena kehitettiin suunnitelma pintahygienian seurantaan ATP-mittauksen avulla. Mittauksessa saadut tulokset olivat hyvällä tasolla, ja tulosten perusteella luminometrillä saatiin määritettyä alustavat raja-arvot sekä ehdotus näytteenoton tiheydestä. Luminometrillä käyttöönotolla toimeksiantajayritys pystyy osoittamaan pintahygienian järjestelmällisen valvonnan. Toisen osuuden tuloksena laadittiin tuotannon henkilöstön päivitetty hygieniaohje. Ohje tehostaa hygieenisten toimintatapojen toteutumista ja auttaa niiden jalkauttamisessa henkilöstölle. Lisäksi hygieniaohje tukee uusien työntekijöiden perehdytystä ja sen avulla voidaan osoittaa dokumentoidut vaatimukset. Työn tilaajan toivomuksesta tässä opinnäytetyössä ei esitellä mittauskohteiden lopullisia raja-arvoja, eikä yritykselle laadittua hygieniaohjetta.

Avainsanat Elintarviketurvallisuus, panimo, luminometri, pintahygienia  
Sivut 35 sivua ja liitteitä 1 sivu

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Author Pinja Hannu

Year 2025

Subject Mapping and Developing Brewery Hygiene Practices

Supervisor Maria Tammi

---

The objective of this thesis was to develop the hygiene practices and guidelines of Saimaa Brewing Company's production in accordance with the requirements of the FSSC 22000 standard. The key development measures included updating the hygiene instructions for production personnel and identifying methods to enhance hygiene practices. Additionally, the aim was to improve the monitoring of surface hygiene in the brewery's canning line using ATP measurement. The implementation of a luminometer measuring adenosine triphosphate (ATP) required defining measurement points, limit values, and measurement frequency. These factors were determined based on the collection and analysis of surface hygiene samples.

The theoretical section of the thesis is structured to support the practical implementation. It begins with an overview of food safety and the FSSC 22000 standard. Subsequently, it delves into hygienic practices in food production, which are a central aspect of practical work. As the study progresses, a focus is placed on microbiological quality management and microbial contamination control in the brewery's canning line. The theoretical section concludes with an examination of surface hygiene monitoring and the ATP method. The practical part of the thesis is divided into two main areas: ATP measurement and the development of hygiene guidelines for personnel.

Over approximately four weeks, practical implementation of the study was completed. As a result, a plan for monitoring surface hygiene using ATP measurement was developed. The measurement results indicated a good level of hygiene, allowing for the establishment of threshold values for the luminometer and a proposed sampling frequency. With the introduction of the luminometer, the commissioning company can demonstrate systematic surface hygiene monitoring. The second outcome of the study was the updated hygiene guideline for production personnel. This guideline enhances the implementation of hygienic practices and facilitates their adoption by the staff. Furthermore, it supports the onboarding of new employees and provides a documented framework for hygiene requirements. At the request of the commissioning company, this thesis does not include the final threshold values for measurement points, or the detailed hygiene guideline developed for the company.

Keywords Food safety, brewery, luminometer, surface hygiene

Pages 35 pages and appendix 1 page

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Elintarviketurvallisuus.....	1
2.1	HACCP .....	2
2.2	FSSC 22000 .....	3
2.3	ISO 22000:2018.....	5
3	Hygieeniset käytännöt elintarviketuotannossa.....	6
3.1	Hygieeninen käyttäytyminen .....	7
3.2	Henkilöstön hygieniatilat ja työvaatetus.....	8
3.3	Terveydentila .....	9
4	Mikrobiologinen laadunhallinta .....	10
4.1	Oluen laatu .....	11
4.2	Oluen laatuun vaikuttavat mikrobiologiset tekijät.....	12
5	Mikrobikontaminaatioiden hallinta tölkityslinjalla.....	14
5.1	Laitteiston suunnittelu ja tuotantotilat .....	15
5.2	Pastörointi.....	16
5.3	Puhtaanapito ja puhdistusmenetelmät .....	17
6	Pintahygienian seuranta.....	20
6.1	Pintahygienian seurantaan soveltuvat menetelmät .....	20
6.2	Luminometria .....	22
6.3	ATP-menetelmän hyödyt.....	23
7	Toiminnallinen osuus .....	24
7.1	ATP-mittaus .....	25
7.1.1	Näytteenoton suorittaminen .....	26
7.1.2	Raja-arvojen määrittäminen.....	27
7.2	Henkilökunnan hygieniaohjeistuksen kehittäminen .....	28
8	Tulokset .....	29
8.1	ATP-mittaus .....	29
8.2	Hygieniaohje .....	31
9	Johtopäätökset ja pohdinta .....	32
	Lähteet.....	34

## **Kuvat**

Kuva 1. Kestävän kehityksen tavoitteet (FSSC, n.d.-b) .....	5
Kuva 2. Clean-Trace Luminometer (FOSS Analytical, n.d.).....	23
Kuva 3. ATP-mittauksen käyttöönoton vaiheet.....	26
Kuva 4. Hygieniaohjeen laatimisprosessin vaiheet.....	29
Kuva 5. Tölkityskoneen mittaustulosten vertailu.....	30

## **Taulukot**

Taulukko 1. Yleisimmät ruokamyrkytyksen aiheuttajat (mukaillen Ruokavirasto, n.d.-c).....	11
Taulukko 2. Raja-arvojen määrittäminen esimerkki.....	28
Taulukko 3. Raja-arvot jaoteltuna kolmeen kategoriaan.....	28

## **Liitteet**

Liite 1. Aineistonhallintasuunnitelma	
---------------------------------------	--

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Mikkelissä sijaitseva Saimaa Brewing Company, joka on osa MBH Breweries Oy:tä. Yritys kuuluu pitkäikäisimpiin edelleen toiminnassa oleviin pienpanimoihin Suomessa. Oluen valmistus aloitettiin Saimaalla vuonna 1995, ja nykyinen panimo on ollut toiminnassa vuodesta 2013 lähtien. Tuotantomäärältään yritys on yksi Suomen suurimmista pienpanimoista, mikä kuvastaa vakiintunutta asemaa alalla. Tuotevalikoimaan kuuluu laaja valikoima oluita, siidereitä sekä juomasekoituksia. (MBH Breweries Oy, n.d.)

Saimaa Brewing Company valmistautuu FSSC 22000 -elintarviketurvallisuussertifiointiin alkuvuodesta 2025, mikä edellyttää, että yrityksen elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän tulee täyttää standardin vaatimukset. FSSC 22000 -sertifiointi osoittaa yrityksen sitoutumisen elintarviketurvallisuuteen, laatuun, lainsäädännön vaatimuksiin ja jatkuvaan kehittämiseen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tukea panimon kehitystyötä kartoittamalla tuotannon nykyiset hygieniakäytännöt ja ohjeistukset vastaamaan standardin vaatimuksia. Lisäksi tarkoituksena on kehittää pintahygienian seurantamenetelmän käyttöönottoa ATP-mittauksen avulla.

ATP-mittaus perustuu adenosiinitrifosfaatin (ATP) havaitsemiseen luminometrisellä menetelmällä, ja sen avulla voidaan arvioida tuotantoympäristön pintahygienian tasoa. Jotta menetelmä saadaan osaksi panimon hygieniavalvontaa, on määritettävä mittauspisteet, mittaustiheys sekä hyväksyttävät raja-arvot. Opinnäytetyön tietoperusta on laadittu tukemaan työn keskeisiä teemoja, kuten elintarviketurvallisuuden hallintaa, hygieniakäytännöistä asetettuja vaatimuksia sekä pintahygienian seurantamenetelmiä.

Työssä vastattiin seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten henkilökunnan hygieniaohjeistusta pitää kehittää, jotta se vastaa FSSC 22000 -standardin vaatimuksia?
2. Miten ATP-mittausta pystytään hyödyntämään pintapuhtauden seurannassa?

## 2 Elintarviketurvallisuus

Elintarviketurvallisuudella tarkoitetaan toimia, joilla varmistetaan kuluttajalle turvallinen ja vaatimusten mukainen tuote. Elintarviketurvallisuuden varmistaminen kattaa koko

tuotantoprosessin, ja se on perusedellytys elintarvikkeita valmistavalle yritykselle. Turvallisten valmistusmenetelmien lisäksi tuotteiden jäljitettävyys ja oikeanlaiset pakkausmerkinnät ovat tärkeitä osa-alueita. Elintarviketeollisuus kuuluu Euroopan tiukimmin säädeltyihin teollisuudenaloihin, ja elintarvikeyritysten toiminta on jatkuvassa viranomaisten valvonnassa. Lainsäädännön ansiosta raaka-aineet, tuotteet ja valmistusprosessit ovat laadukkaita ja turvallisia. Kansainvälisten mittausten perusteella Suomessa elintarvikkeiden turvallisuus on korkeaa tasoa. (ETL, n.d.)

Yrityksen vastuulla on varmistaa, että toiminta on vaatimusten mukaista ja elintarvikkeet ovat kuluttajalle turvallisia. Tässä apuna toimii omavalvontajärjestelmä, joka koostuu omavalvontasuunnitelmasta, omavalvonnan käytännön toteutuksesta sekä kirjanpidosta. Omavalvontasuunnitelma on kirjallinen dokumentti, jolle haetaan hyväksyntää valvontaviranomaiselta. Lainsäädäntö määrittelee sisällön pääkohdat, ja vastuu omavalvonnan toteuttamisesta on yrityksellä itsellään. Omavalvontasuunnitelmaan kuuluu tukijärjestelmä, HACCP-järjestelmä (Hazard Analysis and Critical Control Points) sekä hygienia- ja omavalvontakoulutus henkilökuntaa varten. Tukijärjestelmien avulla varmistetaan lainsäädännön noudattaminen ja hygieeniset vaatimukset. Tukijärjestelmiä voivat olla esimerkiksi lämpötilavalvontaohjelma, puhdistus- ja kunnossapito-ohjelma sekä haittaeläinten torjuntaohjelma. (Heljä ym., 2007, s. 475)

Elintarvikealan yrityksissä on käytössä laadunhallinnan tukena myös laatujärjestelmiä, joiden avulla sitoudutaan tuotteiden sekä toiminnan jatkuvaan parantamiseen. Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO (International Organization for Standardization) käynnisti maailmanlaajuisen laatujärjestelmien kehitystyön 1980-luvun lopulla, kun järjestö otti käyttöön ISO 9000-laatustandardisarjan. Standardit antavat raamit yrityksen toiminnalle, ja kaikkien organisaatiotasojen tulee toimia vaatimusten mukaisesti. Jokainen yritys on itse vastuussa vaatimusten toteuttamisesta omaan toimialueeseen pohjautuen. (Heljä ym., 2007, s. 471)

## 2.1 HACCP

HACCP-järjestelmä sisältyy elintarvikehuoneiston omavalvontaan, ja sen tavoitteena on tunnistaa ne toiminnan vaiheet, joissa on riski terveysvaaran syntymiseen. Järjestelmä koostuu erillisistä HACCP-ohjelmista, jotka ovat HACCP:n periaatteiden mukaisesti laadittuja dokumentteja. HACCP-järjestelmän luominen perustuu kriittisten hallintapisteiden määrittämiseen, jotka voidaan kohdentaa yksittäisiin tuotteisiin tai suurempiin

kokonaisuuksiin. (Ruokavirasto, n.d.-a) Kriittinen hallintapiste (Critical Control Point) tarkoittaa elintarviketuotannon vaihetta, jossa terveysvaaran ilmeneminen on mahdollista. Näitä kriittisiä hallintapisteitä ovat työ- tai käsittelyvaiheet, joissa elintarviketurvallisuutta uhkaava vaara voidaan estää, poistaa tai vähentää turvalliselle tasolle. Kriittisten hallintapisteiden määrittämisessä käytetään apuna vaarojen arvioinnin tuloksia sekä vuokaaviota. Vaarojen arvioinnissa pyritään tunnistamaan kaikki mahdolliset vaarat, jotka liittyvät elintarviketuotannon eri vaiheisiin. (Ruokavirasto, n.d.-b)

HACCP-ryhmä laatii jokaiselle kriittiselle hallintapisteelle HACCP-ohjelman, jossa tukena käytetään seitsemää HACCP-periaatetta. Tämä prosessi kattaa kaikki tuotteet, tuoteryhmät, tuotantolinjat sekä muut erilliset kokonaisuudet. Tuloksena syntyy HACCP-järjestelmä, jota yritys sitoutuu noudattamaan. Vaikka kriittisiä hallintapisteitä ei tunnistettaisi, prosessi tarjoaa arvokasta oppia uusista työmenetelmistä ja parantaa ymmärrystä omista tuotteista. Lisäksi se auttaa tunnistamaan kehityskohteita esimerkiksi tuotantotiloissa, laitteistoissa ja hygieniakäytännöissä. HACCP-järjestelmä muodostuu seitsemästä keskeisestä periaatteesta. Ensimmäinen vaihe on vaarojen arviointi, jonka jälkeen määritellään kriittiset hallintapisteet. Kolmantena vaiheena asetetaan kriittiset rajat, ja neljäntenä laaditaan seurantakäytännöt hallintapisteiden valvomiseksi. Tämän jälkeen määritellään tarvittavat korjaavat toimenpiteet poikkeamien varalta. Kuudentena vaiheena laaditaan todentamiskäytännöt ja ohjelman validointi. Lopuksi järjestelmä dokumentoidaan laatimalla HACCP-asiakirjat ja keräämällä järjestelmän toteutuksesta syntyvät tallenteet. (Ruokavirasto, n.d.-a)

## 2.2 FSSC 22000

FSSC 22000 (Food Safety System Certification) on elintarviketurvallisuusstandardi, joka pohjautuu kansainvälisesti hyväksytyyn ISO 22000 -standardiin. Global Food Safety Initiative (GFSI) on hyväksynyt standardin, mikä kertoo luotettavuudesta ja korkeasta vaatimustasosta. Elintarviketurvallisuuden standardilla viestitään yrityksen sitoutumisesta elintarvikeriskien hallintaan, ja varmistetaan tuoteturvallisuus kuluttajille. FSSC 22000 sisältää teknisiä spesifikaatioita kuten ISO/TS 22002-1, jonka lisäksi siihen kuuluu standardin omia lisävaatimuksia. Muita standardeja on helppo yhdistää osaksi elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmää, mikä helpottaa kokonaisuuden hallintaa. (DNV, n.d.)

Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän sertifiointilla on monia etuja yritykselle. Standardin avulla saadaan luotua toimiva kehittämisen ja seurannan järjestelmä, joka varmistaa laatu- ja turvallisuusvaatimukset sekä omavalvonnan toimivuuden. Toimiva turvallisuuspolitiikka auttaa myös virheiden paikantamisessa, jolloin ongelmakohtat saadaan tehokkaasti ratkaistua. Monet suuret jälleenmyyjät velvoittavat FSSC 22000 -sertifiointia, joten kilpailukyky kansainvälisillä markkinoilla parantuu. Sertifiointi vahvistaa yrityksen asemaa vastuullisten ja turvallisten toimintatapojen edelläkävijänä myös kotimaan markkinoilla. (Kiwa, n.d.)

FSSC 22000 versio 6 julkaistiin vuonna 2023, ja päivitetyn version muutokset koskevat muun muassa lisävaatimuksia laatukulttuuriin, allergeenien hallintaan ja ympäristön valvontaan. Organisaatioilta vaaditaan suunnitelmallisuutta sekä avoimuutta elintarvike- ja laatukulttuurin edistämässä kaikilla tasoilla. Laadunvalvontaa pyritään yhtenäistämään selkeiden laatuparametrien ja laadunvalvontamenetelmien avulla. Allergeenien osalta korostuvat tarkemmat menettelytavat kuluttajien suojelemiseksi. Esimerkiksi ristikontaminaation hallintaan, merkintävaatimuksiin ja riskiarviointiin lisättiin uusia vaatimuksia. Versio 6 tarkoittaa myös vaatimuksia ruokapuolustuksen ja petosten torjunnan osalta. Elintarvikeketjun toimijoilla tulee olla dokumentoitu ruokaturvasuunnitelma, ja riskiarvioinnin tulee kattaa sekä sisäiset että ulkoiset tekijät koko toimitusketjussa. (FSNS, 2024)

Päivitetyn version tarkoituksena on myös vahvistaa vaatimuksia, jotka auttavat organisaatioita saavuttamaan YK:n kestävän kehityksen tavoitteet. Näitä tavoitteita vahvistetaan muun muassa elintarvikkeiden hävikkiä koskevilla vaatimuksilla. FSSC 22000 versio 6 velvoittaa laatimaan dokumentoidut tavoitteet ja strategian elintarvikehävikin ja -jätteen vähentämiseksi koko organisaation ja siihen liittyvän toimitusketjun osalta. (FSSC 22000 Scheme, 2023, s. 24) Foundation FSSC on UN Global Compact Network Netherlands -verkoston jäsen, jonka tavoitteena on tarjota työkaluja kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi. UN Global Compact on maailman suurin yritysvastuuverkosto, joka on luotu tukemaan yrityksiä kestävän kehityksen tavoitteiden (SDG) saavuttamisessa. Lisäksi toiminta edistää perusarvoja, jotka liittyvät ihmisoikeuksiin, työelämän periaatteisiin, ympäristön suojeluun ja korruption torjuntaan. Foundation FSSC edistää tätä työtä noudattamalla YK:n periaatteita SDG-viitekehityksen avulla. FSSC 22000 -järjestelmän sertifiointilla organisaatio tukee kuvassa 1 näkyvien kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa. (FSSC, n.d.-a)

Kuva 1. Kestävän kehityksen tavoitteet (FSSC, n.d.-b).



## 2.3 ISO 22000:2018

ISO 22000:2018 on kansainvälinen standardi, joka asettaa vaatimukset elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmille koko elintarvikeketjun osalta. Standardin mukaisen hallintajärjestelmän käyttöönotto auttaa organisaatiota parantamaan elintarviketurvallisuutta kokonaisvaltaisesti. Hallintajärjestelmän avulla pystytään tuottamaan johdonmukaisesti turvallisia elintarvikkeita, tuotteita sekä palveluita, jotka täyttävät lainsäädännön ja viranomaisten vaatimukset. Lisäksi järjestelmä tukee riskien hallintaa ja organisaatio kykenee osoittamaan, että se noudattaa määriteltyjä elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän vaatimuksia. ISO 22000:2018 on rakennettu siten, että se on yhteensopiva muiden hallintajärjestelmä- ja tukistandardien kanssa. (ISO 22000:2018, s. 5–8)

Standardi sisältää PDCA-mallin, jota käytetään apuna prosessien kehittämisessä, toteuttamisessa ja hallinnassa. Mallin käytössä noudatetaan riskiperusteista ajattelua, joka hyödyntää mahdollisuuksia, ja estää ei-toivottuja tuloksia. PDCA-mallin vaiheet ovat suunnittele, toteuta, arvioi ja toimi. Tämän systemaattisen lähestymistavan avulla organisaation on helpompi pyrkiä jatkuvaan parantamiseen ja ongelmien ratkaisuun. Koko elintarvikeketjun osalta on tärkeää pyrkiä toimintaan, joka yhtenäistää elintarviketurvallista toimintakulttuuria. Standardissa määritellään lisäksi elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmää koskevat vaatimukset, joissa yhdistyvät yleisesti tunnustetut avaintekijät, kuten vastavuoroinen viestintä, järjestelmän hallinta, tukiohjelmat sekä vaara-analyysin ja kriittisten hallintapisteiden periaatteet. (ISO 22000:2018, ss. 5–6)

ISO 22000:2018-standardin mukaan organisaation on laadittava tukiohjelmiä (PRP), joiden avulla estetään tai vähennetään elintarviketurvallisuuden riskejä tuotteissa, tuotteiden käsittelyssä ja työympäristössä. Tukiohjelmat luovat konkreettisia toimintoja turvallisen ja hygieenisen ympäristön ylläpitämiseksi elintarviketuotannossa. Tukiohjelman tulee soveltua organisaation kokoon, toimintaan ja valmistettavaan tuotteeseen. Organisaation on myös laadittava dokumentaatio, joissa käy ilmi tukiohjelmien valinta ja käyttöönotto sekä niiden asianmukainen seuranta ja todentaminen. (ISO 22000:2018, s. 26–27)

ISO/TS 22002-1:2009 on tekninen spesifikaatio, joka on suunniteltu tukemaan organisaatiota hallitsemaan elintarviketurvallisuuteen kohdistuvia vaaroja. Teknisessä spesifikaatiossa määritellään vaatimukset tukiohjelmien laatimiselle, toteuttamiselle ja ylläpitämiselle. Tarkoituksena ei ole toistaa ISO 22000:2018-standardin vaatimuksia, vaan täydentää sitä ja mahdollistaa sen rinnakkainen käyttö spesifikaation kanssa. ISO/TS 22002-1:2009 koskee elintarvikkeiden valmistukseen liittyviä kohtia, eikä sitä ole tarkoitettu käytettäväksi elintarvikeketjun muissa osissa. Keskeiset vaatimukset koskevat esimerkiksi tilojen- ja laitteiden hallintaa, henkilöstön hygieniaa, puhtaanapitoa sekä käyttöhyödykkeitä. (ISO/TS 22002-1:2009, ss. 6–7)

### **3 Hygieeniset käytännöt elintarviketuotannossa**

Elintarvikehygienian hallinta on turvallisten elintarvikkeiden perusedellytys. Hygieeniset tuotantotavat takaavat kuluttajalle turvallisen tuotteen. Jokainen elintarvikeprosessi eroaa tuotantotavoiltaan toisistaan, ja hygieniakäytänteet on sovitettava kullekin prosessille erikseen. Teollistumisen myötä on syntynyt uusia vaaroja, mutta myös tehokkaita keinoja niiden ennalta ehkäisemiseksi. Mikrobiologiset, kemialliset ja fysikaaliset riskit korostuvat massatuotannossa, jossa pienikin huolimattomuus tuotantohygieniassa voi johtaa hyvinkin laajaan ruokamyrkytysepidemiaan. Yrityksen on syytä ottaa elintarvikehygienia vakavasti, sillä riskinä on ihmisen sairastumisen lisäksi myös mahdollisesti suuret korvausvaatimukset ja mainehaitta julkisuudessa. (Heljä ym., 2007, ss. 466–467)

Henkilökohtainen hygienia tarkoittaa omasta terveydestä, puhtaudesta ja hyvinvoinnista huolehtimista sekä työtehtävien edellyttämien hygieniamääräysten noudattamista. Työntekijän on pidettävä huolta hyvästä henkilökohtaisesta hygieniasta, erityisesti käsihygieniasta, jotta ruokamyrkytyksiltä sekä elintarvikkeiden välityksellä leviäviltä tartuntataudeilta vältyttäisiin. (Ruokavirasto, 2023) Henkilöstön henkilökohtaisen hygienen ja käytöksen vaatimukset on määriteltävä ja dokumentoitava prosessialueeseen tai

tuotteeseen kohdistuvien riskien mukaisesti. Kaikkien työntekijöiden, vierailijoiden ja palveluntuottajien on noudatettava näitä kirjattuja vaatimuksia. (ISO/TS 22002-1:2009, s. 20)

Henkilöstöllä tulee olla riittävästi ymmärrystä elintarvikehygienian perusteista ja hygieenisistä toimintatavoista. Kun henkilöstön ymmärrys ja tieto lisääntyvät, kasvaa myös halu toimia oikein ja noudattaa annettuja määräyksiä. Pelkkä teoreettinen tieto tai hygieniaosaamistutkinto eivät riitä, vaan jokaisen työntekijän tulee tietää käytännön tasolla, mitä hygienia tarkoittaa juuri hänen työssään. Toistuvalla hygieniakoulutuksella varmistetaan, että hygieniakäytännöt pysyvät osana päivittäistä työtä ja päivittyvät tarvittaessa uusien vaatimusten mukaisesti. (Heljä ym., 2007, s. 417)

### 3.1 Hygieeninen käyttäytyminen

Elintarvikelainsäädännön ydin on varmistaa elintarvikkeiden turvallisuus ja laatu koko tuotantoketjun ajan. Tämä edellyttää elintarvikehuoneistossa työskenteleviltä henkilöiltä hygieenisia toimintatapoja. Elintarvikelain 6 §:n mukaan elintarvikkeita tulee käsitellä ja säilyttää siten, ettei niiden turvallisuus vaarannu. Elintarvikehuoneistojen tiloihin, joissa käsitellään elintarvikkeita, tulisi rajoittaa muiden kuin henkilökunnan pääsyä. (Ruokavirasto, 2023) Henkilöstöä edellytetään käyttäytymään määriteltyjen toimintaperiaatteiden mukaisesti tuotanto-, pakkaus- ja varastointialueella. Toimintaperiaatteet on dokumentoitava, ja niiden on katettava vähintään seuraavat vaatimukset:

- Tupakointi, ruokailu ja purukumin käyttö on sallittua vain erikseen määritellyillä alueilla.
- Henkilöstön korujen käyttöön liittyvien vaarojen vähentämiseksi tuotanto- ja varastointialueilla on määriteltävä valvontakeinot, huomioiden uskonnolliset, etniset, lääketieteelliset ja kulttuuriset näkökohdat.
- Henkilökohtaiset tavarat, kuten tupakointivälineet ja lääkkeet, ovat sallittuja vain ennalta määrätyillä alueilla.
- Kynsilakan sekä teko- ja rakennekynsien ja tekoriipsien käyttö on kiellettyä.
- Säilytyskaappien on oltava siistejä, eikä niissä saa olla roskaa tai likaisia vaatteita.
- Tuotteiden kanssa kosketuksiin joutuvia työkaluja ei saa säilyttää henkilökohtaisissa säilytyskaapeissa.

(ISO/TS 22002-1:2009, ss. 20–21)

Huolellinen käsienpesu on hygieenisen toiminnan perusedellytys, sillä käsihygienia on yksi suurimmista kontaminaatoriskeistä tuotantotiloissa. Käsistä on poistettava kellot, korut ja sormukset ennen käsienpesua. Rakennekynnet sekä kynsilakka eivät sovellu elintarviketyöhön, sillä ne estävät asianmukaisen puhdistuksen. Työntekijän on huolehdittava siitä, että kynnet ovat puhtaat ja lyhyeksi leikatut. Käsienpesu on suoritettava huolellisesti ja hygieenisiä käytänteitä noudattaen. Käsienpesussa käytetään nestesaippuaa ja kädet kuivataan kertakäyttöiseen käsipaperiin. Aivastamista tai yskimistä materiaaleja tai tuotteita kohti on vältettävä. (Ruokavirasto, 2023)

Kertakäyttöisiä suojakäsineitä käytetään erityistä hygieniavaativissa tehtävissä. Käsineiden tulisi olla myös käyttötarkoitukseen sopivia, ja soveltua esimerkiksi rasvaisten, happamien ja kosteiden elintarvikkeiden käsittelyyn. Liian huokoinen tai epätasainen materiaali ei sovellu sellaiseen työhön, missä käsitellään suojaamattomia elintarvikkeita. (Ruokavirasto, 2023) Suojakäsineiden käytöstä huolimatta kädet on pestävä säännöllisesti. Käsienpesu tulee suorittaa ennen työn aloittamista, WC-käynnin ja taukojen jälkeen sekä tupakoinnin, yskimisen, aivastamisen tai niistämisen jälkeen. Kädet on pestävä myös työn aikana ja eri työvaiheiden välillä, erityisesti silloin, kun kädet likaantuvat esimerkiksi raaka-aineiden käsittelystä. Lisäksi kädet on pestävä välittömästi saastuneen tai mahdollisesti kontaminoituneen materiaalin käsittelyn jälkeen. (ISO/TS 22002-1:2009, s. 21)

### 3.2 Henkilöstön hygieniatilat ja työvaatetus

Henkilöstön henkilökohtaisen hygienian ja käyttäytymisen vaatimukset prosessialueeseen tai tuotteeseen liittyvien riskien hallitsemiseksi tulee määrittää ja dokumentoida. Kaikkien työntekijöiden, vierailijoiden ja palveluntarjoajien on sitouduttava noudattamaan näitä kirjattuja vaatimuksia. Organisaation vaatiman henkilökohtaisen hygieniatason ylläpitämiseksi henkilöstölle on tarjottava asianmukaiset hygieniatilat. Merkittävien hygieniatilojen on sijaittava lähellä tuotannon hygieni-alueita. Henkilöstön hygieni- ja WC-tiloja koskevat seuraavat vaatimukset:

- Käsien pesuun, kuivaukseen ja tarvittaessa desinfiointiin tulee olla riittävä määrä paikkoja, kuten vesipisteitä, käsienpesualtaita kuumalle, kylmälle tai tasaisen lämpöiselle vedelle sekä saippuaa tai käsidesiä.
- Käsienpesualtaat on varustettava niin, ettei hanoja tarvitse käyttää käsin, ja niiden tulee sijaita erillään elintarvikkeiden käyttöön ja välineiden pesuun tarkoitetuista altaista.

