

Taija Tiilikainen

Tuotantoympäristön puhtaustason kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Insinööriytyö
27.4.2011

Tekijä Otsikko	Taija Tiilikainen Tuotantoympäristön puhtaustason kehittäminen
Sivumäärä Aika	47 sivua + 3 liitettä 27.4.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	uudet biotekniset sovellukset
Ohjaajat	laatupäällikkö Turkka Salo koulutusvastaava Carola Fortelius
<p>Maidontuotantolaitoksissa esiintyy yleisesti monenlaisia mikrobeja, joista useat ovat kuitenkin täysin harmittomia. Jotkin mikrobit sen sijaan voivat olla joko maitoa pilaavia tai patogeenisiä. Maitoa pilaavat mikrobit voivat muuttaa joko maidon makua, tuoksua, rakennetta tai väriä. Patogeenit sen sijaan aiheuttavat erilaisia tauteja tai oireita etenkin riskiryhmiin kuuluville henkilöille.</p> <p>Hämeenlinnan Osuusmeijerissä on pidemmällä aikavälillä todettu satunnaisesti mikrobiologisia epäpuhtauksia jälkipakkausosastolla, lähinnä kuljettimissa sekä viemäreissä. Tästä syntyi tarve käynnistää puhtaustason kehittämisprojekti koskien erityisesti hygienia-alue 2:ta. Tavoitteena oli projektin loppuun mennessä saavuttaa nollatoleranssi havaittujen maidon laatuun tai tuoteturvallisuuteen haitallisesti vaikuttavien mikrobien suhteen. Ongelman poistamisen lisäksi pyrittiin saavuttamaan parempi yleinen puhtaustaso meijerin tiloissa.</p> <p>Mikrobien tuotantotiloista poistamisen ja yleisen puhtaustason parantamisen kannalta tärkeimmäksi uudistukseksi valittiin pesujen tehostaminen. Uusien pesukemikaalien sekä puhdistusmenetelmien avulla pyrittiin tehostamaan sekä päivittäisiä että harvemmin suoritettavia puhdistustoimenpiteitä. Myös hygieniasulkuja uusittiin projektin aikana, sillä niiden merkitys on suuri pyrittäessä estämään lian ja mikrobien kulkeutuminen likaisista tiloista korkeamman hygienian alueelle. Projektin aikana meijerille hankittiin uusia pesusatelletteja, joiden avulla myös tehostettujen pesumenetelmien mukanaan tuoma päivittäinen desinfiointi saataisiin suoritettua vaivattomasti. Uudistettuihin hygieniasulkuihin hankittiin myös uusia laitteita, joiden toivotaan helpottavan hygieniasulkujen käyttöä. Uusien laitteiden hankinnan lisäksi vanhoja laitteita, kuten automaattisia ratapesureita sekä poolivälinepesureita, lähdettiin modifioimaan paremman puhtaustason saavuttamiseksi.</p> <p>Projektin aikana suoritettiin tihennettyä puhtausseurantaa, jonka tulokset todistivat, että tehdyillä muutoksilla saatiin aikaan positiivisia tuloksia havaittujen mikrobien tuhoamisessa. Kohteissa, joissa mikrobeja oli havaittu kahden viimeisen vuoden aikana, todettujen tapausten osuus kaikista näytteistä saatiin projektin aikana vähenemään alle puoleen projektia edeltävästä tasosta. Alkuperäistä tavoitetta nollassa ei kuitenkaan saavutettu.</p>	
Avainsanat	tuotantohygienia, puhdistus, pesuaineet, desinfiointiaineet

Author Title	Taija Tiilikainen Improving the cleanliness of the production environment
Number of Pages Date	47 pages + 3 appendices 27 April 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	New Biotechnological Appliances
Instructors	Turkka Salo, Quality Manager Carola Fortelius, Training Officer
<p>Many kinds of microbes appear normally in milk production plants and most of them are harmless. However, some microbes can either cause spoilage or act as pathogens. Spoilage microorganisms can affect the taste, smell, texture or color of milk and milk products. Pathogens instead cause different kind of diseases and symptoms especially for persons in risk group.</p> <p>In Hämeenlinna Co-operative Dairy, cases of microbiological impurities have been detected occasionally. Harmful microbes have usually been found in the after-packing department, mostly in conveyors and sewers. These findings led to a need for a project to improve the hygiene level, primarily within hygiene area 2. The first goal was to achieve a zero level of detected microbes, which could affect the quality or safety of products. The secondary goal was to improve the cleanliness in the whole dairy.</p> <p>It was decided that the most important development measure for achieving better hygiene and removing harmful microbes from production areas was to adopt more efficient sanitation practices. Daily as well as more rarely made cleaning procedures were enhanced by using new cleaning chemicals and methods. Hygiene barriers between different areas were remodeled during the project because they have a crucial importance in preventing the transportation of soil and microbes to the areas of better hygiene. New cleaning satellites were also installed. They made it easier to perform disinfection, which was made a daily routine. New devices, which were hoped to be easier to use, were installed for remodeled hygiene barriers. Besides installing the new devices, the old ones, such as automatic conveyor washers and washers for milk boxes, trolleys and dollies, were modified to achieve a better hygiene level.</p> <p>Samples were taken more frequently during the project. The findings proved the positive results of the changes adopted in the precaution against harmful microbes. Places where harmful microbes were most commonly found during the last two years were documented. The frequency of detected cases among all samples during the project was less than half of the previous value. However, the original goal of zero level of microbes that might affect the quality or safety of products was not achieved.</p>	
Keywords	production hygiene, sanitation, detergents, disinfectants

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Mikrobit	2
2.1	Maidon pilaantumista edistävät mikrobit	2
2.2	Maidossa esiintyvät patogeenit	4
2.3	Mikrobit meijeriteollisuudessa	9
2.4	Biofilmit	10
3	Tuotantohygienia elintarviketeollisuudessa	12
3.1	Lainsäädäntö	12
3.2	Materiaalit ja laiteratkaisut	14
3.3	Puhdistus	15
3.3.1	Pesutulokseen vaikuttavat tekijät	15
3.3.2	Pesuaineet	17
3.3.3	Desinfiointiaineet	17
4	Ongelman analysointi	19
5	Tilannekartoitus projektin alussa	20
5.1	Ongelmakohteet	20
5.2	Laitteiden muutostarpeet	21
6	Laiteratkaisut	22
6.1	Hygieniasulut	22
6.1.1	Uudet laitteet	23
6.1.2	Kemikaalit ja puhdistus	25
6.2	Pesusatelliitit	26
7	Päivittäiset ja viikoittaiset pesut	29
7.1	Pesu- ja desinfiointiaineet	29
7.2	Pesumenetelmät eri osastoilla	30
8	Tehopesut	34
8.1	Käytettävät kemikaalit	35

8.2	Pesukohteet ja -menetelmät	36
9	Työturvallisuus ja henkilöstön koulutus	39
10	Puhtaustason määrittäminen	42
10.1	Näytteenotto	42
10.2	Tulokset	43
11	Lopputilannekartoitus	44
11.1	Puhtaustilanne	44
11.2	Saavutetut parannukset	45
11.3	Projektin jatkuminen	46
	Lähteet	48
	Liitteet	
	Liite 1. Puhtauskoetaulukot kaikista näytekohteista vuodelta 2010	
	Liite 2. Puhtauskoetaulukko todetuista kohteista	
	Liite 3. Todettujen kohteiden vertailutaulukot	

1 Johdanto

Insinööryö suoritettiin Hämeenlinnan Osuusmeijerissä yhteistyössä Ecolab Oy Ab:n kanssa. Ecolabin edustajana projektissa toimi meijeriteollisuuden ja kalvosuodatukseen erikoistunut kenttäpäällikkö Esa Hiitola. Hämeenlinnan Osuusmeijerin puolelta tiiviimmin projektissa olivat mukana laatu- ja ympäristöpäällikkö Turkka Salo sekä tehdaspalvelun esimiehet. Itse toimin pääsääntöisesti yhteyshenkilönä Ecolabin ja Hämeenlinnan Osuusmeijerin välillä, mutta olin myös suunnittelemassa muutoksia ja erityisesti huolehtimassa niiden edistymisestä meijerin puolella. Lisäksi tehtävänäni oli tehdä alustavia ohjeistuksia projektiin liittyvissä asioissa. Kaikki pesuohjeistukset tullaan myöhemmin yhtenäistämään Ecolabin käyttämän mallin mukaisiksi.

Puhtaustason kehittämisprojekti Hämeenlinnan Osuusmeijerissä syntyi tarpeesta päästä eroon pitkällä aikavälillä esiintyneistä mikrobiologisista epäpuhtauksista. Ongelmaa on esiintynyt pääasiassa jälkipakkausosaston alueella sekä yksittäisissä lattiakaivoissa muualla meijerin alueella. Havaitut mikrobiologiset epäpuhtaudet ovat siis esiintyneet alueilla, joilla ne eivät pääse suoraan vaikuttamaan tuotteisiin. Ongelman ratkaisemiseksi tarvittiin uusia ideoita ja toimintatapoja, koska aiemmin käytössä olleet toimenpiteet eivät olleet tehonneet. Myös yleistä puhtaustasoa pyrittiin parantamaan projektin edetessä.

Maidontuotantolaitoksissa mahdollisesti esiintyvät mikrobit voivat olla joko täysin haitattomia, maitoa pilaavia tai tautia aiheuttavia. Maitoa pilaavat mikrobit voivat aiheuttaa epätoivottuja muutoksia muun muassa maidon makuun, tuoksuun ja rakenteeseen. Patogeeniset eli tautia aiheuttavat mikrobit sen sijaan aiheuttavat elintarvikkeiden välityksellä etenkin riskiryhmiin kuuluville henkilöille erilaisia tauteja, joista jotkut ovat lieviä ja toiset taas hyvinkin vaarallisia. Vaikka useimmat haitallisesti vaikuttavista mikrobeista tuhoutuvat maidon pastöroinnissa, voivat kestävimmit kannat selviytyä lämpökäsittelyistä. Jotkut mikrobit voivat myös tuottaa hankalasti tuhottavia itiöitä, jotka ovat yleensä erittäin lämpökestäviä. [1, s. 14; 2; 3, s. 23; 4, s. 10; 5]

Poistamalla haitalliset mikrobit tuotantoympäristöstä pystytään huomattavasti pienentämään riskiä tuotteiden saastumisesta kyseisillä mikrobeilla. Tuotantoympäristön puh-

tauden lisäksi hygieenisillä toimintatavoilla on suuri merkitys tuotteiden puhtauden kannalta. Kun projektin käynnistäneet mikrobiologiset epäpuhtaudet saadaan poistettua, tulee kiinnittää erityistä huomiota uusien mikrobiologisten ongelmien ennaltaehkäisyyn.

2 Mikrobit

2.1 Maidon pilaantumista edistävät mikrobit

Maitoa pilaavat mikrobit voivat olla joko bakteereja, hiivoja tai homeita. Niitä esiintyy yleisesti muun muassa maaperässä, vedessä ja eläimissä. Maidon pilaajat voivat aiheuttaa joko maidon rakenteen muutoksia tai tuottaa maitoon ja maitovalmisteisiin epätoivottuja makuja ja hajuja. Myös värimuutokset ovat joissain tapauksissa mahdollisia. Yleensä maidon pilaantuminen tapahtuu mikrobien tuottamien entsyymien vaikutuksesta. Entsyymien avulla mikrobit pilkkovat maidon proteiineja, rasvoja ja laktoosia muotoon, jossa ne voivat käyttää niitä hiilen ja energian lähteinä. Mikrobien tuottamat entsyymit kestävät usein hyvin lämpökäsittelyjä. Mikäli mikrobit tuottavat entsyymejä maitoon ennen lämpökäsittelyä, maito voi jatkaa pilaantumista myös mikrobisolujen tuhoamisen jälkeen. [1, s. 13, 23; 2; 3, s. 26, 41; 4, s. 6; 6, s. 27; 7, s. 250-251, 255; 8, s. 141, 145-146]

Maidon pilaajabakteerit ovat usein psykrotrofeja eli ne pystyvät kasvavamaan ja lisääntymään myös alhaisissa lämpötiloissa, vaikka ne viihtyvätkin huomattavasti paremmin huoneenlämmössä. Lisäksi pilaajabakteerit ovat usein hapellisissa olosuhteissa viihtyviä tai niitä sietäviä sekä pintarakenteeltaan gram-negatiivisia. Tällaisia bakteereja esiintyy yleisesti maaperässä, vedessä, eläimissä ja kasvimateriaalissa. Psykrotrofiset bakteerit voivat aiheuttaa maidossa monenlaisia epätoivottuja tapahtumia. Bakteerit voivat tuottaa proteaasi- ja peptidaasientsyymejä, jotka hajottavat maidon sisältämää kaseiiniproteiinia. Tästä syntyy maitoon kitkerää makua aiheuttavia peptidejä. Lisäksi proteolyysi aiheuttaa maidon koaguloitumista eli saostumista. Lipaasientsyymien vaikutuksesta maitoon syntyy vapaita rasvahappoja eli maito härskiintyy. Esteraasientsyymi sen sijaan tuottaa maitoon etyyliestereitä, jotka havaitaan tuotteessa hedelmäisinä aromeina. Yleisimpiä psykrotrofisia maidon pilaajia ovat *Pseudomonas*-sukuun kuuluvat bakteerit. Osa suvun bakteereista tuottaa lämpökäsittelyn kestäviä solun ulkopuolisia entsyymejä,

mitkä voivat aiheuttaa maidossa joko proteolyysiä eli kaseiinin pilkkoutumista tai lipolyysiä eli rasvojen hajoamista vapaiksi rasvahapoiksi. Yleisimmin maidossa esiintyviä *Pseudomonas*-suvun bakteereja ovat *P. fluorescens*, *P. fragi*, *P. putida* ja *P. lundensis*. [1, s. 15; 2; 7, s. 250, 252; 8, s. 142, 144-147; 9, s. 207-208; 10, s. 14, 66; 11, s. 574]

Itiölliset bakteerit ovat erityisen ongelmallisia lämpökäsitellyissä tuotteissa, joissa vegetatiivisolut ovat tuhoutuneet ja itiöistä muodostuneet mikrobisolut pääsevät kasvamaan vapaasti ilman kilpailevia mikrobeja. Etenkin psykrotrofiset itiöitä muodostavat bakteerit ovat hankalia kylmässä säilytettävien tuotteiden kannalta, sillä lämpökäsittelyistä selvinneet itiöt voivat aktivoitua jopa jääkaappilämpötiloissa. Yleisiä itiöllisiä maidon pilaajia ovat *Bacillus*- ja *Clostridium*-sukujen bakteerit. Osan *Bacillus cereus*-kannoista on todettu psykrotrofiseksi, vaikka useimmat kannat ovatkin mesofiilejä eli huoneenlämmössä kasvavia. Bakteerin tuottamien entsyymien vaikutuksesta maidossa tapahtuu proteolyysiä eli maidon sisältämä kaseiini pilkkoutuu. Aluksi kaseiinin pilkkoutumisesta aiheutuu ainoastaan maidon koaguloitumista. Myöhemmässä vaiheessa, kun kaseiini on pilkkoutunut peptideiksi, syntyy maitoon kitkeriä sivumakuja ja -hajuja. *B. cereus*-sen tavoin myös osa *Clostridium botulinum*-kannoista on psykrotrofisia. Jotkin kannat voivat aiheuttaa maidon pilaantumista proteolyysissä syntyneiden epämiellyttävien lopputuotteiden avulla, jonka lisäksi ne voivat muodostaa kaasuja. [2; 7, s. 29-30, 216, 250, 256-257; 8, s. 142, 149-150; 9, s. 35, 39-40, 208-209; 10, s. 66-67]

Maitohappobakteerit ovat usein psykrotrofisia, minkä lisäksi ne ovat yleensä aerotolerantteja eli ne sietävät happea ympäristössään, vaikka eivät sitä kasvuun tarvitsekaan. Maitohappobakteerit voivat tuottaa glykolyyttisiä entsyymeitä, mitkä aiheuttavat maidon sisältämän laktoosin käymisen happamina aromeina havaittaviksi maito- ja etikkahapoiksi. Maitohappobakteerit voivat tuottaa myös oksidaasientsyymejä, joiden vaikutuksesta maitoon syntyy maltaisia aromeja. Entsyymituotantoon kuuluu myös polymeerasientsyymejä, mitkä aiheuttavat maidon viskoosin muutosta tehden rakenteen venyväksi. Yleisiä maidossa esiintyviä maitohappobakteereita ovat muun muassa *Lactococcus*- ja *Lactobacillus*-suvun bakteerit. [1, s. 23; 2; 3, s. 26, 54; 7, s. 250, 255; 8, s. 142, 148; 9, s. 208; 10, s. 13, 66]

Koliformit tuottavat maitoon happoja sekä kaasuja käyttäessään laktoosia energianlähteenä. Lisäksi koliformit voivat myös pilkkoa maidon proteiineja. Energia-aineenvaihdunnassa ja proteolyysissä muodostuvat yhdisteet vaikuttavat haitallisesti maidon laatuun aiheuttaen epämiellyttäviä sivumakuja ja -hajuja. Maidon pilaantumisen koliformisilla bakteereilla on melko harvinaista, sillä yleensä muut maitoa pilaavat mikrobit, etenkin maitohappobakteerit kasvavat niitä nopeammin ja estävät koliformien lisääntymisen tuotteissa haitalliselle tasolle. Koliformisten bakteerien havaitseminen tuotteessa on kuitenkin usein merkki patogeenien läsnäolosta. Tunnetuin koliforminen bakteeri on *Escherichia coli*, mutta maidon pilaajina toimivat useimmiten muut koliformit, kuten *Klebsiella*- ja *Enterobacter*-suvun bakteerit. [2; 3, s. 54; 7, s. 255; 8, s. 142, 148; 9, s. 208; 10, s. 66]

Hiivat ja homeet aiheuttavat pilaantumista yleensä happamissa maitotuotteissa, kuten piimässä, sillä ne sietävät bakteereja paremmin happamia olosuhteita. Hiivojen aiheuttaman pilaantumisen voi havaita yleensä hedelmäisestä tai hiivaisesta tuoksusta. Lisäksi hiivat voivat muodostaa tuotteisiin kaasuja. Maitotuotteissa esiintyvät hiivat pystyvät usein käyttämään laktoosia tai maitohappoja energianlähteenä. Osa hiivoista voi myös muodostaa proteolyttisiä ja lipolyttisiä entsyymejä, mitkä pilkkovat maidon ravinteita ja aiheuttavat siten maidon pilaantumisen. Homeet pilaavat yleensä juustoja eivätkä nestemäisiä maitotuotteita. Homeiden itiöt eivät selviä pastöroinnista, joten pastöroitua maitoa käytettäessä tulee estää juuston jälkikontaminoituminen. Homeet voivat aiheuttaa tuotteissa näkyvien kasvustojen lisäksi proteolyysiä. [1, s. 17, 23; 3, s. 35, 38; 4, s. 9-10; 6, s. 31; 7, s. 257-258; 8, s. 151; 9, s. 209; 10, s. 18, 20, 66]

2.2 Maidossa esiintyvät patogeenit

Patogeenien eli tautia aiheuttavien mikrobien aiheuttamat ruokamyrkytykset eivät yleensä ole hengenvaarallisia terveille aikuisille. Heillä tautien oireet ovat yleensä lieviä ja ne menevät ohi melko nopeasti tai niitä ei tule lainkaan. Sen sijaan riskiryhmiin kuuluvilla henkilöillä altistuminen patogeeneille voi aiheuttaa vakavampia ja pitkäkestoisempia oireita. Yleensä kuitenkin kuolonuhreilta vältytään, vaikkakin joissain tapauksissa mikrobeille altistuminen voi olla hengenvaarallista. Riskiryhmään kuuluvat usein lapset, raskaana olevat ja imettävät naiset, vanhukset sekä heikentyneen vastustuskyvyn

omaavat henkilöt. Riskiryhmät voivat kuitenkin olla jossain määrin erilaisia eri patogeeneilla. [3, s. 67; 5; 12, s. 28-29]

Salmonella-suvun bakteerit ovat joko aerobisia tai fakultatiivisesti anaerobisia eli sopeutuvaisia sekä hapellisiin että hapettomiin olosuhteisiin. Ne ovat gram-negatiivisia bakteereita, joiden optimikasvulämpötila on useimmiten noin 37 °C. Jotkin kannat voivat tosin olla myös psykrotrofisia. Bakteerin on todettu pystyvän sopeutumaan helposti useisiin erilaisiin kasvuolosuhteisiin. *Salmonella*-sukuun kuuluvia bakteereita esiintyy yleisesti suolistossa. Niitä voi esiintyä joko ihmisten tai eläinten ulosteen saastuttamien elintarvikkeiden lisäksi erilaisissa elintarvikkeiden raaka-aineissa, kuten pastöroimattomassa maidossa. Salmonellabakteerit ovat zoonoottisia eli ne voivat tarttua myös suoraan eläimestä ihmiseen. Salmonelloosi eli bakteerille altistumisesta johtuva tauti voi aiheuttaa monenlaisia oireita, kuten lavantautia, pikkulavantautia, suolisto-oireita sekä yleisinfektion. Varsinaisten oireiden lisäksi bakteerille altistumisesta voi seurata myös erilaisia jälkitauteja. Tartunta voi joissain tapauksissa olla myös täysin oireeton. Taudin itämisaika on muutamasta tunnista jopa kahteen kuukauteen. [1, s. 32; 3, s. 69; 4, s. 22-23; 5; 6, s. 35; 7, s. 88, 90-91, 94; 8, s. 187, 190, 201; 9, s. 79-82; 10, s. 14, 49-50, 56; 12, s. 31]