- WC-tiloja tulee olla riittävästi, niiden on oltava hygieenisinä ja niissä on oltava mahdollisuus käsien pesuun, kuivaukseen ja tarvittaessa desinfiointiin.
- Henkilöstön hygieniatilat on sijoitettava siten, ettei niistä ei ole suoraa pääsyä tuotanto-, pakkaus- tai varastointialueille.
- Pukuhuonetilojen tulee olla asianmukaisesti varusteltuja.
- Pukuhuoneista tulee olla järjestetty pääsy tuotantoalueelle niin, ettei elintarvikkeita käsittelevän henkilöstön työvaatteet pääse likaantumaan siirtymisen aikana. (ISO/TS 22002-1:2009, s. 20)

Toimijan velvollisuutena on asianmukaisten ja puhtaiden työvaatteiden takaaminen kaikille työntekijöille, jotka työskentelevät suojaamattomien elintarvikkeiden käsittelyalueella. Vain pienimuotoisessa elintarviketoiminnassa työntekijät voivat pestä työvaatetuksen kotonaan, muutoin työnantajan vastuulla on keskitetyn vaatehuollon järjestäminen. Mikäli työntekijöillä on mahdollisuus poistua elintarvikehuoneistosta, on ulkona käynnin aikana huolehdittava työvaatteiden sekä jalkineiden suojauksesta. (Ruokavirasto, 2023)

Työvaatetukseen on olemassa myös määräyksiä sekä suosituksia, joilla varmistetaan elintarvikkeiden suojaaminen. Työvaatteiden tulee olla tarkoitukseen sopivia, puhtaita sekä ehjiä, eikä niissä saa olla repeämiä tai rispaantumia. Vaatetuksessa ei saa olla irtoavia nappeja, ainoastaan painonapit ja vetoketjut ovat sallittuja. Työvaatteiden on oltava riittävän peittäviä, ja hiukset, parta sekä viikset on peitettävä täysin, ellei vaara-analyyssissä mainita toisin. Vyötärölinjan yläpuolella olevat ulkopuoliset taskut eivät ole sallittuja tavaroiden putoamisvaaran vuoksi, joten taskut on oltava työvaatteiden sisäpuolella. Prosessialueilla käytettävät työkengät tulee olla umpikärkiset sekä imukyvyttömästä materiaalista valmistetut. (ISO/TS 22002-1:2009, ss. 20–21)

### 3.3 Terveystila

Toimijan on huolehdittava siitä, että työntekijöiden terveystila ei aiheuta riskiä elintarvikkeiden turvallisuudelle. Työntekijän, jolla on elintarvikkeiden kautta tarttuva tauti tai oireita kuten tulehtuneita haavoja, ripulia, kuumetta tai oksentelua, ei tule käsitellä elintarvikkeita. Mahdolliset haavat ja palovammat tulee suojata alueella, jolla käsitellään elintarvikkeita. Käytettävien suojien, kuten laastareiden, tulisi olla kirkkaanvärisiä ja helposti löydettävissä metallinilmäisimellä. Laastareiden päällä tulisi käyttää suojakäsineitä, jotta kädessä olevasta ihotulehduksesta tai haavasta ei leviäisi bakteereita pakkaamattomiin elintarvikkeisiin. Ennen elintarvikkeiden parissa työskentelyn aloittamista henkilöstön on

käytävä terveystarkastuksessa, ellei yrityksen kirjallinen vaaran- ja terveydentilan arviointi muuta edellytä. (ISO/TS 22002-1:2009, s. 21)

Tartuntatautilain 1227/2016 mukaan työnantajan on vaadittava työntekijältä luotettava selvitys siitä, ettei tällä ole salmonellatartuntaa, mikäli työntekijä käsittelee elintarvikkeita, joissa on tavallista suurempi salmonellan leviämisvaara. Omavalvonnan tulee sisältää tiedot työntekijöistä, joilta selvitys edellytetään, sekä varmistus heidän soveltuvuudestaan elintarviketyöhön. Lisäksi pakkaamattomia ja helposti pilaantuvia elintarvikkeita käsittelevällä henkilöllä tulee olla suoritettuna hygieniapassi. Elintarvikelain 19 §:n mukaisesti toimijan on ylläpidettävä kirjanpitoa osana omavalvontaa, jossa käy ilmi työntekijöiden hygieeninen osaaminen. (Ruokavirasto, 2023)

## 4 Mikrobiologinen laadunhallinta

Mikrobeja esiintyy kaikkialla elintarviketeollisuudessa, kuten ilmassa, vedessä, raaka-aineissa ja laitteissa. Mikrobeilla on usein keskeinen rooli elintarvikkeiden valmistuksessa, kuten panimohiivalla, jonka avulla vierre käytetään olueksi. Tuotantolaitoksiin voi kuitenkin päästä sinne kuulumattomia mikrobeja, jotka saastuttavat eli kontaminoivat ympäristöä sekä elintarvikkeita. Pilaajamikrobit voivat aiheuttaa tuotteessa ei toivottuja muutoksia makuun, hajuun ja ulkonäköön. Mikrobit voivat myös aiheuttaa sairauksia, mikäli patogeenit eli tautia aiheuttavat mikrobit pääsevät leviämään elintarvikkeiden välityksellä kuluttajalle. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 209–211) Elintarvikkeet tarjoavat pääosin suotuisat olosuhteet mikrobien kasvulle. Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen ravinteita, lämpöä, kosteutta, happea sekä sopivan pH-arvon. Näitä tekijöitä rajoittamalla voidaan ehkäistä haitallisten mikrobien kasvua elintarvikkeissa ja valmistusympäristössä. (Heljä ym., 2007, ss. 17–22)

Mikrobit voidaan ryhmitellä rakenteen perusteella joko eukaryooteihin eli tumallisiin eliöihin, tai prokaryooteihin eli alkeistumallisiin eliöihin. Elintarvikkeiden mikrobiologinen kontaminaatio on useimmiten seurausta joko eukaryooteihin kuuluvista hiivoista ja homeista, tai prokaryooteihin kuuluvista bakteereista. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 209) Elintarvikkeiden välityksellä voi levitä myös viruksia, loisia ja alkueläimiä, mutta niiden esiintyvyys Suomessa on suhteellisen harvinaista verrattuna bakteeriperäisiin kontaminaatioihin (Heljä ym., 2007, s. 111).

Ruokamyrkytys tarkoittaa elintarvikkeen tai talousveden välityksellä saatua tartuntaa tai myrkytystä. Yleisimpiä aiheuttajia ovat bakteerit ja virukset, sekä niiden tuottamat toksiniit.

Lisäksi ruokamyrkytyksen voivat aiheuttaa loiset, myrkylliset kasvit, homesienet, eläimet sekä kemialliset aineet. Ruokamyrkytyksen oireet eivät yleensä kestä kovin pitkään, mutta ne voivat aiheuttaa vakavia ja pitkäkestoisia seurauksia varsinkin riskiryhmiin kuuluville henkilöille. Ruokamyrkytysepidemiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa vähintään kaksi henkilöä saa samankaltaisia oireita samasta ruoasta tai vedestä, ja kyseinen lähde tunnistetaan sairauden aiheuttajaksi. Yleisimmät syyt ruokamyrkytyksen leviämiseen elintarvikkeiden välityksellä ovat niiden valmistukseen tai käsittelyyn liittyvät lämpötilavirheet, puutteellinen hygienia tai ristikontaminaatio. Taulukossa 1 on esitelty yleisimpiä ruokamyrkytyksen aiheuttavia bakteereja, viruksia, loisia ja alkueläimiä. (Ruokavirasto, n.d.-c)

Taulukko 1. Yleisimmät ruokamyrkytyksen aiheuttajat (mukaillen Ruokavirasto, n.d.-c).

Bakteerit	Virukset	Loiset ja alkueläimet
<i>Bacillus cereus</i>	norovirus	<i>Cryptosporidium parvum</i> -alkueläin
<i>Clostridium botulinum</i>	hepatiitti A -virus	<i>Giardia duodenalis</i> -alkueläin
<i>Clostridium perfringens</i>	astrovirus	<i>Toksoplasma gondii</i> -alkueläin
<i>Listeria monocytogenes</i>	adenovirus	<i>Dibothriocephalus latus</i> -heisimato
<i>Staphylococcus aureus</i>	rotavirus	ekinokokit -heisimato
EHEC-bakteeri	enterovirus	<i>Anisakis simplex</i> -sukkulamato
kampylobakteerit	hepatiitti E -virus	<i>Trichinella spiralis</i> -sukkulamato
salmonellat		
shigellat		
vibriot		
yersiniabakteerit		

## 4.1 Oluen laatu

Laadukkaan oluen valmistus vaatii jatkuvaa laaduntarkkailua koko valmistusprosessin osalta. Perustana ovat laadukkaat raaka-aineet, prosessin onnistuminen ja ulkopuolisten häiriötekijöiden kuten mikrobikontaminaatioiden ehkäisy. Valmiin oluen laatua tulee valvoa jokaisesta erästä, suorittamalla aistinvaraisia arviointeja sekä kemiallisia- ja mikrobiologisia analyysejä. Aistinvaraisen arvioinnin tavoitteena on varmistaa, että oluen maku pysyy muuttumattomana jokaisessa valmistuserässä. Lisäksi aiempia valmistuseriä säilytetään, jotta voidaan seurata maun säilyvyyttä ja mahdollisia muutoksia ajan myötä. Kemiallisten analyysien tarkoituksena on varmistaa, että tuote vastaa annettuja spesifikaatioita. Kemiallisiin analyyseihin kuuluvat muun muassa kantavierten väkevyys, alkoholipitoisuus, käymisaste, pH, hiilidioksidi ja sameus. Oluen mikrobiologisten analyysien tarkoitus

puolestaan on varmentaa oluen hyvä laatu ja säilyvyys, sekä tunnistaa mikrobiologiset kontaminaatiot. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 225–233)

Oluen laadun tärkeimmät ominaisuudet ovat flavori ja sen säilyvyys, vaahto, kirkkaus ja väri. Flavoriksi kutsutaan maun, aromin ja suutuntuman muodostamaa yhteisvaikutusta. Oluen flavoriin vaikuttaa satoja erilaisia yhdisteitä, joista jokaisella on oma roolinsa. Maltaasta, humalasta, hiivasta ja vedestä syntyvät oluen keskeiset makutekijät, ja niiden voimakkuuteen vaikuttavat raaka-aineiden tyyppi, laatu ja valmistusprosessi. Maltaat tuovat olueen makeutta, täyteläisyyttä sekä paahtuneita tai karamellimaisia makuja, kun taas humalan katkeruus tasapainottaa makeutta ja luo muun muassa sitruksisia ja yrttisiä aromeja. (Farber & Barth, 2019, ss. 369–371)

Vaikka tasalaatuinen maku on laadukkaan oluen valmistuksessa olennaista, myös sen ulkoiset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi lopputulokseen. Oluen visuaalinen ulkomuoto antaa kuluttajalle välittömästi ensivaikutelman siitä, minkä tyyppinen olut on kyseessä. Olutta suositellaan lasista nautittavaksi, jolloin sen kirkkautta, värin vivahteita sekä vaahtoa on mahdollista tarkastella. Oluen merkittävin värinlähde on monimutkainen polymeeriryhmä, jota kutsutaan melanoidineiksi. Melanoidinit syntyvät Maillard-reaktion kautta pääasiassa mallastuksen, maltaiden paahtamisen ja vierteen keiton aikana. EBC-yksikkö (European Brewing Convention) kuvaa oluen väriä. Mitä suurempi EBC-luku on, sitä tummemmasta oluesta on kyse. (Farber & Barth, 2019, ss. 399–402)

Oluen kirkkaus on tärkeä laadun mittari, ja pakkausvaiheessa oluen tulee olla kirkasta. Joissakin oluttyypleissä sameus on haluttu ominaisuus, mutta suurimmassa osassa se katsotaan laatuvirheeksi. Sameus voi olla esimerkiksi kemiallinen seuraus oluen sisältäminen polyfenolien ja proteiinien reagoiessa keskenään. Mikrobikontaminaatiot, suodatusvirheet ja oluen ikääntyminen varastoinnin aikana voivat myös vaikuttaa sameuteen. (Farber & Barth, 2019, ss. 414–415) Vaahdon tarkoitus on parantaa suutuntumaa, vapauttaa haihtuvia aromiaineita ja lisätä houkuttelevuutta. Pitkäkestoinen ja tasainen vaahto on toivottu ominaisuus, mutta vaahdon määrää on pystyttävä hallitsemaan. (Farber & Barth, 2019, s. 403)

## 4.2 Oluen laatuun vaikuttavat mikrobiologiset tekijät

Elintarviketurvallisuuden näkökulmasta oluen valmistus ei pääsääntöisesti ole mikrobiologisesti korkean riskin prosessi. Oluen pilaantumista aiheuttavat vain harvat

bakteeri- ja villihiivalajit. Oluella on useita ominaisuuksia, jotka estävät mikrobien kasvua, kuten alhainen pH, alkoholipitoisuus, vähäiset ravinteet, runsas hiilidioksidipitoisuus ja matala happipitoisuus. Lisäksi oluen valmistuksessa käytetyssä humalassa on bakteerien kasvua estäviä yhdisteitä. Patogeenit mikrobit eivät siis pysty kasvamaan valmiissa oluessa, mutta pilaajamikrobit voivat muuttaa oluen ominaisuuksia kuten ulkonäköä, hajua ja makua. Pilaajamikrobeiksi luokitellaan ne mikrobit, jotka pystyvät lisääntymään oluessa ja heikentävät sen laatua. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 210–211)