Kampylobakteereja esiintyy useiden eri eläinten suolistossa ja ne voivat levitä ulosteiden välityksellä. Kampylobakteerit ovat *Salmonellan* tavoin zoonoottisia, minkä lisäksi ne voivat tarttua myös suoraan ihmisestä toiseen, vaikkakin tällainen tartuntatapa on erittäin harvinainen. Kampylobakteerit ovat gram-negatiivisia, itiöttömiä ja yleensä mikroaerofiilisiä eli vain vähän happea tarvitsevia mesofiilejä. Mesofiilisydestä huolimatta kampylobakteereiden on todettu pystyvän säilymään pitkiä aikoja elossa alhaisissa lämpötiloissa. Altistuminen kampylobakteereille aiheuttaa yleensä suolistotulehduksen, minkä oireita ovat ripuli, pahoinvointi, korkeahko kuume, päänsärky ja kovat vatsakivut sekä vatsakrampit. Joissain tapauksissa tauti voi olla myös oireeton. Taudin itämisaika vaihtelee vuorokaudesta kymmeneen vuorokauteen. Yleinen maitotuotteita saastuttava kampylobakteeri on *Campylobacter jejuni*. [1, s. 29; 3, s. 73; 5; 6, s. 38; 7, s. 101-102, 105; 8, s. 237, 239-241; 9, s. 71, 74, 76; 12, s. 37]

EHEC-bakteeri eli enterohemorraaginen *Escherichia coli* on normaalisti harmittoman *E. colin* patogeeninen kanta. *E. coli* on gram-negatiivinen ja anaerobinen bakteeri. Eläimet, erityisesti nautakarja sekä muut märehittäjät ovat yleisiä oireettomia EHEC-bakteerin kantajia. Lisäksi bakteeria voi esiintyä erilaisissa ulosteiden saastuttamissa elintarvikkeissa. Karjassa esiintyvä *E. colin* O157:H7-serotyyppi toimii yleensä maitotuotteiden saastuttajana. Bakteeri tuottaa suolistossa toksineja, joille altistuminen aiheuttaa voimakasta vatsakipua, vatsakramppeja sekä veristä ripulia ja kuumetta. Etenkin pienille lapsille voi tulla myös erilaisia jälkitauteja, kuten esimerkiksi vakava munuaisten toiminnan häiriö. Taudin itämisaika on normaalisti yli 3 vuorokautta. [1, s. 31; 5; 6, s. 36; 7, s. 114-117, 121-122; 8, s. 249-250, 252, 255, 259; 9, s. 65-66, 68; 10, s. 50; 12, s. 34]

Yersinia enterocolitica on yleisesti maaperässä esiintyvä bakteeri. Sitä voi esiintyä myös eri eläimillä ja se on zoonoottinen eli voi tarttua ihmisiin suoraan eläimistä. Useimmiten se kuitenkin leviää saastuneiden elintarvikkeiden välityksellä. Bakteeri on gram-negatiivinen, fakultatiivisesti anaerobinen, psykrotrofinen mesofiili eli se kykenee lisääntymään myös alhaisissa lämpötiloissa. Yersinioosi aiheuttaa etenkin pienillä lapsilla ripulia, lievää kuumetta, vatsakipuja ja oksentamista sekä suolisto- ja nielutulehduksia. Aikuisilla oireina ovat vatsakipu ja arkuus alavatsan oikealla puolella sekä kuume. Jälkitautilina voi ilmetä monia eri elimiin liittyviä ongelmia sekä erilaisia autoimmuunisairauksia, kuten niveltulehduksia. Taudin itämisaika on yleensä 3-7 vuorokautta, mutta voi vaihdella yhdestä vuorokaudesta yhteentoista vuorokauteen. [1, s. 34; 3, s. 73; 5; 6, s. 34; 7, s. 130-133; 8, s. 296-298; 9, s. 89-90, 93-94; 10, s. 51; 12, s. 36]

Bacillus cereus on yleinen maaperässä esiintyvä, fakultatiivisesti anaerobinen, gram-positiivinen bakteeri. *B. cereusta* esiintyy yleisesti terveiden eläinten ja ihmisten suolistossa, minkä lisäksi se on pieninä määrinä yleinen bakteeri myös maidossa. *B. cereus* on itiöitä muodostava bakteeri eli sen tuottamat lämpökäsittelylle immuunit itiöt alkavat lisääntyä lämpötilan lähestyessä optimaalista kasvulämpötilaa. *B. cereus* on yleensä mesofiili, mutta jotkin *B. cereus* -kannat on havaittu psykrotrofisiksi. Bakteeri tuottaa toksineja joko elintarvikkeessa tai päästessään suolistoon. Altistuttaessa elintarvikkeessa muodostuneelle kereulidi-toksiinille, sen aiheuttaman ripulimuotoisen taudin oireet alkavat yleensä kuuden tunnin sisällä altistumisesta. Suolistossa muodostuvat enterotoksiinit aiheuttavat oksennusmuotoisen taudin, jonka oireet alkavat 6-16 tunnin

kuluttua. Altistumistavasta riippuen oireet voivat kestää kuudesta tunnista jopa useisiin vuorokausiin. [1, s. 29; 3, s. 64-66; 4, s. 17; 5; 6, s. 32; 7, s. 29; 8, s. 445-448; 9, s. 35-36; 10, s. 12, 59; 12, s. 32-33, 214]

Clostridium botulinum on itiöllinen luonnossa esiintyvä bakteeri. *Clostridium*-suvun bakteerit ovat gram-positiivisia ja anaerobeja. Yleisesti *C. botulinum* -kannat ovat mesofiilejä, mutta joidenkin kantojen on todettu pystyvän kasvamaan myös jääkaappilämpötiloissa. Elintarvikkeisiin joutuessa bakteerien itiöt aktivoituvat sopivissa olosuhteissa, joko elintarvikkeessa tai vasta suolistossa, ja alkavat tuottaa erittäin myrkyllisiä hermotoksiineja. Tauti aiheuttaa pahoinvointia, oksentelua ja etenevää lihashalvausta. Riskiryhmään kuuluvilla henkilöillä myrkytys voi johtaa hoitamattomana jopa kuolemaan. Elintarvikkeissa oleville toksiineille altistuminen aiheuttaa klassisen botulisman, minkä ensioireita ovat uupumus ja heikkouden tunne. Seuraavana tulevat puhe- ja nielemisvaikeudet sekä näköhäiriöt. Tauti voi hoitamattomana johtaa hengityksen lamaantumiseen. Itiöiden avulla suolistoon päässeän bakteerin tuottamalle toksiinille altistuminen eli pienillä lapsilla esiintyvä imeväisbotulismi aiheuttaa ummetusta, yleistä heikkoutta sekä itkun vaimenemista. Myös imemiskyky heikkenee ja velttoutta saattaa esiintyä. Hengityksen pysähtymisestä johtuva kuolema on myös mahdollinen. Myös muita botulisman muotoja on olemassa, mutta ne ovat edellä esitettyjä kahta muotoa huomattavasti harvinaisempia. Botulisman itämisaika vaihtelee osittain altistumistavasta riippuen kahdesta tunnista kahteen viikkoon, mutta yleensä oireet ilmenevät puolentoista vuorokauden sisällä altistumisesta. [1, s. 30; 3, s. 66; 4, s. 17; 5; 6, s. 33; 7, s. 29, 32, 190-192, 195; 8, s. 401, 403-404, 407; 9, s. 38-40, 42-43; 10, s. 13, 53-54; 12, s. 35]

Listeria monocytogenes on yleinen luonnossa esiintyvä bakteeri ja sitä voi esiintyä monissa elintarvikkeiden raaka-aineissa, mukaan lukien raakamaidossa. Bakteeri on gram-positiivinen, fakultatiivisesti anaerobinen sekä psykrotrofinen. *Listeria* pystyy lisääntymään jääkaappilämpötiloissa ja sietää muutenkin useita mikrobien kannalta hankalia olosuhteita, kuten alhaista pH:ta ja suuria suolapitoisuuksia. Altistuminen bakteerille aiheuttaa terveille aikuisille vain normaaleja ruokamyrkytysoireita, kuten vatskipuja, pahoinvointia, kuumetta, lihaskipuja ja päänsärkyä. Riskiryhmään kuuluvilla, etenkin heikenneen vastustuskyvyn omaavilla henkilöillä ja vanhuksilla tauti voi olla kuolemaan johtava aiheuttaen tavallisesti yleisinfektion tai aivokalvontulehduksen. Raskaana olevilla naisilla oireet ovat lieviä, yleensä flunssankaltaisia, mutta tauti voi aiheuttaa kes-

kenmenon tai ennenaikaisen synnytyksen. Taudin itämisaika voi vaihdella vuorokaudesta jopa useisiin kuukausiin. [1, s. 31; 5; 6, s. 33-34; 7, s. 160-162, 168-169; 8, s. 458, 461, 469; 9, s. 55, 57; 12, s. 34]

Staphylococcus aureus on ympäristössä sekä ihmisten iholla ja limakalvoilla esiintyvä fakultatiivisesti anaerobinen, gram-positiivinen, itiötön bakteeri. Myös eläimillä esiintyy *S. aureus* ja se aiheuttaa muun muassa maitotuotteiden laadun kannalta ongelmallista utaretulehdusta. *S. aureuksen* ei ole havaittu kasvavan alhaisissa lämpötiloissa. Se tuottaa elintarvikkeisiin enterotoksiineja, mitkä eivät tuhoudu tavanomaisissa lämpökäsittelyissä. Altistuminen toksineille aiheuttaa äkillistä pahoinvointia, oksentelua, vatsakramppeja, ripulia sekä päänsärkyä. Kuumetta ei kuitenkaan esiinny. *Staphylococcus*-sukuun kuuluvat mikrobit aiheuttavat myös yleisesti mahalaukun ja suoliston tulehduksia. Taudin itämisaika on lyhyt, noin puolesta tunnista kymmeneen tuntiin. [1, s. 33; 3, s. 62-64; 4, s. 15; 5; 6, s. 34; 7, s. 176, 180-183; 8, s. 493, 502, 504-505; 9, s. 62-64; 10, s. 15, 54-55; 12, s. 31]

Erilaiset homeet voivat tuottaa maitoon mykotoksiineja, jotka ovat terveydelle vaarallisia. Ne voivat olla muun muassa karsinogeenisia tai ne voivat vaikuttaa esimerkiksi maksan ja munuaisten toimintaan. Joidenkin homeiden on myös todettu tuottavan hermomyrkkyyä. Homeet ja niiden itiöt tuhoutuvat yleensä elintarvikkeille tehtävissä lämpökäsittelyissä, mutta niiden tuottamat toksiniitit kestävät usein korkeita lämpötiloja. *Aspergillus*-sukuun kuuluu myös homeita, joiden itiöt ovat resistenttejä lämpökäsittelyille. Yleisimpiä maidossa ja maitotuotteissa esiintyviä homeita ovat *Aspergillus*-, *Fusarium*- ja *Penicillium*-suvun homeet. [1, s. 23, 43; 2; 3, s. 84; 4, s. 9, 20; 8, s. 537-539, 553; 9, s. 209-210; 10, s. 17-18, 86-87]

Virukset tarvitsevat isäntäsolun, jotta ne voivat lisääntyä ja tuottaa myrkkyyä. Tästä syystä virukset eivät siis tuota myrkkyyä elintarvikkeisiin vaan alkavat tuottaa niitä vasta päästessään elintarvikkeiden välityksellä esimerkiksi ihmisen suolistoon. Useat virukset pystyvät säilymään ilman isäntäsolua elinkykyisinä pitkiäkin aikoja alhaisissa lämpötiloissa. Virukset ovat yleensä ulosteiden välityksellä leviäviä, kuten noro-, polio- ja hepatiittivirukset. Tällöin elintarvikkeiden saastuminen johtuu huonosta hygieniasta elintarvikkeita käsiteltäessä. Virukset voivat olla myös suoraan maitoon erittyviä. Tällaisia ovat muun muassa lehmänrokkovirus ja puutiaisiaivokuumevirus sekä suu- ja sorkka-

tautivirus. Elintarvikkeiden välityksellä leviävien virusten lisäksi virukset voivat olla myös zoonoottisia eli suoraan eläimistä ihmisiin tarttuvia. [1, s. 19; 3, s. 21; 5; 6, s. 38-39; 8, s. 584; 9, s. 114, 126, 210; 10, s. 21, 60; 12, s. 37-38]

2.3 Mikrobit meijeriteollisuudessa

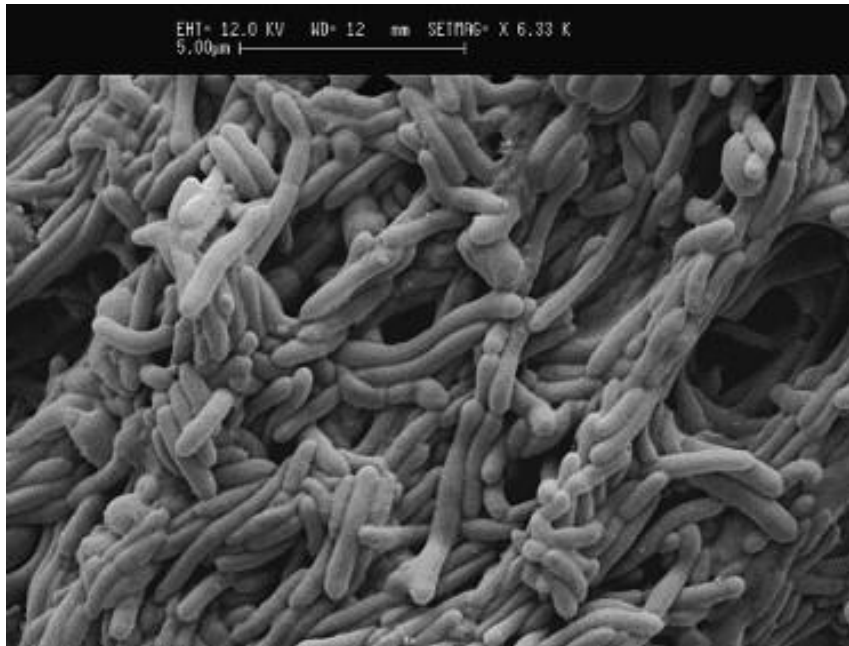
Erilaiset maidon pilaajat sekä patogeenit voivat kulkeutua tuotantotiloihin esimerkiksi työntekijöiden kengissä ja vaatteissa, erilaisissa kuljetusvälineissä sekä raakojen eläinperäisten tuotteiden mukana. Myös oireettomat kantajat voivat levittää mikrobeja tuotantoympäristöön, jonka lisäksi mikrobit, erityisesti homeet voivat levitä ilman välityksellä. Mikrobit viihtyvät tuotantoympäristössä yleensä kosteissa ja ravintopitoisissa paikoissa. Lattiakaivot ja kuljettimet ovat monien mikrobien, etenkin patogeenien kannalta hyviä pesiytymispaikkoja. Maito tarjoaa useille mikrobeille hyvän kasvualustan, sillä sen veden aktiivisuus on suuri, noin 0,98. Maidon pH on 6,6 eli lähes neutraali, mikä on myös ideaalista useiden mikrobien, etenkin bakteerien kasvun kannalta. Lisäksi useimmat ravinteet ovat maidossa helposti saatavilla. Maitohygienia-asetuksessa eli maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa (nro 31/EEO/2001) koskien maidon ja maitopohjaisten tuotteiden valmistukselle asetettavia hygieniavaatimuksia asetetaan eri maitotuotteissa esiintyville mikrobeille ja toksineille pitoisuudet, joissa niistä ei aiheudu terveyshaittaa. Pastöroidussa maidossa sekä maitotuotteissa ei saa esiintyä lainkaan *Listeria monocytogenes*tä tai *Salmonella*-bakteereja 25 g:ssa tuotetta. Muille mikrobeille sen sijaan on määritetty suurimmat sallitut pitoisuudet. [2; 4, s. 14, 39; 5; 7, s. 164-165; 8, s. 141, 144, 464; 9, s. 19; 10, s. 31, 44; 11, s. 574; 13, s. 38; 14, s. 325; 15, s. 35-37]

Useat maitoon vaikuttavat mikrobit tuhoutuvat riittävässä lämpökäsittelyssä, kuten maidon pastöroinnissa. Tästä syystä tuotteiden laadun ja tuoteturvallisuuden kannalta olisikin erittäin tärkeää estää tuotteiden jälkikontaminoituminen etenkin psykrotrofisilla mikrobeilla, koska valmis tuote tarjoaa niille hyvät kasvuolosuhteet. Kilpailevat mikrobit on tällöin tuhottu lämpökäsittelyillä, minkä lisäksi jotkut mikrobit kykenevät kasvamaan hyvin olosuhteissa, jotka on suunniteltu hidastamaan mikrobien kasvua tuotteissa. Tällaisia ovat esimerkiksi happamuus sekä matala säilytyslämpötila. Potentiaalisia jälkikontaminaatiokohteita ovat prosessilaitteet ja pinnat, joiden kanssa tuote on kosketuksis-

sa, sekä likaiset lattiat. Lisäksi kontaminaatio voi tapahtua myös ilman välityksellä, sillä mikrobit voivat siirtyä likaisilta alueilta puhtaille vesipisaroiden tai -sumun mukana. Myös työntekijät voivat levittää mikrobeja tuotteisiin esimerkiksi likaisten käsien välityksellä. [11, s. 574; 12, s. 8; 16, s. 251; 17, s. 24]

2.4 Biofilmit

Biofilmi on mikrobikerrostuma, jossa mikrobit ovat kiinnittyneet sekä toisiinsa että kasvualustaan. Biofilmin muodostuminen on monivaiheinen tapahtuma. Aluksi mikrobit kiinnittyvät pinnoille ainoastaan heikoilla sidoksilla ja voivat vielä irrota pinnoilta ilman ulkopuolisia voimia. Tässä vaiheessa mikrobisolut saadaan vielä irtoamaan pelkän huuhtelun avulla. Toisessa vaiheessa mikrobit kiinnittyvät pintaan kestävämmillä sidoksilla, alkavat muodostaa solun ulkoisia yhdisteitä ja kehittyvät biofilmiksi. Tässä vaiheessa pelkkä huuhtelu ei enää riitä irrottamaan soluja pinnoilta, vaan tarvitaan tehokkaampia toimenpiteitä. Orgaaninen lika pinnoilla helpottaa mikrobien adheesiota pintoihin. Usein biofilmit koostuvat useammasta kuin yhdestä mikrobilajista, sillä se helpottaa niiden selviytymistä erilaisista olosuhteista. Usean mikrobilajin muodostamat biofilmit ovat usein hyvin paksuja ja stabiileja. Biofilmissä on suuri määrä mikrobeja pienellä alueella (kuva 1), mikä helpottaa solujen välistä viestintää erillisten solujen välillä. Solujen välinen viestintä edesauttaa niiden selviytymistä muuttuvissa olosuhteissa. Pääasiallisesti solujen kiinnittyminen toisiinsa sekä pintoihin tapahtuu solun ulkopuolisten polymeeristen yhdisteiden avulla. Nämä yhdisteet ovat solujen erittämiä, yleensä erilaisia polysakkarideja, joiden koostumus on mikrobikohtainen. Biofilmin lujittamisen lisäksi polysakkaridit sitovat suuria määriä vettä. Biofilmi on mikrobien elonjäämisekeino ja sitä muodostuu etenkin ravinteiden ollessa vähissä. Biofilmi sekä mahdollistaa ravinteiden optimaalisen käytön että suojaa mikrobeja pesu- ja desinfiointiaineilta, lämpökäsittelyiltä sekä antibakteerisilta tekijöiltä. [9, s. 370; 11, s. 573, 576-577; 13, s. 13-16, 112, 116, 118; 14, s. 321-322; 17, s. 17-18; 18, s. 15; 19, s. 5-7, 9-10; 20, s. 12-14; 21, s. 9-10]



Kuva 1. Pyyhkäiselektronimikroskooppikuva *Bacillus cereuksen* muodostamasta biofilmistä ruostumattomalla teräspinnalla. Kuvasta nähdään biofilmille tyypillinen rakenne, jossa on suuri määrä mikrobeja kiinnittyneenä sekä toisiinsa että alustaan. [11, s. 574]