Oluen valmistusprosessissa on useita vaiheita, joissa on riski mikrobikontaminaatiolle. Yleisimmät mikrobien lähteet ovat likainen ympäristö, raaka-aineet, ilma, laitteistot, putkistot ja tankit. Vierre, jota käytetään ravintoliuksena hiivaa varten, tarjoaa erinomaisen kasvualustan useimmille mikrobeille. Vierre keitetään keittokattilassa, jonka seurauksena se on lähes steriiliä. Keiton jälkeen vierre kuitenkin jäähdytetään lämpötiloihin, jotka ovat suotuisia sekä panimohiivalle, että mahdollisille saastuttaville mikrobeille. Kontaminaatio voi tapahtua esimerkiksi jäähdytys- ja ilmastuslaitteistossa tai putkistossa, mikäli niihin on muodostunut biofilmiä. (Hill, 2015, ss. 222–223)

Jäähtyneeseen vierteeseen lisätään vain tarkoin valittuja hiivakantoja. Lager-tyyppiset oluet valmistetaan pohjahiivalla (*Saccharomyces pastorianus*), kun puolestaan ale-tyypin oluet valmistetaan pintahiivalla (*Saccharomyces cerevisiae*). Molempiin lajeihin kuuluu villihiivoja, joiden esiintyminen käymisprosessissa voi saada aikaan epätoivotun lopputuloksen. Villihiivoiksi kutsutaan kaikkia niitä hiivalajeja, jotka esiintyvät oluen valmistuksessa tai valmiissa tuotteessa, ja joita ei ole sinne tarkoituksella lisätty. Villihiivoja voidaan kuitenkin käyttää tarkoituksen mukaisesti tiettyjen erikoisolutien valmistuksessa. Haitallisia villihiivoja ovat muun muassa *S. cerevisiae* -lajiin kuuluva *S. diastaticus* sekä *Brettanomyces* -suvun villihiivat. Sulfidimainen tai fenolimainen flavorivirhe voi olla seurausta villihiivojen kontaminaatiosta. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 212–213)

Kaikki bakteerilöydökset prosessissa tai tuotteessa indikoivat panimon hygienian tasoa. Panimossa esiintyviä haitallisia bakteereja ovat maitohappobakteerit, jotka voivat aiheuttaa makuvirheitä ja samentumista valmiissa oluessa. Makuvirheet syntyvät maitohappobakteerien muodostamasta diasetyylistä tai orgaanisista hapoista, jotka aiheuttavat voimaista ja härskiintynyttä aromia. *Lactobacillus*- ja *Pediococcus* -sukuihin kuuluvat gram-positiiviset bakteerit ovat yleisimpiä, etenkin *L. brevis*, *L. backii*, *L. lindneri* sekä *P. damnosus*. Gram-negatiivisista bakteereista haitallisimmat ovat *Pectinatus*- ja *Megasphaera* -sukuihin kuuluvat anaerobit eli hapettomassa ympäristössä kasvavat

bakteerit. Lähinnä pakatussa oluessa, jota ei ole pastöroitu pakkauksen jälkeen, tavataan näitä bakteereita. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 214–215)

Muita oluen pilaajabakteereita ovat etikkahappobakteerit, jotka voivat esiintyä vierteessä tai käymisen alussa. Panimossa tavallisesti esiintyvät suvut ovat *Acetobacter* ja *Gluconobacter*. Etikkahappobakteerit tuottavat etikkahappoa, ja viittaavat yleensä häiriöön, jossa happea on päässyt prosessiin. Homeiden esiintyminen panimoissa on vähäistä, sillä mallaserien homepitoisuudet tarkastetaan ennen panimoon saapumista. Lisäksi on todettu, että homeiden tuottamat myrkylliset toksiinit jäävät maltaan käsittelyssä pääosin mäsäksyjätteeseen. Mikäli home on kontaminoinut oluen, tämä ilmenee lähinnä oluen ylikuohumisena. Ylikuohuminen aiheutuu homeiden tuottamista hydrofobiineista, jotka ovat pinta-aktiivisia homeproteiineja. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 216–217)

Muiden alkoholijuomien, kuten lonkeroiden ja siidereiden valmistuksessa käytetään usein aromiaineita, uutteita sekä sokereita tai muita makeutusaineita. Sokerin lisäys voi lisätä hiivan kasvuriskiä valmiissa tuotteessa, mutta säilöntäaineiden avulla tätä riskiä voidaan ehkäistä. Näiden juomien matala pH-arvo, joka tyypillisesti vaihtelee välillä 3,0–4,5, luo epäsuotuisat olosuhteet useimmille mikrobeille, mikä osaltaan parantaa tuotteiden säilyvyyttä. Alkoholittomilla juomilla on samankaltainen pH, mutta niiden korkeampi sokeripitoisuus tarjoaa suotuisan kasvualustan mikro-organismeille, jonka lisäksi näissä tuotteissa alkoholi ei toimi luonnollisena säilöntäaineena. Tämän vuoksi säilyvyyden varmistaminen edellyttää usein säilöntäaineiden käyttöä, jotka ehkäisevät mikrobien kasvua ja tuotteen pilaantumista. Tuotteet, joiden mikrobiologinen riski on suurempi, saattavat vaatia tehokkaampaa lämpökäsittelyä, kuten korkeampaa pastörintilämpötilaa tai pidempää kuumennusaikaa, jotta haitallisten mikro-organismien kasvu voidaan minimoida. (Juvonen ym., 2011, ss. 23–25)

## 5 Mikrobikontaminaatioiden hallinta tölkityslinjalla

Oluen valmistusprosessissa täyttövaihe on viimeinen osuus, jossa tuote voi altistua kontaminaatiolle. Mikrobiologista kontaminaatiota prosessin loppuvaiheessa, kuten tölkityksessä kutsutaan sekundaarikontaminaatioksi eli jälkikontaminaatioksi. Tämän tyyppisen kontaminaation lähdettä ei yleensä voida havaita ilman mikrobiologisia analyysimenetelmiä. Oluen astiointilla viitataan pullojen, tölkkien ja tynnyreiden täyttövaiheeseen. Tämä osio keskittyy mikrobikontaminaatioiden hallintaan tölkityslinjalla. Astiointi suoritetaan yleensä erillisessä pakkaamossa, jossa jokaiselle pakkaustyyppille on

oma täyttölinja. Oluttölkkien täyttölaitteistoja on useita erilaisia, ja ne vaihtelevat panimon koon, tuotantomäärän sekä automaatiotason mukaan. Täyttölinjat voidaan jakaa manuaalisiin, puoliautomaattisiin tai täysautomaattisiin täyttölinjoihin. (Hill, 2015, ss. 319–321)

Tyhjät tölkit saapuvat panimoille yleensä suurina erinä, päällekkäin pinottuna lavoille ilman kansiä. Suurissa panimoissa tölkit tulevat yleensä valmiiksi painettuina, mutta pienpanimoissa suositaan etiketöintiä vasta tölkitysvaiheessa. Trukin avulla tölkkilavat nostetaan paletinpurkajalle, josta tölkit siirtyvät kuljetinradalle kerros kerrallaan. Tämän jälkeen tölkit kulkevat optisen tarkastuksen läpi, jossa kamerajärjestelmän avulla havaitaan vioittuneet, likaiset, epämuodostuneet tai nestettä sisältävät tölkit. Järjestelmä poistaa huonot tölkit kuljetinradalta, jonka jälkeen tölkit huuhdellaan vedellä. Ennen täyttöä tölkki paineistetaan hiilidioksidilla, jotta hapen määrä pysyy mahdollisimman alhaisena. Seuraavaksi tölkki täytetään oluella, ja vielä juuri ennen sulkemista kannen alle johdetaan hiilidioksidia. Lopuksi kansi valssataan tiiviisti kiinni, tölkin ulkopinta huuhdellaan ja nestepinnan taso tarkastetaan. Mikäli olut pastöroidaan tunnelipastöroinnin avulla, suoritetaan se kansituksen jälkeen. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 196–197)

## 5.1 Laitteiston suunnittelu ja tuotantotilat

Täyttöprosessin tavoitteena on saavuttaa haluttu täyttötaso hyväksyttävien toleranssien puitteissa ja minimoida tuotteen hävikki. Lisäksi on tärkeää varmistaa tuotteen laadun säilyminen, mikä edellyttää hapettumisen ehkäisyä, hiilidioksidipitoisuuden ylläpitämistä ja kontaminaation estämistä. Täyttökone ja sen ympäristö tarjoavat usein pakkaamon suotuisimmat olosuhteet mikrobien kasvulle. Täyttölaitteiston suunnittelussa ja hallinnassa kontaminaatoriskejä voidaan vähentää hygieenisen suunnittelun avulla. Tämä tarkoittaa rakenteellisia ja toiminnallisia ratkaisuja, jotka minimoivat mikrobien kasvumahdollisuudet ja helpottavat puhdistusta. (Hill, 2015, s. 320)

Kaikkien prosessipintojen tulee soveltua CIP-puhdistukseen sekä manuaaliseen puhdistukseen. Tuotteen kanssa kosketuksissa olevien pintojen tulee kestää sterilointia vähintään 80 °C:ssa. Moderneissa järjestelmissä koko täyttölaitteisto ja tuotteen siirtolinjat voidaan liittää CIP-puhdistusjärjestelmään. Tästä huolimatta kontaminaatoriski on olemassa, mikäli putkistossa on mukana vaikeasti puhdistettavia kohtia, kuten mutkia, umpinaisia päitä, venttiileitä tai karheita pintoja. Laitteiston ulkopuolisten pintojen tulee olla suunniteltu siten, että tuotejäämät ja lika on helposti puhdistettavissa hankalistakin

paikoista. Kaikenlaisia koloja, rakoja, kierteitä ja hitsauksia tulee välttää. Mikäli laitteistoa joudutaan hitsaamaan, tulee hitsausjäljen vastata alkuperäisen pinnan laatua. (Hill, 2015, ss. 321–322)

Mikrobeja voi kulkeutua täyttökoneen läheisyyteen ilmavirtausten kuljettamana. Oluttölkki siirtyy kuljetinta pitkin täyttökoneeseen ilman kantta, jonka vuoksi on olemassa riski, että mikro-organismit pääsevät tölkkiin ilmavirran tai aerosolin muodostumisen kautta. Mitä pidempään avoimet tölkit altistuvat ympäristölle, sitä suurempi kontaminaation riski muodostuu. Erityisesti pidempiä pysähdyksiä tulisi välttää. (Hill, 2015, ss. 320–321)

Ilmavirtauksia aiheuttavat nopeatahtinen täyttökone, kuljetinhihnat sekä ohi kulkevat trukit ja ihmiset. Ideaalitulanteessa pakkaamon ilmanpaine olisi hieman ylipaineinen, jotta ilmavirtaukset suuntautuisivat ulospäin eikä ulkopuolelta kulkeutuisi epäpuhtauksia pakkaamon sisätiloihin. Ylipaine saavutetaan ilmanvaihtojärjestelmän avulla, joka syöttää tilaan enemmän puhdasta ilmaa, kun sieltä poistuu. Ilmavirtausten vuoksi tilassa tulisi välttää avoimia ovia ja ikkunoita täyttökoneen läheisyydessä. Lisäksi kattojen, seinien ja lattioiden kunnosta ja puhtaudesta tulee huolehtia. Korkeat hygieniavaatimukset kattavat koko elintarvikkeiden pakkausalueen, eivätkä rajoitu pelkästään tuotteen kanssa kosketuksissa olevaan laitteistoon. (Hill, 2015, s. 328)

## 5.2 Pastörinti

Oluen mikrobiologisen laadun varmistamiseksi on käytössä useita menetelmiä, joilla oluesta saadaan poistettua pilaantumista aiheuttavia mikrobeja. Suuremmissa panimoissa on usein käytössä levy- tai membraanisuodatus, joiden avulla oluesta saadaan erotettua pienimmätkin mikrobit. Levysuodatuksessa on kuitenkin käytettävä hyvin pienihuokosellisia steriilisuodatuslevyjä, jonka seurauksena suodatusteho alenee. Näiden menetelmien lisäksi olut voidaan pastöroida, eli lämpökäsitellä. Menetelmällä parannetaan oluen mikrobiologista säilyvyyttä, tappamalla suurin osa pilaantumista aiheuttavista mikrobeista. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 181)

Pastörintimenetelminä käytetään tunnelipastörintia ja levypastörintia.

Levypastörintinnissa olut kuumennetaan levylämmönvaihtimen avulla nopeasti haluttuun lämpötilaan. Levylämmönvaihtimia on saatavilla eri kokoisia, ja laitteen kapasiteetti määräytyy sen sisältämien levyjen lukumäärän mukaan. Levyissä on poikittaisia virtauskanavia, jotka ohjaavat olutta jatkuvasti vaihtamaan suuntaa, jonka seurauksena

lämmönsiirto kiihtyy. Laitteisto on jaettu eri osastoihin, joista ensimmäisessä valmiiksi pastöroitu olut luovuttaa lämpöä sisään tulevalle kylmälle oluelle, mikä parantaa energiatehokkuutta. Seuraavassa osastossa olut kuumennetaan haluttuun pastörintilämpötilaan, jossa se pidetään määrätyn ajan mikrobiologisen turvallisuuden varmistamiseksi. Viimeisessä osastossa olut jäädytetään noin 3 °C:een, mikäli olut siirretään painetankkiin odottamaan täyttöä, tai 15 °C:een jos olut johdetaan suoraan täyttökoneelle. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 181–182)

Pastörintikäsitteilyn voimakkuutta mitataan pastörintiyksiköllä (PY). Yksi pastörintiyksikkö kuvaa yhtä minuuttia 60 °C:ssa. Lämpötila ja aika riippuvat toisistaan, joten korkeampi lämpötila tarvitsee lyhyemmän pastörintiajan. Pastörinti voi vaikuttaa oluen ominaisuuksiin kuten makuun, joten liian pitkää pastörintiaikaa tulee välttää. (Farber & Barth, 2019, ss. 441–442) Yleisimmin levypastörintinnissa käytetään korkeampia lämpötiloja, joista tavallisin on 70 °C, jolloin käsittelyajaksi määräytyy 12 sekuntia (Enari & Mäkinen, 2014, s. 182).