Mikrobien biofilmin muodostuskykyyn vaikuttaa useat tekijät. Normaaliin kasvuunkin vaikuttavien lämpötilan, pH:n ja ravinteiden lisäksi kiinnittymispinnalla on suuri merkitys biofilmin muodostumisessa. Biofilmejä voi jossain määrin muodostua kaiken tyyppisille pinnoille. Mikrobien kiinnittyminen tietynlaisiin pintoihin voi tapahtua hyvin nopeasti, jonka jälkeen ne alkavat tuottaa eksopolysakkarideja, jotka suojaavat bakteerisoluja ulkoisilta tekijöiltä. Myös muiden mikrobien läsnäololla on vaikutusta mikrobien kykyyn muodostaa biofilmiä. Mikrobeista riippuen vaikutus on joko biofilmin muodostumista lisäävää tai heikentävää. Biofilmeissä esiintyvät bakteerit ovat erittäin vastustuskykyisiä desinfiointiaineille sekä lämpökäsittelyille verrattuna yksittäisiin bakteereihin. Havaitessa maidon kannalta haitallisia mikrobeja olisikin tästä syystä erityisen tärkeää toimia siten, ettei biofilmiä pääsisi muodostumaan. Myös biofilmin ikä vaikuttaa osaltaan desinfiointiaineiden kykyyn tuhota mikrobeja, nuorten biofilmien ollessa herkimpiä desinfiointiaineen vaikutuksille. Lähes kaikki mikrobit voivat jossain määrin muodostaa biofilmiä. Maitoon vaikuttavista mikrobeista tunnettuja biofilmin muodostajia ovat muun muassa *Bacillus*-, *Pseudomonas*- ja *Listeria*-suvun bakteerit, maitohappobakteerit, koliformit sekä hiivat ja homeet. [9, s. 370; 11, s. 573-574; 13, s. 112; 14, s. 322-324; 17, s. 17; 19, s. 3, 5, 7-9; 20, s. 14]

Biofilmien tutkiminen on usein hankalaa, koska biofilmit eivät ole homogeenisia. Lisäksi paksujen, useita kerroksia käsittävien biofilmien tutkiminen voi olla hankalaa, koska alimmat kerrokset on vaikeasti havaittavissa. Epätasaiset pinnat hankaloittavat myös osaltaan biofilmien tutkimista. Useat biofilmien tutkimusmenetelmät ovat kvalitatiivisia, eli niiden avulla ei saada selvitettyä mikrobien määrää biofilmissä, vaan saadaan ainoastaan selville, sisältääkö näyte biofilmiä vai ei. Mikroskopointi on yksi käytetyimmistä biofilmien tutkimusmenetelmistä. Mikroskopointi voidaan suorittaa käyttämällä esimerkiksi valomikroskopiaa, pyyhkäisyelektronimikroskopiaa, atomivoimamikroskopiaa tai konfokaalista laserpyyhkäisy-mikroskopiaa. On myös olemassa useita epäsuoria biofilmien tutkimusmenetelmiä, joissa näyte usein värjätään ja näytteen optinen tiheys mitataan. Biofilmejä voidaan tutkia myös viljelemällä näytettä ja tekemällä laimennossarjoja, joiden avulla voidaan laskea mikrobimäärä alkuperäisessä näytteessä. Koko ajan kehitteillä on uusia tutkimusmenetelmiä, jotka olisivat nopeampia ja helpompia suorittaa kuin nykyiset testausmenetelmät. [18, s. 16-18; 19, s. 11-12]

3 Tuotantohygienia elintarviketeollisuudessa

3.1 Lainsäädäntö

Elintarvikkeiden käsittelyä, elintarvikehuoneistoja sekä omavalvontaa ohjataan monilla laeilla, säädöksillä ja asetuksilla. Elintarvikelaissa (13.1.2006/23) sekä terveydensuojelulaissa (19.8.1994/763) säädetään, että elintarvikehuoneiston suunnittelusta ja rakentamisesta aina kunnossapitoon ja huoltoon asti on toimittava niin, ettei siitä aiheudu terveyshaittaa eikä elintarvikkeiden turvallisuus vaarannu. Myös kaikki toiminta on tehtävä siten, ettei valmistettavien, säilytettävien ja käsiteltävien elintarvikkeiden terveydellinen laatu vaarannu. Elintarvikelaitoksessa tiloille asetetaan erilaisia hygieniavaatimuksia ja eri hygieniavaatimuksen omaavat tilat tulee mahdollisuuksien mukaan sijoittaa eri huoneisiin. Hygieniavaatimukset riippuvat tilassa käsiteltävistä raaka-aineista ja tuotteista sekä tilassa suoritettavista prosesseista. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa (nro 37/EEO/2001) eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasta sekä maitohygienia-asetuksessa (nro 31/EEO/2001) säädetään, että puhtaat ja likaiset tilat on eristettävä toisistaan sekä toiminnallisesti että rakenteellisesti. Näin ehkäistään ristikontaminaatiot pitämällä raaka-aineet sekä lopputuotteet erillään toisista. Etenkin

tilojen, joissa säilytetään tai käsitellään lämpökäsiteltyä, pakkaamatonta maitoa, on oltava erillään muista tiloista. Erottamalla hygieniasuluilla likaiset alueet puhtaista esteetään epäpuhtauksien siirtyminen puhtaammille alueille. [9, s. 357-358; 12, s. 15; 15, s. 18; 21, s. 4; 22, s. 15-16; 23; 24]

Elintarvikelaissa määrätään elintarvikealan toimija laatimaan kirjallinen suunnitelma omavalvonnasta sekä noudattamaan sitä ja pitämään kirjaa sen toteutumisesta. Omavalvontasuunnitelman tulee sisältää elintarvikkeisiin ja niiden käsittelyyn liittyvät terveysvaarat ja elintarviketurvallisuuden kannalta kriittiset kohdat sekä niihin liittyvä riskienhallinta. Omavalvontasuunnitelmasta on käytävä ilmi, mitä kohteita valvotaan, mitä valvontamenetelmiä ja -keinoja käytetään sekä kuinka usein kohteita valvotaan. Lisäksi on oltava näkyvissä sallittavat poikkeamat ja toimenpiderajat sekä toimenpiteet, joihin ryhdytään niiden ylittyessä. Omavalvontasuunnitelmaan liitetään myös suunnitelma näytteidenotosta ja tutkimuksista sekä tiedot näytteitä tutkivista laboratorioista. Suunnitelmasta tulee ilmetä, milloin näytteitä otetaan sekä mitä niistä tutkitaan. Yhtenä osana omavalvontasuunnitelmaa ovat myös puhdistusohjelma sekä puhtauden tarkkailuohjelma. Kaikista käytettävistä puhdistus- ja desinfiointiaineista on laadittava lista ja kaikkien aineiden käyttöturvallisuustiedotteet on oltava nähtävissä. Lisäksi kaikille aineille on oltava käyttöohjeet, mielellään lähellä niiden säilytys- tai käyttöpaikkaa. Puhdistusohjelmassa kuvataan puhdistettavat ja desinfioitavat kohteet sekä puhdistukseen käytettävät välineet ja aineet. Lisäksi puhdistusohjelmaan on oltava kirjattuna kohteiden puhdistusajankohdat. Puhtauden tarkkailuohjelmassa seurataan puhdistuksen ja desinfiointin tehoa sekä aistinvaraisesti että mikrobiologisten ja kemiallisten testien avulla ja tulokset kirjataan. [9, s. 366; 15, s. 13-14; 21, s. 3, 10-11; 22, s. 21; 23; 24; 25]

Maa- ja metsätalousministeriön eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasta määrävän asetuksen (nro 37/EEO/2001) mukaan pesu- ja desinfiointiaineille sekä pesuvälineille on varattava riittävät tilat. Tuotantotilat on pestävä huolellisesti ja desinfioitava viimeistään työpäivän tai -jakson päättyessä. Tarvittaessa pesu on suoritettava useammin, eikä pesemisestä tai pesu- ja desinfiointiaineista saa aiheutua haittaa elintarvikkeille, laitteille, rakenteille tai välineille. Terveysturvallisuusasetuksen (1280/1994) luvussa 6 käsitellään yleistä elintarvikehygieniaa. Siinä säädetään, että elintarvikehuoneistossa käytettävien materiaalien ja laitteiden on oltava helposti puhdistettavissa ja

tarvittaessa desinfioitavissa. Niistä ei myöskään saa irrota haitallisia aineita elintarvikkeisiin. EU:n konedirektiivissä (98/37/EU) annetaan säädöksiä koneiden suunnittelua ja rakentamista varten. Siinä säädetään muun muassa, että pintojen ja liitosten tulee olla sileitä eikä liitoskohdissa ei saa olla ulkonemia, teräviä reunoja tai halkeamia. Lisäksi ruuvien käyttöä tulee välttää ja nesteiden on poistuttava laitteista esteettömästi. [1, s. 129-130; 3, s. 10; 6, s. 10; 10, s. 92; 12, s. 16; 13, s. 27, 63; 15, s. 24; 22, s. 15-16, 20; 24; 25]

3.2 Materiaalit ja laiteratkaisut

Elintarviketeollisuudessa käytettävien pintamateriaalien tulisi olla mahdollisimman sileäpintaisia. Materiaalien sileys on tärkeää etenkin haluttaessa ehkäistä biofilmien syntymistä, sillä huokoiset materiaalit keräävät helposti biofilmien muodostumista edistävää likaa. Kaikenlaisten kolojen, halkeamien ja epätasaisuuksien esiintymistä pinnoilla tulisi välttää. Lisäksi materiaalien tulee hylkiä nesteitä sekä olla pesun- ja kulutuksenkestäviä. Elintarviketeollisuuden tarpeisiin sopivia materiaaleja ovat muun muassa ruostumaton teräs, kaakeli, lasi, lasitettu keramiikka ja kovamuovi. Yleisesti ottaen kumi on yksi hankalimmista materiaaleista biofilmin muodostuksen kannalta. Puh-taanapidon kannalta pintamateriaaleilla ja niiden kunnolla on myös suuri merkitys. Sileät, vettä hylkivät pintamateriaalit ovat helpommin puhdistettavissa kuin huokoiset materiaalit. [1, s. 130; 8, s. 144; 9, s. 356, 360; 11, s. 574-575, 577; 13, s. 18-19, 57; 14, s. 322; 16, s. 251; 17, s. 17-18, 24; 19, s. 80; 20, s. 13-14]

Käytettävien laitteiden tulisi rakenteellisesti olla mahdollisimman yksinkertaisia, jotta niiden puhdistaminen olisi helppoa. Kuolleita kulmia ja umpikujia laitteissa tulisi välttää tai, mikäli tämä ei ole mahdollista, niiden pesuun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Laitteisiin jäävä orgaaninen materiaali nimittäin edesauttaa mikrobien kasvua ja kiinnitymistä pintoihin. Mikäli laitteet ovat rakenteellisesti monimutkaisia, on laitteiden oltava helposti purettavissa osiin pesemisen helpottamiseksi. Myös laitteiden oikealla sijoittelulla on puhdistuksen kannalta suuri merkitys. Riittävä tila laitteiden ympärillä helpottaa sekä niiden käyttöä että puhdistamista. [1, s. 52; 9, s. 60-61, 359-360; 11, s. 574; 13, s. 45, 57, 66; 16, s. 250-251; 17, s. 18]