Tunnelipastörintia käytetään oluen pastörimiseksi vain suljetuissa pulloissa tai tölkeissä. Pakkaukset kulkevat kuljetinta pitkin tunnelin läpi, jossa lämpötilaa säädetään vesisuihkujen avulla. Lämpötilan muutoksen tulee tapahtua hallitusti ja asteittain, minkä vuoksi tunnelipastörintilaitteisto on yleensä jaettu neljään vyöhykkeeseen: esilämmitys, pastörinti, esijäädytys ja jäädytys. Tunnelipastörinti vie paljon tilaa, koska järjestelmän täytyy olla suunniteltu pitämään olut oikeassa lämpötilassa tietyn ajan, jotta tavoiteltu PY saavutetaan. Tunnelin pituutta voidaan lyhentää, jos kuljetusnopeus on hitaampi, mutta tällöin tuotantomäärä vähenee. (Farber & Barth, 2019, ss. 442–443) Tunnelipastörintinnissa olut on altis myös värin tummumiselle, ja oluen flavori voi muuttua hapettuneeksi. Haitallisia muutoksia värissä ja flavorissa hallitaan hapen määrän avulla. Tölkkien sisältämän happimäärän on oltava hyvin pieni. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 183)

### 5.3 Puhtaanapito ja puhdistusmenetelmät

Elintarviketeollisuuden prosesseissa lähes kaikkialla voi esiintyä biofilmiä, kuten esimerkiksi putkistoissa, säiliöissä, laitteiden pinnoilla ja ilmastointijärjestelmissä. Biofilmi tarkoittaa likakerrostumaa, joka muodostuu mikrobisoluista sekä niiden erittämistä aineista, kuten glykoproteiinista ja polysakkarideista. Biofilmillä on kyky suojautua ulkopuolisilta häiriötekijöiltä kuten pesu- ja puhdistusaineilta. Edes desinfiointiaineet eivät tehoa biofilmiin, sillä mikrobien erittämä suojarahmasto estää desinfiointiaineiden tunkeutumisen

mikrobisoluihin. Tämän vuoksi puhtaanapidolla ja puhdistusmenetelmien valinnalla on suuri merkitys mikrobikontaminaatioiden hallinnassa. (Rahkio ym., 2013, s. 44)

Biofilmiä muodostuu eniten paikkoihin, jotka ovat vaikeasti puhdistettavia ja pintamateriaaliltaan karheita tai epätasaisia. Pakkaamossa täyttölaitteisto ja sen ympäristö tarjoavat biofilmin muodostumiselle suotuisat olosuhteet, erityisesti täyttö- ja suljentamekanismien läheisyys, jossa roiskeilta ei voi välttyä prosessin luonteen vuoksi. Tuoteroiskeet muodostavat yhdessä ilmavirtausten kanssa aerosoleja, jotka leviävät hienojakoisina nestepisaroina kaikkialle täyttökoneen sisäpinnoille. Lisäksi biofilmien muodostumista voi esiintyä myös muilla prosessipinnoilla kuten kuljetushihnoilla. (Hill, 2015, ss. 328–329) On tärkeää huomioida, että mikrobi, joka on vaaraton yhdessä tuotteessa, voi pilata toisen tuotteen. Siksi täyttökoneilla, joilla pakataan useita eri juomatyyppisiä, on varmistettava riittävän korkea hygieniataso ja kontaminaation ehkäisy. (Juvonen ym., 2011, s. 77)

Biofilmin muodostumisen ennaltaehkäisy on huomattavasti helpompaa ja tehokkaampaa kuin jo kehittyneen biofilmin poistaminen. Ennaltaehkäisy edellyttää säännöllistä ja huolellista puhdistusta sekä pintojen suunnittelua siten, että biofilmin muodostumiselle suotuisat olosuhteet minimoidaan. (Rahkio ym., 2013, s. 46) Tehokkaan puhdistuksen avulla lika ja epäpuhtaudet saadaan poistettua prosessipinnoilta, mikä vähentää merkittävästi biofilmin muodostumisen riskiä. Vaikka puhdistettava kohde näyttäisi silmämääräisesti puhtaalta, ei se välttämättä ole mikrobiologisesti puhdas. Puhdistuksen onnistumiseen vaikuttavat neljä osatekijää, jotka ovat lämpötila, aika, mekaaninen työ ja kemialliset aineet. Osatekijöiden summa on aina vakio, joten jos jotakin osatekijää vähennetään, toista tulee lisätä. Esimerkiksi jos aikaa on vähän, tulee joko mekaanista työtä, kemiallisia aineita (pesuainetta) tai lämpötilaa lisätä. Puhdistuksen vaiheet voidaan luokitella irtolian poistoon, pesuvaiheeseen, desinfiointiin ja sterilointiin. Näitä vaihteita sovelletaan puhdistettavan kohteen mukaan. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 219–220)

Ei ole olemassa yhtä oikeaa puhdistus- ja desinfiointimenetelmää, joka sopisi kaikille tölkityslaitteistoille ja prosessipinnoille. Tölkityslaitteiston sisäpintojen ja putkistojen pesu suoritetaan CIP-menetelmällä, jossa pesuliuosta kierrätetään pesuliuossäiliön ja laitteiston välillä. Kiertävän liuoksen virtausnopeus saa aikaan mekaanisen puhdistustehon, joka tehostaa etenkin putkistojen, pumppujen ja venttiilien puhdistusta. CIP-järjestelmissä käytettävien pesuaineiden tulee olla matalavaahtoisia ja helposti huuhdeltavia. Pesuaineella tulee myös olla hyvä liankantokyky, jotta irronneet epäpuhtaudet eivät jää putkistoihin tai kiinnity uudelleen pinnoille. CIP-pesuissa käytetään käyttötarpeen mukaan

happo- tai emäspesua sekä desinfiointia ja sterilointia. Yleensä kiertopesujen pesujärjestys on alkuhuuhtelu, emäspesu, välihuuhtelu, happopesu, välihuuhtelu, desinfiointi, loppuhuuhdeltu. Happamissa pesuaineissa käytetään useimmiten typpi-, fosfori ja glykolihappoa, kun puolestaan emäksisissä pesuaineissa käytössä on natrium- tai kaliumhydroksidia ja näiden seoksia. Desinfiointiaineista yleisimmin CIP-pesuissa käytössä on peretikkahappo. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 220–223)

Täyttökoneen ulkopintojen, ratojen ja muiden pintojen kuten lattian ja seinien puhdistukseen käytetään yleisimmin vaahtopesua. Vaahtopesussa pinnat huuhdellaan ensin vedellä, minkä jälkeen pesuaine levitetään vaahtona laitteiston pinnoille ja annetaan vaikuttaa. Vaikutusajan jälkeen pesuaine huuhdellaan perusteellisesti vedellä, ja tarvittaessa pinnoille levitetään kohteeseen soveltuva desinfiointiaine. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 222) Biofilmin poistoon ei usein kuitenkaan riitä pelkkä vaahtopesu, vaan sen lisäksi tarvitaan mekaanista hankausta. Hankaukseen on käytettävä sopivan karheaa harjaa, joka irrottaa vaahtoa alla pehmenneen lian. Yleensä pinnat puhdistuvat pehmeällä tai keskikovalla harjalla, kun käytettävä pesuaine on oikea ja vaikutusaika riittävä. Lian karhea harja saattaa aiheuttaa roiskeita, jotka ympäristöön levitessään aiheuttavat kontaminaatoriskin. (Rahkio ym., 2013, s. 47) Siivouksen laatua huonontavia tekijöitä on useita, joista yleisimpiä ovat seuraavat:

- huonokuntoiset, likaiset tai epäsoveltuvat siivousvälineet
- epähygieeniset siivousvälineiden säilytystilat
- vanhentuneet, tehottomat tai väärin valitut puhdistusaineet
- puhdistusaineiden yli- tai aliannostelu
- riittämätön huuhtelu, jolloin pesuainejäämiä jää pinnoille
- liian lyhyt pesuaineen vaikutusaika
- väärä puhdistusjärjestys, esimerkiksi likaisimpien alueiden puhdistus viimeisenä
- pintojen jättäminen kosteiksi, mikä voi edistää mikrobikasvua
- siivouksen huono suunnittelu ja dokumentoinnin puute
- epäselvät vastualueet, henkilöstön riittämätön koulutus ja ohjeistus
- välinpitämättömyys tai kiire.

(Rahkio ym., 2013, ss. 47–50)

## 6 Pintahygienian seuranta

Pintahygienian seuranta toimii apuvälineenä elintarviketeollisuuden hygienian ja turvallisuuden ylläpidossa. Mikrobiologisten pinta- ja puhtausnäytteiden ottaminen on osa toimijan omavalvontaa. Tulosten seurannalla varmistetaan, että toiminta täyttää mikrobikriteeriasetuksen vaatimukset. Elintarvikkeiden prosessihygieniavaatimusten ja pintapuhtausnäytteiden tulosten tarkastelu tarjoaa arvokasta tietoa hygieniatoimien hallinnan tasosta. (Ruokavirasto, 2024) Puhtaustulosten seurannan ja analysoinnin tehokkuuden varmistamiseksi näytekohteet on määritettävä osaksi yrityksen valvontakokonaisuutta. Näytekohteiden näytteenottotiheys laaditaan riskinarvioinnin avulla, ja kriittisimpien kohteiden valvontaa tehostetaan. Kun näytteenotto on säännöllistä ja systemaattista, voi toimija seurata tulosten kehityssuuntaa pitkällä aikavälillä. (Rahkio ym., 2013, s. 12)

Komission asetus (EY) N:o 2073/2005 eli niin kutsuttu mikrobikriteeriasetus, koskee elintarvikkeiden mikrobiologisia vaatimuksia. Ohje on tarkoitettu elintarvikealan toimijoiden käyttöön sekä elintarvikevalvontaviranomaisille, jotka valvovat mikrobikriteeriasetuksen noudattamista. Asetuksen tavoitteena on ihmisten terveyden suojeleminen ja elintarvikealan toimijoita koskevien sääntöjen yhtenäistäminen EU-maissa. Elintarvikealan toimijoille on annettu vaatimuksia mikrobiologisista tutkimuksista myös muissa säädöksissä. EU:n lainsäädännön periaatteiden mukaan elintarviketurvallisuus varmistetaan ensisijaisesti ennakoivilla toimenpiteillä, jotka perustuvat hyvien hygieniakäytäntöjen noudattamiseen sekä vaara-analyysiin ja kriittisten kontrollipisteiden valvontaan. Toimijan vastuulla on selvittää kuuluvatko yrityksen valmistamat elintarvikkeet mikrobikriteeriasetuksen piiriin. Kaikkia toimijoita koskee kuitenkin yleinen elintarvikehygienia-asetus (EY) N:o 852/2004, joka velvoittaa varmistamaan tuotantoprosessien hygieenisyyden ja turvallisuuden. (Ruokavirasto, 2024)

### 6.1 Pintahygienian seurantaan soveltuvat menetelmät

Elintarviketeollisuuden ympäristössä lika muodostuu useimmiten tuotantotiloissa käsitellyistä tuotejäämistä, työntekijöiden käsistä lähtöisin olevista epäpuhtauksista, kuten proteiineista, rasvoista ja hiilihydraateista, sekä epäorgaanisesta liasta. Erilaisia pintapuhtauden mittausmenetelmiä on kehitetty havaitsemaan eri osia lian komponenteista. Kemiallisissa pikamenetelmissä pinnalla oleva lika tai mikrobien määrä arvioidaan joko mittalaitteella, joka antaa tuloksen numeerisessa muodossa, tai värireaktioon perustuvalla

menetelmällä, jossa tulos ilmenee värimuutoksena. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää elatusainealustoja, jossa mikrobit todetaan silmin havaittavina pesäkkeinä kasvatuksen jälkeen. (Rahkio ym., 2013, ss. 9–12)

Pinnoilta määritetään yleisimmin kokonaisbakteerimäärä, koliformiset bakteerit ja enterobakteerit. Lisäksi homeita ja hiivoja voidaan tutkia elintarvikehuoneistosta, joissa niiden esiintyminen on todennäköistä. Pintapuhtausnäytteillä voidaan tutkia myös patogeenisiä bakteereita, jos halutaan esimerkiksi selvittää, onko ruokamyrkytyksen aiheuttanut bakteeri levinnyt elintarvikkeeseen pintojen välityksellä. Lisäksi pinnoilta voidaan testata proteiini-, glukoosi- ja laktoosijäämiä, joiden avulla pystytään seuraamaan puhtauden tasoa. Pintahygienian seurantaan soveltuvia menetelmiä ovat esimerkiksi ATP-mittaus, proteiinijäämätetit, kontaktimaljat, glukoosi- ja laktoosijäämätetit, Hygicult ja Petrifilm. (Rahkio ym., 2013, ss. 9–16)

Pintapuhtausnäytteet tulisi ottaa tuotannon aloitusvaiheessa puhdistetuilta pinnoilta, jotta laitteiston ja pintojen kontaminaatiotaso saadaan varmistettua. Puhtaat laitteet ja välineet ovat edellytys tuotannon aloitukselle. Pikatestejä käytettäessä näyte on suotavaa ottaa ennen mahdollista desinfiointia, jotta tuloksia voidaan hyödyntää puhdistusprosessien ohjaamiseen. Testituloksien perusteella puhdistus voidaan uusida, ja puhtaustasoa voidaan seurata. (Rahkio ym., 2013, s. 12)

Mikrobikriteeriasetuksessa ei ole määritelty pintapuhtausnäytteiden analyysimenetelmiä, joten toimija voi itse määritellä tuotantoympäristön ja -laitteiden pintapuhtaututkimuksiin käytettävän menetelmän. Pintapuhtauden tutkimuksia voi tehdä muuallakin kuin erikseen nimetyssä laboratorioissa, kunhan ohjeistuksia noudatetaan. Mikrobikriteeriasetuksessa ei myöskään säädetä, miten mittausepävarmuus tulisi huomioida tuloksissa. Mikäli omavalvonnassa huomataan raja-arvojen ylityksiä, on toimijan kuitenkin ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin. (Ruokavirasto, 2024)