3.3 Puhdistus

3.3.1 Pesutulokseen vaikuttavat tekijät

Tärkeimmät puhdistustulokseen vaikuttavat tekijät ovat vaikutusaika, lämpötila sekä kemiallinen ja mekaaninen vaikutus, mutta myös veden laadulla eli kovuudella on merkitystä. Nämä kaikki tekijät vaikuttavat yhdessä pesutulokseen, joten yhden osa-alueen heikentyminen merkitsee sitä, että jotain muuta osa-aluetta on lisättävä. Vedellä on monilta osin erittäin suuri merkitys puhdistustoimenpiteissä. Yhtenä sen tärkeimmistä tehtävistä on kostuttaa pestäviin kohteisiin kertynyttä likaa, jolloin se saadaan irtoamaan helpommin. Veden avulla saadaan lisäksi siirrettyä irtolika pois pinnoilta ja vettä käytetään liuottimena pesukemikaaleissa. Vedenpainetta lisäämällä saadaan aikaan myös mekaaninen puhdistusvaikutus. Painepesun lisäksi harjapesulla saadaan yleensä aikaan hyvä pesutulos, sillä tällöin mekaaninen vaikutus lisääntyy. Puhdistettavan pinnan sekä pestävän lian laadulla on myös vaikutusta pesutulokseen ja pesutavan valintaan. Harjapesun on todettu irrottavan paremmin likaa vahingoittuneilta tai koloja sisältäviltä ruostumattomasta teräksestä valmistetuilta pinnoilta kuin pelkän suihkeen avulla suoritetun pesun. Etenkin biofilmien poistamisessa harjaus on todettu tehokkaaksi menetelmäksi. Myös rasvahappoja sisältävä lika irtoaa helpommin harjapesun avulla tai käytettäessä korkeampia lämpötiloja. Puhdistettavan pinnan materiaali määrää suurelta osin, kuinka kuumalla vedellä voidaan pestä sekä kuinka pitkiä vaikutusaikoja voidaan käyttää. Pintamateriaalin kestävyys määrää myös, kuinka tehokkaita pesuaineita sekä millaisia mekaanisia pesumenetelmiä voidaan käyttää. [1, s. 50-51, 53; 4, s. 34; 9, s. 366; 11, s. 578; 13, s. 108-109; 16, s. 233; 19, s. 8, 74, 79-80; 20, s. 16; 21, s. 5; 26, s. 2]

Puhdistuksen tehokkuutta arvioitaessa käytetään usein mittarina pesun jälkeen havaittavia mikrobimääriä. Olisi kuitenkin tärkeää huomioida myös pesukohteisiin jääneet solujäänteet sekä biofilmien jäänteet ja mahdollinen muu lika. Nämä likaiset kohdat nimittäin helpottavat mikrobien kiinnittymistä pinnoille, ja näihin kohtiin muodostuu täten entistä helpommin uusi biofilmi. Pehmeät ja huokoiset materiaalit, kuluneet pinnat sekä syöpyneet metallipinnat ovat hankalia puhdistuksen kannalta, sillä niihin jää helposti likaa ja mikrobeja puhdistuksen jälkeenkin. Biofilmien poistamisen kannalta kemiallisten pesuaineiden olisi pystyttävä hajottamaan biofilmeistä eksopolysakkaridien

muodostama suojaava kerros sekä poistamaan muu orgaaninen materiaali pestäviltä pinnoilta, samalla irrottaen solut toisistaan. Vain täten pinnoille kiinnittyneet mikrobisolot voivat altistua riittävän tehokkaasti pesun jälkeen käytettävien desinfiointiaineiden vaikutukselle. Pesuaineiden ja desinfiointiaineiden yhdistelmien käyttöä ei yleisesti suositella, vaan desinfiointi on syytä suorittaa erikseen heti tehokkaan pesun jälkeen, sillä pesuaineiden emäksisyys sekä orgaaninen lika pinnoilla heikentävät useiden desinfiointiaineiden tehoa. Päivittäin suoritettava riittävän tehokas pesu sekä kesken päivän suoritettava orgaanisen materiaalin huuhtelu pinnoilta ovat erittäin tärkeitä haluttaessa ehkäistä sekä mikrobien kiinnittymistä että biofilmin muodostumista. Useat mikrobit kiinnittyvät pintoihin nopeasti ja alkavat muodostaa yhdisteitä, jotka suojaavat mikrobeja puhdistukseen käytettäviltä aineilta ja menetelmiltä, mikä vaikeuttaa niiden poistamista pinnoilta. [1, s. 58; 3, s. 15-16; 11, s. 567-578; 13, s. 86-88; 14, s. 324; 16, s. 243; 19, s. 7, 73-75, 80]

Pesutapahtuma koostuu useasta eri vaiheesta, joilla kullakin on tietty merkitys hyvän pesutuloksen saavuttamisessa. Ensimmäisessä vaiheessa irrotetaan vesihuuhtelun avulla mahdollisimman paljon irtolikaa, pääasiassa orgaanista likaa, pestäviltä pinnoilta, jotta pesussa käytettävät kemikaalit pääsevät vaikuttamaan kiinnittyneeseen likaan. Irtolian mukana saadaan irtoamaan myös jonkin verran mikrobeja. Tätä vaihetta helpottaa päivän aikana tapahtuva huuhtelu, jolla estetään lian kuivuminen pinnoille. Toisena vaiheena on pintojen peseminen pesuaineella. Pesuaineissa olevat tehoaineet edesauttavat pintoihin kiinnittyneen lian irtoamista. Tarvittaessa tässä vaiheessa voidaan käyttää harjapesua, jonka avulla saadaan lika irtoamaan paremmin. Kolmantena, ja ehkä tärkeimpänä vaiheena on huuhtelu. Huolellisella huuhtelulla olisi saatava poistettua kaikki lika sekä pesuaine pinnoilta ennen neljäntenä vaiheena suoritettavaa desinfiointia. Desinfioinnin kannalta on tärkeää, että kaikki lika on saatu poistettua pesuaineen ja huuhteluiden avulla, sillä pinnoille jäänyt lika sekä pesuainejäämät heikentävät desinfiointiaineiden tehoa. Pesun viimeisenä vaiheena on huuhtelu. Sen avulla saadaan vielä irrotettua pinnoilta tuhottuja mikrobeja sekä poistettua desinfiointiainetta. Lopuksi pestävät kohteet olisi hyvä kuivata, sillä niihin jäävä vesi mahdollistaa pinnoille jääneiden mikrobien lisääntymisen. [1, s. 51, 53-54; 9, s. 367; 11, s. 574, 578; 12, s. 13; 16, s. 245; 21, s. 8]

3.3.2 Pesuaineet

Pesuaineita käytetään yleensä yhdessä lämpimän veden kanssa. Pesuainetta voidaan pesukohteen ja -menetelmän vaatimien tarpeiden mukaan käyttää joko liuksena, vaahtona tai geelinä. Käytettävä pesuaine valitaan ensisijaisesti puhdistettavan pinnan sekä irrotettavan lian perusteella. Myös pesuainepitoisuudet ja pesulämpötila tulee valita pesukohteen mukaan, sillä liian pieni pesuainepitoisuus ei irrota likaa toivotulla tavalla. Pesuaineen teho kasvaa yleensä konsentraatiota lisättäessä. Annettuja ohjeita ei kannata kuitenkaan ylittää, sillä kaikilla pesuaineilla on tietty kylläisyysraja, jossa pesuaineen teho on maksimissaan. Pesuaineissa lian hajottajina ja irrottajina toimivat pinta-aktiiviset aineet, joko synteettiset tensidit tai luonnontensidit. Pinta-aktiivisten aineiden tarkoituksena on vähentää veden pintajännitystä, jolloin veden kostutuskyky paranee ja se pääsee ympäröimään lian. Pesuaineiden avulla lika irtoaa pinnasta helpommin eikä tartu siihen uudestaan. [1, s. 53, 57; 4, s. 34; 13, s. 109; 19, s. 79; 21, s. 5-6; 26, s. 4]

Elintarviketeollisuudessa käytettävät pesuaineet ovat yleensä neutraaleja tai emäksisiä. Emäksisyys parantaa yleensä pesuaineiden sisältämien tensidien toimintaa. Emäksiset, etenkin vahvasti emäksiset pesuaineet irrottavat hyvin rasva- sekä proteiinipitoista likaa. Natriumhydroksidin käyttö pesuaineissa lisää niiden tehoa biofilmejä sisältävien kohteiden pesussa, sillä se hajottaa tehokkaasti mikrobien muodostamia eksopolysakkarideja. Natriumhydroksidilla on sekä likaa irrottava että desinfioiva vaikutus. Emäksisiä suoloja käytetään usein pesuaineissa, koska ne ovat vähemmän syövyttäviä kuin vahvat emäkset. Happamia pesuaineita käytetään erityisesti poistamaan erilaisia saostumia ja kivetymisiä. Lisäksi niillä on orgaanista likaa hajottavia sekä itiöllisiä bakteereja tuhoavia ominaisuuksia. Myös happamat pesuaineet voivat olla syövyttäviä. [1, s. 57-58; 11, s. 577-578; 13, s. 109, 113; 19, s. 67; 21, s. 6; 26, s. 3]