Toimijan tulisi itse määrittää rajat pintapuhtausnäytteiden tuloksille. Pintapuhtauden seurannassa voidaan aluksi hyödyntää laitevalmistajan suosittelemia raja-arvoja, kuten ATP-mittalaitteen RLU-arvoja. Pitkällä aikavälillä toimijan on kuitenkin määritettävä omat prosessikohtaiset raja-arvonsa perustuen trendiseurannan tuloksiin. Mikäli käytössä oleva menetelmä tai laite vaihdetaan, uudet tulokset eivät välttämättä ole suoraan vertailukelpoisia vanhojen tulosten kanssa. Tällaisessa tilanteessa suositellaan rinnakkaismittausten tekemistä sekä vanhalla että uudella menetelmällä, jotta uudet raja-arvot saadaan määritettyä luotettavasti. (Ruokavirasto, 2024)

Pakkaamattomien ja helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevat pinnat, kuten kuljetinhinnat, vaativat tiukempaa arviointia verrattuna esimerkiksi lattia- tai seinäpintojen löydöksiin. Pintapuhtausnäytteenottoa voidaan harventaa, mikäli näytteenotto on toteutunut suunnitellusti, tulokset ovat pääsääntöisesti olleet hyviä, tarvittavat korjaavat toimenpiteet on tehty ja tulosten kehitys on pysynyt vakaana tai parantunut vähintään vuoden ajan. Korjaavat toimenpiteet voivat sisältää esimerkiksi siivouskäytäntöjen tehostamista sekä ohjeistuksen tarkentamista. (Ruokavirasto, 2024)

## 6.2 Luminometria

Luminometria on valon mittaamiseen perustuva menetelmä, jonka avulla voidaan osoittaa mikrobisoluista vapautuvaa adenosiinitrifosfaattia eli ATP:tä. ATP on korkeaenerginen yhdiste, jota solut käyttävät energiantuotannossa. Kaikessa soluperäisessä materiaalissa sekä mikrobeissa esiintyy ATP:tä. Luminometriset menetelmät perustuvat valoa tuottavaan bioluminesenssi-reaktioon, jossa lusiferiinimolekyylä hapettuu adenosiinitrifosfaatin vaikutuksesta. Reaktiossa katalyyttinä toimii lusiferaasi. Lusiferiini ja lusiferaasi ovat molekyyliä, jotka on eristetty valoa tuottavista tulikärpäksistä. Mitä voimakkaampi reaktiossa syntyvä valon tuotto on, sitä suurempi on näytteen ATP-pitoisuus. (Heljä ym., 2007, s. 148) Bioluminesenssi on kuvattu alla olevan reaktioyhtälön avulla (Rahkio ym., 2013, s. 13).



ATP:n mittaamiseen käytetään kuvassa 2 näkyvää luminometri nimistä laitetta, jonka avulla saadaan tehokkaasti mitattua pintahygienian tasoa. Luminometri mittaa näytteessä syntyvän valon määrän ja esittää tuloksen suhteellisina valoyksikköinä (RLU).

Laittevalmistajilla ei ole yhtenäistä RLU-asteikkoa määrittelemään puhtaustasoa, joten mittaustulokset ovat vertailukelpoisia vain saman laitetyypin sisällä. Näin ollen eri valmistajien laitteet eivät tuota suoraan vertailukelpoisia RLU-arvoja. Luminometrin laittevalmistajilla sekä maahantuojilla on yleensä tarjolla valmiita raja-arvoja erityyppisiin kohteisiin. (Ward-Fore, 2023)

Kuva 2. Clean-Trace Luminometer (FOSS Analytical, n.d.).



ATP-mittauksella ei pystytä erottelamaan eläviä ja kuolleita organismeja toisistaan. Tämän vuoksi menetelmällä ei saada selville elinkykyisten mikrobien määrää, kuten mikrobiviljelyn avulla. Menetelmä ei myöskään kykene ilmaisemaan mikä mikrobilaji on kyseessä. Puhtaalla pinnalla ei kuitenkaan kuulu olla mitään soluperäistä likaa, koska se tarjoaa aina otollisen kasvupaikan mikrobeille. Pinnoilla esiintyvän ATP:n määrään vaikuttavat monet ulkoiset tekijät, kuten pinnan materiaali ja ikä. Lisäksi merkitystä on käytetyillä puhdistusmenetelmillä, puhdistuskemikaaleilla sekä puhdistukseen käytetyllä ajalla ja lämpötilalla. (Ward-Fore, 2023) Puhdistuksen näkökulmasta elintarviketeollisuuden pintamateriaaleiksi soveltuvat parhaiten sileäpintaiset materiaalit, kuten teräs, muovi tai lasi. Ruostumaton teräs on yksi helpoimmin puhtaana pidettävistä ja kestävimmistä materiaaleista. Teollisuudessa on yleistä ottaa pintapuhtausnäytteet juuri sileiltä ja helposti puhdistettavilta pinnoilta. Hyödyllistä olisi kuitenkin tietää puhtaustaso vaikeasti puhdistettavilta pinnoilta, kuten täyttöpillien tai venttiilien sisältä. ATP-mittaus onnistuu tehokkaasti epätasaisilta ja vaikeasti saavutettavilta pinnoilta, joustavan näytteenottotikun ansiosta. (Rahkio ym., 2013, ss. 8–15)

### 6.3 ATP-menetelmän hyödyt

ATP-menetelmä on laajasti käytössä elintarviketeollisuuden kokonaishygienian valvonnassa. Menetelmää voidaan hyödyntää esimerkiksi pintapuhtauden rutiinivalvonnassa, puhdistus- ja siivousprosessien validoinnissa, CIP-pesujärjestelmän seurannassa ja akuuttien puhtausongelmien ratkaisussa. ATP-mittauksen avulla saadaan luotettavia tuloksia, mikäli mittaus suoritetaan ohjeiden mukaisesti ja aseptiset käytännöt

huomioiden. Näytteenotossa on varmistettava näytteen edustavuus, kuten muissakin pintapuhtaustestien arvioinnissa. Menetelmä on kontaminaatioherkkä, joten näytteenottajan on käytettävä kertakäyttöisiä käsineitä. Ihon epiteelisolut antavat voimakkaan positiivisen reaktion, joten testitikkuun ei saa koskea paljain käsin. (Rahkio ym., 2013, ss. 14–15)

Laittevalmistajan esitteessä kerrotaan, että ATP-mittauksen suosio perustuu eteenkin sen nopeiden ja reaaliaikaisten tulosten saatavuuteen. Mittauksen tulos saadaan jopa kahdessa sekunnissa, joten tarvittaessa korjaavat toimenpiteet voidaan suorittaa välittömästi. Tulokset ovat siirrettävissä tietokoneohjelmistoon, josta pintahygieniatasoa voidaan seurata. Ohjelmiston avulla voidaan esimerkiksi paikantaa tuotantolinjan ongelmalueet, ja seurata eri laitteiden ja prosessivaiheiden trendejä. Näiden tietojen avulla puhdistustoimenpiteitä voidaan tarvittaessa tehostaa, jolloin uudelleen puhdistamisen tarve vähenee ja tuotannon tehokkuus paranee. (3M, 2014)

ATP-mittauksen etuna on myös laitteen helppokäyttöisyys, jonka vuoksi käyttökoulutus ei vie ajallisesti resursseja. Mittauksessa käytettävät testipuikot säilyvät jääkaapissa jopa kaksitoista kuukautta, eivätkä ne vaadi esivalmistelua ennen mittauksia. Testipuikot eivät myöskään aiheuta kontaminaatiovaaraa, ja ne voidaan hävittää sekajätteen mukana. Nykyaikaisiin ATP-mittalaitteisiin saadaan tallennettua kaikki mittauksen kannalta oleellinen data, kuten mittauspisteet ja raja-arvot, jolloin testi osoittaa suoraan onko mitattavan kohteen tulos hyväksytty vai hylätty. Menetelmän avulla elintarvikealan toimija voi helposti osoittaa pintapuhtauden seurannan ja hygieniavaatimusten toteutumisen. (3M, 2014)

## 7 Toiminnallinen osuus

Opinnäytetyön tarve sai alkunsa toimeksiantajayritys Saimaa Brewing Companyn pyrkimyksestä toteuttaa FSSC 22000 -standardin mukainen elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän sertifiointi. Toiminnallisessa osuudessa keskityttiin kahteen keskeiseen kehitysalueeseen, jotka tukivat standardin mukaisten hygieniavaatimusten täyttymistä. Ensimmäisessä osiossa selvitettiin ATP-mittauksen hyödyntämistä tuotantotilojen pintapuhtauden seurannassa. Panimolla on satunnaisessa käytössä oleva ATP-mittari, mikä olisi tarkoitus ottaa käyttöön säännöllistä hygieniaseurantaa varten, mikäli se koetaan hyödylliseksi. ATP-mittauksen käyttöönottoa varten työssä selvitettiin mittauspisteet, mittaustiheys sekä hyväksyttävät raja-arvot.

Toisen osion tavoitteena oli kartoittaa tuotannon nykyiset hygieniakäytännöt ja päivittää ohjeistus vastaamaan FSSC 22000 -standardin vaatimuksia. Sertifiointia varten yrityksen on pystyttävä osoittamaan, että hygieniavaatimukset ja -ohjeistukset on asianmukaisesti dokumentoitu. Lisäksi yrityksen tulee todentaa hygieniakäytäntöjen toteutuminen ja henkilöstön riittävä hygieniosaaminen. Näiden vaatimusten täyttämiseksi tuotannon henkilöstön hygieniiohjeistus päivitettiin. Hygieniiohjeistuksen sisällössä tarkennettiin olemassa olevia vaatimuksia sekä kehitettiin uusia ehdotuksia nykyisten käytäntöjen tehostamiseksi. Opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa käytettiin sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Kvantitatiivisia menetelmiä hyödynnettiin ATP-mittauksen numeeristen tulosten analysoinnissa, kun taas kvalitatiivisia menetelmiä käytettiin asiakirjojen ja kirjallisuuden analysoimiseen hygieniiohjeistuksen osalta.

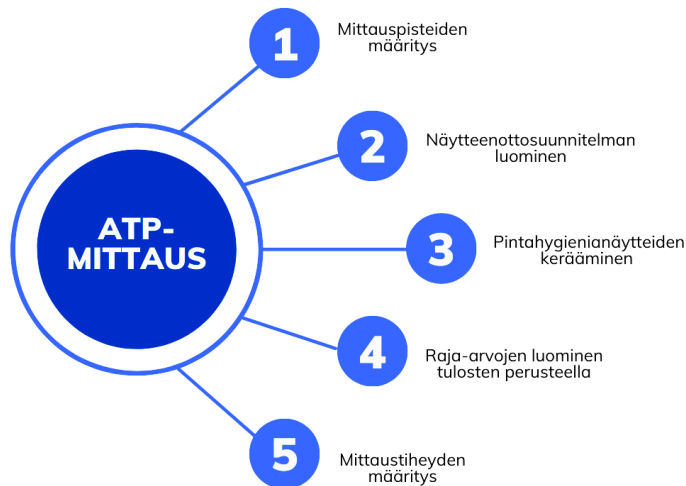
## 7.1 ATP-mittaus

Pintahygienianäytteenoton kohteeksi valittiin panimon tölkityslinja, jossa pakataan yrityksen valmistamat oluet, siiderit, lonkerot, juomasekoitukset ja alkoholittomat juomat.

Ensimmäisessä vaiheessa tölkityslinjalta määritettiin mittauspisteet. Mittauspisteiden valinnassa oli olennaista varmistaa, ettei näytteenotto kohdistu ainoastaan helposti puhdistettaviin alueisiin. Erityistä huomiota tuli kiinnittää kriittisiin kohtiin, kuten tuotteen kanssa suoraan kosketuksissa oleviin pintoihin tölkin täytön ja kansituksen aikana. Tämän lisäksi roiskeille altis rataosuus on erityisen herkkä lian kertymiselle. Näiden huomioiden perusteella tähän työhön valikoitui kolme mittauspistettä, joita olivat täyttöpää, kansituspää ja tölkityskoneen rataosuus.

Näytteenottotulosten ja yrityksen riskinarvioinnin perusteella kullekin mittauspisteelle asetettiin raja-arvot, joiden avulla pintapuhtauden tasoa voidaan arvioida luotettavasti. Lopuksi määritettiin tuotantolinjan pintapuhtauden seurannan kannalta optimaalinen mittaustiheys. ATP-mittauksen käyttöönoton vaiheita havainnollistetaan kuvassa 3. Menetelmän käyttöönoton avulla toimeksiantajayritys pystyy osoittamaan pintahygienian systemaattisen valvonnan, sekä kehittämään puhdistustoimenpiteitä saadun datan perusteella.

Kuva 3. ATP-mittauksen käyttöönoton vaiheet.



### 7.1.1 Näytteenoton suorittaminen

ATP-mittausta varten luotiin suunnitelma, jonka mukaan näytteitä kerättiin opinnäytetyön asettaman aikataulun puitteissa neljän viikon aikana. Työssä käytettiin Clean-Trace LM1 -luminometriä sekä siihen yhteensopivia Clean-Trace ATP Surface -pintahygieniatestejä. Näytteenotto suoritettiin puhdistetulta pinnalta pesujen jälkeen. Näytteenoton suorittivat tuotannon työntekijät, jotka perehdyttiin aseptiseen näytteenottoon ennalta määritellyistä mittauspisteistä. Laittevalmistajan ohjeistuksen mukaisesti raja-arvojen määrittämistä varten näytteitä tuli kerätä 5–10 kappaletta mittauspistettä kohden, eri pesukertoina. Näytettä ei saanut kerätä täysin samasta kohdasta useammin kuin kerran. Tämä tarkoitti käytännössä esimerkiksi sitä, ettei samasta täyttöpään kohdasta otettu näytettä jokaisena kertana tismalleen samasta kohdasta. Tässä työssä raja-arvojen määrittämiseen käytettiin kahdeksan mittauskerran tuloksia. Tämän lisäksi otettiin vertailunäyte tuotannon lopetuksen jälkeen pinnalta, jossa oli edelleen tuotejäämiä. Näin pystyttiin vertailla eroa likaisen ja puhtaan pinnan väliltä.

ATP-mittaus toteutettiin laitteenvalmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Näytteenotto suoritettiin sivelemällä Clean-Trace ATP Surface -testitikku puhdistettua pintaa vasten noin 10 cm x 10 cm alueella, jonka jälkeen tikku painettiin takaisin näyteputken sisään. Näytettä ravistettiin kevyesti pystyasennossa noin viiden sekunnin ajan. Tämän jälkeen näyte analysoitiin Clean-Trace LM1 -luminometrillä. Mittaus perustuu lusiferaasi-entsyymin reaktioon solujen ATP:n kanssa, mikä tuottaa valoa. Luminometri havaitsee syntyvän valon ja ilmoittaa tuloksen suhteellisena valonyksikkönä (RLU). Laite vertaa saatua tulosta

mittauspisteelle asetettuun raja-arvoon ja ilmoittaa, onko tulos hyväksytty vai hylätty. Mikäli tulos ei täytä vaatimuksia, pinta voidaan puhdistaa uudelleen ja suorittaa uusintamittaus.

### 7.1.2 Raja-arvojen määrittäminen

Raja-arvojen määrittämiseen ei ole yhtä oikeaa menetelmää, sillä määrittäminen on aina tapauskohtaista, perustuen valmistettaviin tuotteisiin sekä testattaviin laitteisiin ja pintoihin. Raja-arvojen määrittäminen vaikuttaa muun muassa yrityksen oma riskinarviointi, jossa arvioidaan elintarvikkeen pilaantumisherkkyyttä sekä mittauskohteen sijaintia suhteessa elintarvikkeeseen. Mitä lähempänä mittauspiste sijaitsee elintarviketta, sitä korkeampaa hygieniatasoa vaaditaan. Laitteenvalmistajilla sekä jälleenmyyjillä saattaa olla myös tarjolla valmiiksi ehdotettuja raja-arvoja, jotka ovat määritetty esimerkiksi mitattavan kohteen pintamateriaalin tai valmistettavien tuotteiden mukaisesti. On olennaista kuitenkin huomioida, etteivät eri laitteenvalmistajien RLU-arvot ole vertailukelpoisia keskenään. (Neogen, 2023, ss. 20–21) Tässä työssä ei kuitenkaan hyödynnetty valmiita raja-arvoja, vaan tulkintalinjan kolmelle mittauspisteelle määritettiin jokaiselle omat, tuotantoympäristöön soveltuvat raja-arvot.

Ennen tilastollista analyysia oli tärkeää tehdä tuloksien alustava tarkastelu sen varmistamiseksi, että kerätty aineisto oli luotettavaa. Tätä varten tuli tietää likaisen pinnan RLU-arvo, jotta tiedettiin puhtaalta sekä likaiselta pinnalta saatavien lukemien ero. Mikäli näytteenoton tuloksissa oli muusta otannasta poikkeavan korkeita lukemia, ei näitä tuloksia ottaa raja-arvojen määrittämiseen mukaan, ettei tulos vääristyisi.

Raja-arvojen määrittämiseen käytettiin laitteenvalmistajan ohjeen mukaista normaalijakaumaan perustuvaa analyysia (3M, 2019, ss. 1–2). Tässä menetelmässä laskettiin tulosten keskiarvo ja keskihajonta. Hylkäykseen johtava ylärajan arvo saatiin lisäämällä keskiarvoon kolme keskihajontaa. Alarajan hyväksytty arvo saatiin suoraan keskiarvon perusteella. Taulukon 2 esimerkissä ei ole käytetty oikeita tuloksia. Tämä esimerkki kuitenkin havainnollistaa miten raja-arvot määritettiin Excelissä. Taulukossa 3 kuvataan raja-arvojen jaottelua kolmeen kategoriaan, jotka ovat hyväksytty, varoitus ja hylätty. Luminometrillä suoritettussa mittauksessa laitteen antama tulos määräytyy taulukon esimerkin mukaisesti, ja varoituskategoriaan kuuluvat kaikki lukemat hyväksytyyn ja hylätyn raja-arvon välillä. Tulosten perusteella luminometrin Hygiene Management -raportointiohjelmistoon voidaan luoda näytteenottosuunnitelma, johon määritetyt raja-arvot lisätään.

Taulukko 2. Raja-arvojen määrittäminen esimerkki.

Mittauspiste	Keskiarvo	Hyväksytty	Keskihajonta	Keskiarvo+ keskihajonta*3	Hylätty
<b>1</b>	14,60	<b>15</b>	3,65	25,54	<b>26</b>
<b>2</b>	159,60	<b>160</b>	45,68	296,63	<b>297</b>
<b>3</b>	60,80	<b>61</b>	18,40	116,01	<b>116</b>

Taulukko 3. Raja-arvot jaoteltuna kolmeen kategoriaan.

Mittauspiste	Hyväksytty	Varoitus	Hylätty
<b>1</b>	<b>15</b>	16–25	<b>26</b>
<b>2</b>	<b>160</b>	161–296	<b>297</b>
<b>3</b>	<b>61</b>	62–115	<b>116</b>

## 7.2 Henkilökunnan hygieniaohjeistuksen kehittäminen

Opinnäytetyön toisen osuuden tarkoitus oli selvittää miten henkilökunnan hygieniaohjeistusta pitää kehittää, jotta se vastaa FSSC 22000 -standardin hygieniavaatimuksia. Standardi edellyttää, että yrityksellä on selkeät ja dokumentoidut hygieniakäytännöt, joita työntekijöiden on noudatettava. Uusille työntekijöille on tarjottava perehdytys hygieniakäytännöistä heti työsuhteen alussa. Henkilöstön hygieniaosaamista on seurattava, ja puutteisiin reagoitava esimerkiksi lisäkoulutuksella tai uusien toimintamallien käyttöönotolla. Lisäksi hygieniaohjetta tulee päivittää säännöllisesti, mikäli toimintaympäristöön tai toimintatapoihin tulee muutoksia.

Henkilökunnan hygieniaohjeistuksen kehittäminen alkoi perehtymällä keskeiseen kirjallisuuteen. FSSC 22000 -elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän versiossa 6 viitattiin henkilöstön hygieniaan liittyvissä kohdissa ISO/TS 22002-1:2009 tekniseen spesifikaatioon. Tämän opinnäytetyön kirjallisessa osiossa perehdyttiin henkilöstöhygieniaa koskeviin vaatimuksiin tarkemmin. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tunnistettiin keskeiset hygieniariskit sekä toimenpiteet niiden hallitsemiseksi. Lisäksi tarkasteltiin elintarvikehygieniaan liittyviä vaatimuksia ja suosituksia, jotka vaikuttavat hygieniaohjeistuksen laadintaan.

Oleennaista oli myös huomioida panimoalan erityispiirteet ja yrityksen oma riskinarviointi. Näiden tietojen pohjalta arvioitiin toimeksiantajayrityksen nykyisiä hygieniakäytäntöjä ja verrattiin niitä alan kirjallisuuteen, standardin vaatimuksiin sekä elintarvikehygienian kannalta oleellisiin työtapoihin. Tämä vertailu auttoi tunnistamaan mahdolliset kehityskohteet ja varmistamaan, että hygieniaohjeistus perustui sekä yrityksen omiin riskinarviointeihin että lainsäädännön asettamiin vaatimuksiin. Näiden kuvassa 4 esitettyjen vaiheiden mukaisesti tuotannon henkilöstön hygieniaohje päivitettiin vastaamaan FSSC 22000 -standardin vaatimuksia.

Kuva 4. Hygieniaohjeen laatimisprosessin vaiheet.



## 8 Tulokset

Tulososiossa tarkastellaan ATP-mittausten tuloksia, sekä niiden perusteella tehtyjä päätelmiä. Lisäksi perustellaan näytteenotolle valittu mittaustiheys, ja ehdotetut toimet jatkoon kannalta. Tuloksissa esitellään myös hygieniaohjeen keskeinen sisältö ja hygieniakäytäntöjen kartoituksen perusteella ehdotetut kehitysideat. Työn tilaajan toivomuksesta tässä työssä ei tulla käsittelemään mittauskohteiden lopullisia raja-arvoja, eikä yritykselle laadittua hygieniaohjetta.

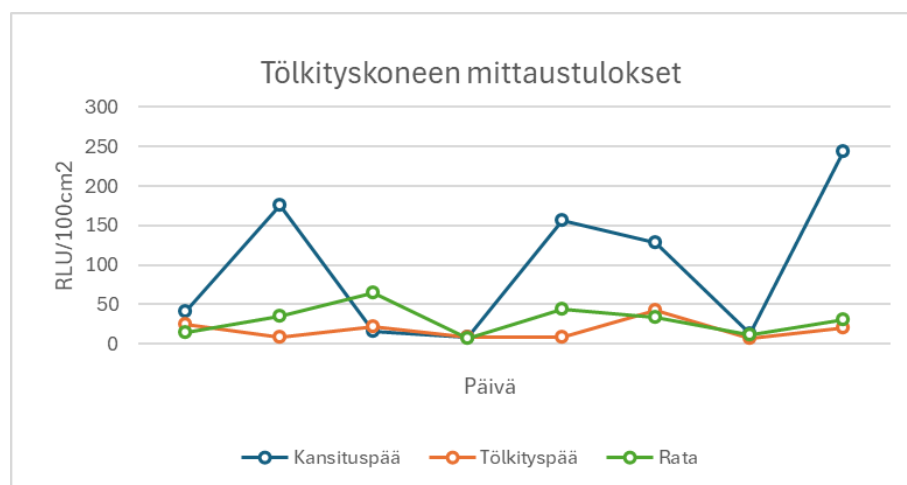
### 8.1 ATP-mittaus

ATP-mittauksessa saadut tulokset olivat odotusten mukaisesti hyvällä tasolla. Tulokset näkyvät kuvassa 5, jossa pystyakselilla on RLU-arvo mitattuna 10 cm x 10 cm alueelta, ja vaaka-akselilla on näytteenottopäivä. Vertailukohdaksi otettiin näyte tuotteen kanssa

kosketuksissa olevalta pinnalta, jotta voitiin selvittää, millaisia lukemia luminometrillä saatiin tässä tilanteessa. Tulosten perusteella likaisen pinnan näytteen lukema oli moninkertaisesti suurempi.

Tölkityskoneen täyttöpään pesu suoritetaan CIP-pesulla, jonka avulla saavutetaan paras mahdollinen puhtaustaso. Tölkityspään mittauspisteestä saadut RLU-arvot olivat keskiarvoltaan matalimmat, mikä osoittaa, että CIP-pesu on toiminut kuten pitääkin. Tölkinn täyttö on kriittinen vaihe, jossa kansituksen tulisi tapahtua mahdollisimman nopeasti täytön jälkeen. Tämän takia mahdollisia tölkityskoneen pysähdyksiä tulisi pyrkiä välttämään. Kansituspään pesu suoritetaan vaahtopesuna koneen ulkopuolelta, eikä kiertopesu koske tätä osuutta. Tämän voi huomata kansituspään hieman korkeammista RLU-arvoista. Rataosuus pestään myös pintavaahdotuksella, ja tuloksien perusteella radan puhtaustaso on todella hyvä. Radan mittauspiste sijaitsee kohdassa, jossa tölkit olivat jo kansitettuja, joten suoraa kontaminaatoriskiä ei tässä vaiheessa enää ollut. Koko tölkityskoneen ympäristön tulee kuitenkin olla mikrobiologisesti puhdas, koska mikrobit pystyvät leviämään laajalle alueelle.

Kuva 5. Tölkityskoneen mittaustulosten vertailu.



Näytteenottotiheyden määrittäminen perustui saatuihin tuloksiin, yrityksen omaan riskinarviointiin sekä toimialalle sovellettaviin viranomaisohjeistuksiin. Saadut tulokset olivat odotetusti hyvällä tasolla, mutta luminometrin käytön alkuvaiheessa näytteitä on kuitenkin syytä ottaa tiheämmin. Näin tuloksista saadaan kattava otanta pidemmältä aikaväliltä. Raja-arvot tulisi tarkistaa uudelleen, kun riittävästi lisätietoa tuloksista on saatavilla. Tämän jälkeen raja-

arvoja tulee arvioida säännöllisesti osana jatkuvan parantamisen prosessia. Ehdotuksena on ottaa alkuun näytteitä vähintään kerran viikossa kustakin tölkityslinjan mittauspisteestä. Vakaiden ja hyvien tulosten myötä näytteenottotiheyttä voidaan tarvittaessa harventaa. Tämän jälkeen seurantaan jatketaan säännöllisesti yrityksen laatiman suunnitelman mukaisesti, hyödyntäen ATP-mittausta osana laajempaa hygienia- ja laatuvalvontaa ja muiden analyysimenetelmien tukena. Mikäli ATP-menetelmä osoittautuu yritykselle hyödylliseksi, sen käyttöä voidaan laajentaa myös muihin tuotantotilojen prosessipintoihin.

## 8.2 Hygieniaohje

Lopputuloksena laadittiin päivitetty tuotannon henkilöstön hygieniaohje, joka vastaa FSSC 22000 -standardin vaatimuksia. Osana kehitysprosessia tarkennettiin olemassa olevia vaatimuksia ja laadittiin uusia ehdotuksia nykyisten käytäntöjen parantamiseksi. Hygieniaohje sisältää ohjeistukset henkilökohtaisesta hygieniasta, hygieenisistä työtavoista, työntekijöiden terveydentilasta sekä ulkopuolisten vierailijoiden hygieniakäytännöistä. Ohjeistuksen tavoitteena on varmistaa, että kaikki panimon tuotannossa työskentelevät ja vierailevat henkilöt noudattavat elintarviketurvallisuuden kannalta keskeisiä hygieniakäytäntöjä. Tämä vähentää puutteellisesta hygieniasta aiheutuvia riskejä ja edistää elintarviketurvallisuusjärjestelmän vaatimusten täyttymistä. Lisäksi ohjeistus toimii henkilökunnan koulutuksen ja perehdytyksen tukena, jotta hygieniakäytännöt vakiintuvat osaksi yrityksen hygieniakulttuuria. Lopullista hygieniaohjetta ei voida tässä opinnäytetyössä näyttää salassapitovelvoitteen vuoksi.