3.3.3 Desinfiointiaineet

Desinfioinnilla tarkoitetaan elintarvikkeita pilaavien ja tautia aiheuttavien mikrobien vähentämistä riittävän alhaiselle tasolle, jotta niistä ei aiheudu haittaa. Desinfioinnin jälkeenkin mikrobien itiöt sekä kestävimmat bakteerit saattavat säilyä pinnoilla. Desinfiointitulokseen vaikuttaa desinfiointiaineen konsentraation, vaikutusajan ja lämpötilan

lisäksi myös liuoksen pH, veden kovuus, orgaanisen materiaalin läsnäolo, puhdistettava pinta sekä tuhottavien mikrobien määrä ja laatu. Gram-positiivisten ja gram-negatiivisten bakteerien pintarakenteiden erilaisuus aiheuttaa sen, että niiden herkkydessä desinfiointiaineisiin on eroa. Gram-positiivisten bakteerien on todettu yleensä olevan herkempiä desinfiointiaineille. Lisäksi yksittäiset mikrobisolut reagoivat paremmin desinfiointiaineisiin kuin biofilmeissä esiintyvät solut. Biofilmien esiintyessä onkin syytä nostaa desinfiointiaineen pitoisuutta sekä tehostaa desinfiointia edeltävää pesua. Desinfiointiaineiden konsentraatiota tarvitsee nostaa normaaliin verrattuna myös silloin, kun pestävällä pinnalla on koloja. Myös suuri mikrobimäärä tai alhainen pesulämpötila vaatii suuremman konsentraation ja vaikutusajan kuin korkeammat lämpötilat. Desinfiointiaineen teho kasvaa pitoisuutta lisäämällä, mutta vain tiettyyn rajaan asti. Valmistajan antamia ohjeita ei siis kannata ylittää, sillä tietyn pitoisuuden yläpuolella vain haittavaikutukset lisääntyvät. Jotkin desinfiointiaineet ovat ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne voidaan suositelluissa pitoisuuksissa jättää desinfioitaville pinnoille ilman vaaraa pintojen vahingoittumisesta. Tällöin on kuitenkin varmistettava, ettei tuotteisiin päädy kemikaalijäämiä ja tarvittaessa desinfiointiaineet on huuhdeltava pois tuotteiden kanssa kosketuksiin joutuvilta pinnoilta. [1, s. 59; 3, s. 16; 6, s. 61; 7, s. 350; 11, s. 578; 13, s. 95-96, 133-134; 16, s. 238-239, 245; 19, s. 65, 81; 21, s. 7]

Yleisiä elintarviketeollisuudessa käytettäviä desinfiointiaineita ovat klooripitoiset aineet sekä peretikkahappoa tai kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä sisältävät desinfiointiaineet. Klooriyhdisteet ovat selvästi käytetyin desinfiointiaine elintarviketeollisuudessa. Hypokloriitti ja sen suolat ovat suosittuja, sillä ne ovat tehokkaita ja laajavaikutteisia. Ne voivat kuitenkin happamassa ympäristössä sekä korkeissa lämpötiloissa olla myrkyllisiä. Lisäksi klooriyhdisteillä on syövyttäviä ja valkaisevia ominaisuuksia ja niiden tehoa vähentää orgaaninen materiaali desinfioitavilla pinnoilla. Vetyperoksidi ja peretikkahappo ovat myös yleisesti käytettyjä desinfiointiaineita. Niiden teho perustuu vapautuvaan aktiiviseen happeen. Nämä yhdisteet tuhoavat tehokkaasti mikrobeja, mutta niiden huonona puolena on syövyttävyys. Vetyperoksidia ja peretikkahappoa sisältävät desinfiointiaineet ovat usein myös pahan hajuisia, joten niitä käytetään yleensä suljetuissa systeemeissä. Vetyperoksidi on erittäin tehokas lian irrotuksessa sekä biofilmin hajoituksessa. Myös peretikkahappo tehoaa hyvin biofilmeihin, ja lisäksi se toimii hyvin orgaanisen lian läsnä ollessa. Kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä eli kvatteja sisältäviä desinfiointiaineita käytetään yleensä pintojen desinfiointiin. Kvatit eli ryhmä suurimole-

kyllisiä typpipitoisia yhdisteitä ovat hyviä myös hajunpoistossa. Ne tehoavat erityisesti homeisiin ja gram-positiivisiin bakteereihin. Sen sijaan ne ovat melko heikkotehoisia gram-negatiivisia bakteereja vastaan, mutta niiden etuina ovat vähäinen myrkyllisyys ja syövyttävyyys. Orgaaninen lika ja pesuainejäämät heikentävät kvaternääristen ammoniumyhdisteiden tehoa. [1, s. 60-62; 4, s. 34; 7, s. 350-351; 9, s. 367; 10, s. 97-98; 13, s. 96, 132, 140-143; 17, s. 53; 19, s. 94; 21, s. 7]

Mikrobit voivat tulla resistenteiksi desinfiointiaineille, mikäli niitä käytetään liian pieninä pitoisuuksina. Jos mikrobisolut eivät kuole desinfiointiaineen vaikutuksesta, ne sopeutuvat kestävämpään entistä suurempia pitoisuuksia ja niiden tuhoaminen vaikeutuu. Syynä liian pieneen desinfiointiainepitoisuuteen tuhottavien mikrobien ympäristössä voi olla annosteluvirheen lisäksi esimerkiksi liiallinen pintojen kosteus sekä lika puhdistettavilla pinnoilla. Mikrobien desinfiointiaineresistenssin muodostumiseen vaikuttaa osaltaan pestävien pintojen materiaali. Resistenssi muodostuu helpommin huokoisilla pinnoilla esiintyvissä biofilmeissä, sillä desinfiointiaineet eivät aina yllä kolojen pohjalle asti riittävässä pitoisuuksissa. Myös koloihin jäävä lika vähentää desinfiointiaineen tehoa. Tuotantotiloihin vakiintuneiden mikrobikantojen sekä biofilmien poistamisessa olisi tärkeää käyttää lämpökäsittelyä sekä erilaisia emäksisten ja happamien pesuaineiden variaatioita. Lisäksi resistenttien mikrobikantojen muodostumisen estämiseksi ja niiden tuhoamiseksi olisi hyvä vaihdella desinfiointiaineiden koostumusta säännöllisesti. Etenkin gram-negatiivisten mikrobien on todettu sopeutuvan helposti kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä sisältäviin desinfiointiaineisiin. [3, s. 16; 8, s. 25; 9, s. 356, 367; 13, s. 93; 17, s. 27, 57; 18, s. 13; 19, s. 8]

4 Ongelman analysointi

Mikrobiologisia epäpuhtauksia on esiintynyt Hämeenlinnan Osuusmeijerillä pääsääntöisesti hygienia-alue 2:n sisällä, joten ongelmaa lähdettiin ratkaisemaan sen mukaisesti. Projekti rajattiin koskemaan ensisijaisesti kyseiseen hygienia-alueeseen liittyviä muutoksia. Osalla muutoksista oli kuitenkin vaikutusta välillisesti myös muihin hygienia-alueisiin. Lisäksi muilla alueilla tehtiin muutoksia, joiden toivottiin vaikuttavan yleiseen puhtaustasoon sekä estävän mikrobien siirtymisen eri hygienia-alueiden välillä. Ensisijaisena tavoitteena oli, että ongelma saataisiin poistettua alueilta, jolla sitä on esiinty-

nyt. Tavoitteena oli saavuttaa nollatoleranssi maitoon vaikuttavien mikrobien suhteen meijerin tuotantotiloissa. Tähän tavoitteeseen pyrittiin pääsemään lähinnä suoritettavia pesuja tehostamalla. Lisäksi erilaisilla ratkaisuilla pyrittiin estämään mahdollisten epäpuhtauksien siirtyminen hygienia-alue 2:lle likaisemmista tiloista.

Ratkaisuehdotukset mikrobiologisen ongelman poistamiseksi tulivat ensisijaisesti Ecolabin puolelta. Tämän jälkeen muutokset räätälöitiin yhdessä Hämeenlinnan Osuusmeijerin toimintoihin sopiviksi. Uudet pesukemikaalit sekä laitteet tulivat luonnollisesti Ecolabilta, mutta jo käytössä olevia laitteita lähdettiin projektin edetessä modifioimaan uusien tarpeiden mukaisiksi. Myös joitakin entisen kemikaalitoimittajan pesukemikaaleja on vielä toistaiseksi käytössä uusien kemikaalien rinnalla.

5 Tilannekartoitus projektin alussa

5.1 Ongelmakohteet

Suurin havaittu ongelma projektin alkaessa olivat riittämättömät pesut. Varsinkin päivittäisissä pesuissa oli paljon kehitettävää. Aiemmin jälkipakkausosastolla suoritettiin päivittäin ainoastaan vaahdotus ja huuhtelu, mikä ei ole tarpeeksi tehokasta poistamaan riittävästi likaa ja mikrobeja. Koska päivittäiset pesut eivät olleet riittävän tehokkaita, likaa kertyi laitteisiin ja tehostettuja pesuja jouduttiin suorittamaan melko tiheällä aikataululla. Tehopesut olivat myös aikaa vieviä, koska likaa oli kertynyt paljon eivätkä pesuaineet itsessään olleet riittävän tehokkaita irrottamaan likaa. Tällöin lähes kaikki pesukohteet oli hangattava käsin puhtaaksi.

Projektin alussa todettiin myös tarve uudistaa joitakin vanhoja laitteita. Pesujen kannalta oli tarpeen hankkia uusia satelliittipesureita, jotta suunnitellut muutokset pesuihin voitiin tehdä mahdollisimman helposti. Vanhoille pesusatelliiteille löydettiin uudet paikat kesällä saapuneen uuden pakkaus koneen ja sille tulevien uusien kuljettimien luota. Vanhojen pesurien uudelleensijoittamisen avulla uudet pesurit pystyttiin asettamaan projektissa käsiteltävän ongelman kannalta tärkeimpien pesukohteiden läheisyyteen. Hygieniasulkuihin tarvittiin myös uudistusta, sillä vanhat laitteet olivat vaikeakäyttöisiä, hitaita ja helposti ohitettavissa. Tarvittiin siis laitteet, jotka ovat vaivattomia käyttää.

Lisäksi niiden oli oltava lähes mahdottomia ohittaa, koska hygieniasulut ovat tärkeässä osassa estettäessä mikrobien siirtyminen puhtaammille alueille.

Projektin alussa tehtiin lista kohteista, joita tarvitsee korjata tai muokata. Osa kohteista oli suoraan yhteydessä projektiin, mutta mukana oli myös yleisiä korjauskohteita ja välillisesti projektin tulokseen vaikuttavia muutosehdotuksia. Pesutulokseen vaikuttavia korjauksia olivat muun muassa ylimääräisten likaa keräävien kotelointien poistot sekä lattioissa olevien kolojen ja laattojen saumausten korjaaminen. Yleisiä hygieniaan liittyviä muutoksia, jotka eivät varsinaisesti olleet osa projektia, olivat muun muassa roskasihtien laittaminen viemäreihin sekä poolivälineiden eli laatikoiden, rullakoiden sekä alusvaunujen pesemisen tehostaminen. Osaltaan projektiin liittyviä korjauskohteita olivat myös rataketjujen alla olevien suojausten ja valuma-altaiden korjaukset sekä valuma-altaiden viemäröinnit. Näillä korjauksilla on hygieenisten näkökohtien lisäksi merkitystä myös työviihtyvyyteen, koska radoista tippuva vesi ja voiteluaineet eivät korjauksien jälkeen valu niskaan.