Osana hygieniaohjeen luomista kartoitettiin panimon hygieniakäytäntöjä, joita voisi vielä kehittää. Vierailu panimon tiloissa vahvisti, että tilojen hygienia- ja toimintakäytännöt olivat hyvällä tasolla. Toiminnan jatkuvan parantamisen kannalta esille nousi kuitenkin muutamia kehitysideoita. Tuotantotilojen puhtautta ja kontaminaation riskien hallintaa voisi esimerkiksi edistää kenkäpesureiden tai desinfiointimattojen avulla. Näiden käyttö voisi olla aiheellista ulkoa varastotiloihin tullessa sekä siirryttäessä matalammalta hygienia- ja laatu-asteelta korkeamman hygienia- ja laatu-asteen alueelle. Lisäksi ulos johtavien ovien edustalle voisi sijoittaa kertakäyttöisiä kenkäsuojia, joita olisi suositeltavaa käyttää, mikäli samoilla työkaluilla liikutaan työpäivän aikana ulkona sekä eri hygienia- ja laatu-alueiden välillä. Tämä vähentäisi epäpuhtauksien leviämistä ja tukisi tuotantotilojen hygieenisyyttä. Lisäksi pukuhuonetoiminta voisi selkeyttää ulko- ja siviilikenttiin liittyviä säilytyskäytäntöjä. Tämä voitaisiin toteuttaa esimerkiksi merkitsemällä selkeästi eri kenkien säilytyspaikat tai lisäämällä kenkätelineitä.

Kehitysehdotuksissa esitettiin myös tarkennuksia partasuojien ja suojalasien käyttöön, jotta varmistetaan niiden asianmukainen hyödyntäminen hygienia- ja työturvallisuusvaatimusten mukaisesti. Käsihygienian tehostamiseksi ideana oli myös kuvallisen käsienpesuohjeen laittaminen käsienpesupaikkojen yhteyteen. Toimeksiantajalle annettiin tästä Ruokaviraston sivuilta löytyvä kuvaohje. Tuotantotiloihin johtavien ovien yhteyteen voisi myös lisätä selkeät, kuvalliset ohjeet suojarusteiden käytöstä sekä tuotantotilojen hygieniavaatimuksista. Tämä auttaisi varmistamaan, että kaikki työntekijät ja vierailijat noudattavat asianmukaisia hygieniakäytäntöjä ennen tiloihin siirtymistä. Näillä pienillä, mutta kokonaisuutta hyödyttävillä parannuksilla voidaan varmistaa tuotannon hygieniakäytäntöjä ja vahvistaa vaatimusten täyttyminen. Lisäksi selkeät ohjeistukset ja näkyvät merkinnät osoittavat yrityksen sitoutumisen elintarviketurvallisuuteen, mikä on keskeistä sertifiointin ja jatkuvan parantamisen kannalta.

## 9 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida ja kehittää Saimaa Brewing Companyn tuotannon nykyisiä hygieniakäytäntöjä ja ohjeistuksia vastaamaan FSSC 22000 -standardin vaatimuksia. Tätä varten tuotannon henkilöstön hygieniaohje päivitettiin sekä kartoitettiin toimenpiteitä, joilla hygieniakäytäntöjä voidaan entisestään tehostaa. Lisäksi tavoitteena oli kehittää tölkityslinjan pintahygienian seuranta ATP-mittauksen avulla. Luminometrin käyttöönotto pintahygienian mittausmenetelmänä edellytti mittauspisteiden, raja-arvojen ja mittaustiheyden määrittämistä. Näiden parametrien asettaminen perustui pintahygienianäytteiden ottamiseen ja saatujen tulosten analysointiin. Mittaustiheyttä ja raja-arvoja määriteltäessä huomioitiin laitteenvalmistajan ohjeistus sekä panimoympäristön erityispiirteet.

Lopputuloksena saatiin luotua suunnitelma pintahygienian seurantaan ATP-mittauksen avulla. Tällä menetelmällä pintapuhtausnäytteitä voidaan ottaa reaaliajassa, ja toimeksiantajayritys pystyy osoittamaan pintahygienian järjestelmällisen valvonnan. Seurannan käyttöönotto mahdollistaa jatkuvan kehitystyön, jonka avulla puhdistusmenetelmiä voidaan edelleen parantaa. Kestävän kehityksen kannalta optimointi vähentää kuumaa vettä, kemikaalien ja energian kulutusta. Toiminnallisen osuuden suorittamiseen oli koulutuksen puolelta asetettu vain rajallinen aika, joten työ onnistui mielestäni siihen nähden hyvin ja tavoitteet saatiin täytettyä. Näytteenottoa sujuvoitti tehtaan vuoromalli, jossa tölkityslinjalla tehtiin vain aamu- ja iltavuoroa. Näin ollen näytteet saatiin kerättyä joko ennen tuotannon aloitusta, tai pesujen jälkeen iltavuoron päätyttyä.

Isona apuna olivat tölkityslinjan työntekijät, jotka pystyivät keräämään näytteitä valituista mittauspisteistä.

Työn edetessä pohdin ATP-menetelmän soveltuvuutta osaksi panimon pintahygienian valvontaa. Mielestäni menetelmän käytöllä on tarpeeksi perusteita, jotta se kannattaisi ottaa käyttöön. Tärkeimmät syyt ovat pintahygienian seurannan toteutuminen, hygieniatason kehittäminen tulosten perusteella ja ennalta ehkäisevä toimintamalli. Koska tulokset saadaan välittömästi, voidaan tarvittaessa suorittaa uusintapesu, jos tulokset eivät yllä vaadittuun tasoon. Lisäksi näytteenotto ei vaadi pitkää koulutusaikaa, eikä se vie ajallisia resursseja. Tämän mittakaavan tuotannossa ei myöskään vaadita uusia laiteinvestointeja, vaan yrityksen jo olemassa oleva luminometri riittää. Usein näytteenotto edellyttää laboratoriotiloja ja -henkilökuntaa, mutta ATP-mittaus on käytännöllisintä toteuttaa suoraan tuotannon henkilöstön toimesta, eikä analysointia tarvitse suorittaa laboratoriotiloissa. ATP-mittaus ei kuitenkaan sovellu ainoaksi pintahygienian mittaumenetelmäksi, koska menetelmä indikoi ainoastaan soluperäisen aineen määrää, eikä kykene erottelemaan mikrobilajeja toisistaan.

Hygieniaohjeen päivitys ja kehityskohteiden kartoitus puolestaan auttoivat tarkentamaan tuotannon henkilöstön hygieniaa koskevia vaatimuksia. Kun ohje on selkeä ja sisällössä on kaikki vaaditut osa-alueet, auttaa se yrityksen hygieniaavunnassa ja uusien työntekijöiden perehdytyksessä. Dokumentoidun hygieniaohjeen avulla yritys voi osoittaa hygieeniset toimintatavat ja vaatimustenmukaiset käytänteet auditoinnin yhteydessä. Seurannan avulla valvotaan toteutuvatko asetetut käytänteet, ja pitääkö toimintaa kehittää. Jokainen toiminnan kehitysaskel vie eteenpäin kohti hygieenisempiä toimintatapoja, ja sitä myötä turvallisempia ja laadukkaampia tuotteita. Toimeksiantajalta saadun palautteen perusteella työ oli yritykselle hyödyllinen ja tarpeellinen. Tätä opinnäytetyötä oli kiinnostavaa sekä mielekästä toteuttaa, ja työn aikana oma tietämykseni panimoalasta, pintapuhtauden mittaumenetelmistä ja FSSC 22000 -standardin vaatimuksista syventyi.

## Lähteet

- 3M. (2014). *3M Clean-Trace Hygienian valvontajärjestelmä*. Labema.
- 3M. (2019). *Setting Pass/Fail Limits for the 3M™ Clean Trace™ Hygiene Monitoring and Management System*. HACCP Plus. <https://urly.fi/3Nbq>
- Aalto, H., Aho, M., Aho, M., Asplund, K., Björkroth, J., von Bonsdorff, C.-H., Fredriksson-Ahomaa, M., Hatakka, M., Heikinheimo, A., Hellström, S., Hielm, S., Hirn, J., Husu-Kallio, J., Hänninen, M.-L., Hörman, A., Jokela, S., Kaario, N., Kaartinen, L., Kangas, S., ... Vihavainen, E. (2007). *Elintarvikehygieniä*. Korkeala, H. (Toim.). WSOY.
- DNV. (n.d.). *FSSC 22000 -Elintarviketurvallisuusjärjestelmän sertifiointi*. <https://www.dnv.fi/services/fssc-22000-elintarviketurvallisuusjarjestelman-sertifiointi-5161/>
- Enari, T.-M. & Mäkinen, V. (2014). *Panimotekniikka*. Oy Panimolaboratorio.
- ETL. (n.d.). *Elintarviketurvallisuus*. <https://www.etl.fi/tietoa-ruoka-alasta/elintarviketurvallisuus/>
- Farber, M. & Barth, R. (2019). *Mastering brewing science: Quality and production*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- FOSS Analytical. (n.d.). *Clean-Trace Luminometer*. [kuva]. <https://www.fossanalytics.com/en-au/landingpages/f-pac/3m>
- FSSC. (n.d.-a). *Sustainable Development Goals*. <https://www.fssc.com/impact/>
- FSSC. (n.d.-b). *Sustainable Development Goals* [kuva]. <https://www.fssc.com/impact/>
- FSSC 22000 Scheme. (2023). *Food Safety Management System Certification. Version 6.0*. Foundation FSSC.
- FSNS. (2024). *6 Key Changes in FSSC 22000 Version 6*. <https://fsns.com/6-key-changes-in-fssc-22000-version-6/>
- Hill, A. (2015). *Brewing microbiology: Managing microbes, ensuring quality and valorising waste*. Elsevier Science & Technology.
- ISO 22000:2018. (2018). *Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmät. Elintarvikeketjuun kuuluvia organisaatioita koskevat vaatimukset*. SFS Online.
- ISO/TS 22002-1:2009. (2009). *Elintarviketurvallisuuden tukiohjelmät. Osa 1: Elintarvikkeiden valmistus*. SFS Online.
- Juvonen, R., Virkajärvi, V., Priha, O. & Laitila, A. (2011). *Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages*. VTT Research Notes 2599. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2011/T2599.pdf>
- Kiwa. (n.d.). *Elintarviketurvallisuus ja hallintajärjestelmien sertifiointi (ISO 22000 ja FSSC 22000)*. <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/elintarviketurvallisuus-ja-hallintajarjestelmien-sertifiointi-iso-22000-ja-fssc-22000/>

- MBH Breweries Oy. (n.d.). *Saimaa Brewing Company panimo*. <https://mbhbreweries.fi/brandi/saimaa/>
- Neogen. (2023). *Environmental Monitoring Handbook for the Food and Beverage Industries*.  
<https://urly.fi/3Nbo>
- Rahkio, M., Suontamo, T., Virtalainen, T., Teirmaa, S., Syyrakki, S. & Välikylä, T. (2013).  
*Pintahygieniaopas*. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- Ruokavirasto. (n.d.-a). *HACCP-järjestelmä on osa elintarvikehuoneiston omavalvontaa*.  
<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavuys/omavalvonta/haccp/>
- Ruokavirasto. (n.d.-b). *HACCP periaate 2: Kriittisten hallintapisteiden määrittäminen*.  
<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavuys/omavalvonta/haccp/haccp-periaate-2/>
- Ruokavirasto. (n.d.-c). *Ruokamyrkytykset*. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/ohjeita-kuluttajille/ruokamyrkytykset/>
- Ruokavirasto. (2023). *Ohje rekisteröidyn elintarviketoiminnan elintarvikehygieniasta*.  
<https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/opaat/huoneisto-ohje/ohje-rekisteroidyn-elintarviketoiminnan-elintarvikehygieniasta>
- Ruokavirasto. (2024). *Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset - Ohje elintarvikealan toimijoille*.  
<https://urly.fi/3NsZ>
- Ward-Fore, S. (2023). *Adenosine Triphosphate (ATP) Bioluminescence Testing and Performance*.  
*Infection Control Today*. <https://www.infectioncontrolday.com/view/adenosine-triphosphate-atp-bioluminescence-testing-performance>

## Liite 1. Opinnäytetyön aineistonhallintasuunnitelma

# Opinnäytetyön aineistonhallintasuunnitelma

## 1 Opinnäytetyön aineiston kuvaus

Opinnäytetyön aineistona käytetään toimeksiantajan kirjallista materiaalia ja mittaustuloksia, sekä työn aikana saatujen pintapuhtausnäytteiden tuloksia. Aiemmin kerätyn aineiston käytössä mainitaan aineiston alkuperä, ja lähteet merkataan lähdeviittausohjeen mukaisesti.

## 2 Aineiston tallennus ja säilytys

Aineisto tallennetaan ja sitä käsitellään opinnäytetyön tekijän omalla salasanalla suojatulla tietokoneella. Aineistosta tallennetaan erilliseen kansioon varmuuskopiot. Opinnäytetyön tekijän lisäksi aineistoa käsittelee mahdollisesti myös opinnäytetyön ohjaaja. Mitään opinnäytetyön aineistoa ei säilytetä pilvipalvelussa. Toimeksiantajan aineistoa, kuten dokumentteja ja mittaustuloksia säilytetään toimeksiantajan omissa tietojärjestelmissä. Mikäli aineistoa luovutetaan opinnäytetyön tekijän käyttöön, tallennetaan kopio tekijän salanasuojatulle tietokoneelle.

## 3 Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely

Opinnäytetyössä ei käsitellä henkilötietoja. Salassa pidettävää tietoa ovat toimeksiantajan dokumentit, kuten ohjeet, pohjapiirroksot sekä mittaustulokset. Näitä dokumentteja ei saa julkaista sellaisenaan, mutta käsiteltävää sisältöä saa hyödyntää opinnäytetyössä.

## 4 Aineiston omistajuus

Opinnäytetyön aineiston ja tulokset omistavat tilaajayritys Saimaa Brewing Company.

## 5 Aineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen

Tutkimusaineistoa ei jatkokäytetä. Opinnäytetyön tekijä säilyttää aineiston tietoturvallisesti vuoden ajan opinnäytetyön hyväksymispäivästä, jotta opinnäytetyön tulokset voidaan tarvittaessa varmistaa. Tämän jälkeen aineisto hävitetään tietoturvallisesti.