5.2 Laitteiden muutostarpeet

Ratojen suojausten ja valuma-altaiden korjauksilla oli tärkeä merkitys myös automaattisten ratapesurien käytön kannalta. Hämeenlinnan Osuusmeijerille on aikoinaan asennettu automaattiset ratapesurit jälkipakkausosaston rataketjujen puhdistamista varten. Niitä ei kuitenkaan ole voitu käyttää säännöllisesti, sillä ne ovat roiskineet likaa ympäriinsä sekä valuttaneet likaiset pesuvedet vääriin paikkoihin. Pesu olisi hyvä suorittaa päivittäin tai vähintään viikoittain, mutta ongelmista johtuen käyttö on rajoittunut lähinnä tehopesupäiviin. Todella harvoin on ollut päiviä, jolloin on ollut ratapesujen jälkeen riittävästi aikaa suorittaa pakkauskoneille sellaiset pesut, joilla varmistetaan lian poistuminen puhtailta alueilta. Ratapesun jälkeen kaikki pakkauskoneet on varotoimena määrätty laitettavaksi sekä sisäpesuun että kiertopesuun. Ratapesurit ovat siis olleet lähes käyttämättöminä pitkän aikaa. Ratojen suojausten ja valuma-altaiden korjauksella sekä viemäröinnillä saatiin osittainen ratkaisu tähän ongelmaan. Lisäksi pesusuuttimien oikealla koolla ja suuntauksella sekä roiskesuojausten parannuksilla saataisiin roiskeet riittävän vähäisiksi, jotta pesut voitaisiin suorittaa aiempaa useammin vaaran- tamatta kuitenkaan tuotteiden laatua tai tuoteturvallisuutta. Myös uuden pakkausko-

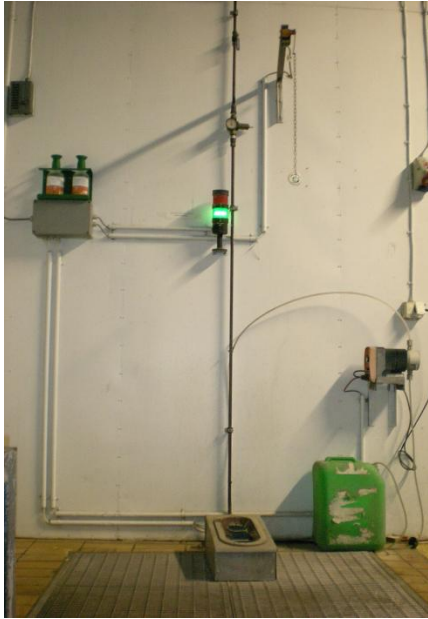
neen kuljettimille ja palautuvan materiaalin osastolla sijaitseville kuljettimille on ehdotettu lisättäväksi automaattiset ratapesurit.

Käytössä olevien laatikko-, rullakko- ja alusvaunupesurien modifiointi otettiin myös projektin aikana työn alle. Pesuja tehostamalla voitaisiin estää lian siirtyminen eteenpäin poolivälineiden välityksellä. Samalla myös pesurin sisällä kulkevat rataketjut puhdistuisivat ilman varsinaisia pesutoimenpiteitä. Ennen projektin alkua ainoastaan laatikkopesurissa käytettiin pesuainetta ja siinäkin hyvin pienenä pitoisuutena. Laatikkopesuriin on suunnitteilla erillinen esihuuhteluosasto, pesuosasto sekä huuhteluosasto, joiden avulla pesu tehostuisi ja pesuaineen pitoisuutta voitaisiin tarvittaessa lisätä. Rullakkoja ja alusvaunuja ei tällä hetkellä pestä pesuaineilla, vaan ne ainoastaan huuhdellaan. Näihin pesureihin on myös suunniteltu muutoksia siten, että niihin saataisiin erilliset pesu- ja huuhteluosastot.

6 Laiteratkaisut

6.1 Hygieniasulut

Hygieniasulkujen tarkoituksena on estää epäpuhtauksien siirtyminen likaisilta alueilta korkeamman hygienian alueelle. Hygieniasulkujen avulla pyritään estämään epäpuhtauksien kulkeutuminen puhtaisiin tiloihin etenkin kenkien välityksellä. Alun perin Hämeenlinnan Osuusmeijerillä oli viisi sulkutilaa, jotka kaikki oli asetettu hygienia-alueiden 2 ja 3 välille. Projektin aikana näistä vanhoista suluista uusittiin kolme, ja sen lisäksi hygienia-alue 2:n sisälle lisättiin kaksi uutta sulkua. Näiden kahden uuden sulun avulla erotettiin tilat, joissa käsitellään raaka-aineita, tiloista, joissa käsitellään pastöroituja tuotteita. Uusien sulkulaitteiden suurimpana etuna on se, ettei niiden käyttö riipu yhtä paljoa työntekijöiden viitseliäisyydestä kuin entisten laitteiden.



Kuva 2. Vanhan hygieniasulun kenkiendesinointilaitte, jossa kengänpohjien puhdistaminen tapahtuu desinfioivan suihkeen avulla.

Aiemmin kaikissa hygieniasuluissa oli käytössä laitteet, joiden toiminta perustui kengänpohjien puhdistamiseen desinfiointiainesuihkulla. Kuvassa 2 on esitetty vanha kengänpohjien desinfiointiin tarkoitettu laite. Kenkä asetettiin pesurissa sille tarkoitettuun paikkaan, ja narusta nykäisemällä käynnistyi desinfiointiaineen suihkutusta. Yhtenä ongelmana laitteissa oli niiden turvallisuus, sillä pienijalkaisilla kenkä ei välttämättä peittänyt koko kengälle tarkoitettua aluetta. Tästä oli seurauksena desinfiointiaineen roiskuminen muun muassa käsille ja kasvoille. Desinfiointiaineen suihkutusta ei myöskään loppunut, vaikka kenkä otettiin pois laitteesta. Lisäksi laitteen käyttö koettiin usein hitaaksi sekä vaivalloiseksi. Laite oli myös helppo ohittaa, joten sen käyttö oli satunnaista. Uudet laitteet sen sijaan suihkuttavat automaattisesti vaahdon lattialle eikä työntekijältä vaadita kengänpohjien desinfiointia kuin astuminen vaahtoon.

6.1.1 Uudet laitteet

Uudet sulkutilojen laitteet ovat Ecolabin Doorway Sanitation System -laitteita (kuva 3), jotka on suunniteltu varta vasten käytettäväksi kulkuväylien pesuun ja desinfiointiin. Laitteesta voidaan tarpeen mukaan valita joko manuaalinen tai automaattinen vaahdotus. Manuaalisessa vaahdotuksessa laite suihkuttaa vaahdon lattialle vain yhden kerran. Automaattisessa vaahdotuksessa laite suihkuttaa määrätyn väliajoin suuttimien kautta lattialle desinfioivan vaahdon, joka tarttuu kengänpohjiin vaahdon yli kävellessä.

sä. Myös erilaisten kuljetusvälineiden pyörät desinfioituvat kuljetettaessa ne vaahdon kautta. Laitteen ollessa automaattiasennossa toiminnon määräävään kytkimeen syttyy punainen valo 3 sekuntia ennen vaahdon suihkuttamista. [27]



Kuva 3. Doorway Sanitation System -laite ja sen lattialle levittämä desinfiointivaahdo.

Doorway Sanitation System -laitteeseen on mahdollista ohjelmoida yksittäisen vaahdotuksen kesto sekä vaahdotusten välinen aika. Laite on myös mahdollista ohjelmoida siten, että se on pois käytöstä tiettyinä ajanjaksona vuorokauden aikana. Pesuainekustannusten pienentämiseksi palautuvan materiaalin osastolta ja kylmävarastosta pakkaussaliin johtavien sulkutilojen laitteet ohjelmoitiin siten, että ne eivät ole käytössä öisin eivätkä sunnuntaisin, sillä tällöin kulku näiden osastojen välillä on lähes olematon. Mikäli sulkujen kautta kuitenkin kuljetaan, on annettu ohjeeksi lisätä vaahdo lattialle käyttämällä laite manuaali-asennossa. Muissa sulkutiloissa vaahdotus tapahtuu ympäri vuorokauden joka päivä, koska niistä kuljetaan säännöllisemmin. Vaahdotuksen pituus ja väli kullakin sululla ohjelmoitiin sellaisiksi, että lattialle saatiin riittävästi vaahdo, jotta se ei ehdi hävitä ennen seuraavaa vaahdotusta. Lisäksi vaahdotussuuttimien asentoa ja korkeutta säädeltiin sen mukaan, että kulkureiteille saatiin mahdollisimman tasainen vaahdo riittävän kattavalle alueelle (kuva 3).



Kuva 4. Kylmävaraston ja pakkausosaston välinen hygieniasulku, jonka käsiendesinfointilaitteeseen on yhdistetty portti estämään kulku korkeamman hygienian suuntaan ilman käsien desinfiointia.

Kahteen tärkeimpään sulkutilaan asennettiin Doorway Sanitation System -laitteen lisäksi käsien desinfioimiseen tarkoitetut Inlet Control -laitteet (kuva 4). Nämä kaksi sulkua sijaitsevat pukuhuoneilta pakkaussaliin tultaessa sekä kylmävarastosta pakkaussaliin siirryttäessä. Etenkin kylmävaraston ja pakkaussalin välinen hygieniasulku on tärkeä, sillä sitä kautta tapahtuu vierailijoiden kulku pakkausosastolle. Kylmävaraston ovelta olevassa hygieniasulussa Inlet Control -laite on yhdistetty porttiin, joka estää liikkumisen korkeamman hygienian suuntaan, mikäli käsiä ei ole desinfioitu (kuva 4). Likaisemman hygienialueen suuntaan kulkua sen sijaan ei ole rajoitettu. Myös pukuhuoneilta tultavalle sululle on tarkoitus asentaa oveen lukitusjärjestelmä, joka aukeaa vasta kun kädet on desinfioitu.

6.1.2 Kemikaalit ja puhdistus

Aluksi hygieniasuluissa kokeiltiin desinfiointikemikaalina Ecolabin P3-topax 91 -desinfiointiainetta. Se on neutraali desinfiointiaine, joka sisältää kvaternäärisiä ammo-

niummyhdisteitä. Lattialle levitettävänä ja siihen jätettävänä desinfiointiaineena kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä sisältävät desinfiointiaineet ovat hyviä, sillä ne eivät syövytä lattiamateriaaleja, ja ne ovat hajuttomia ja värittömiä sekä myrkyttömiä. Ne tehoavat erityisen hyvin gram-positiivisiin bakteereihin, mutta teho gram-negatiivisiin bakteereihin on heikko. Mikrobien on myös havaittu muodostavan helposti resistenssiä kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä vastaan, joten tämä on ehkäistävä käyttämällä riittävän suuria pitoisuuksia. P3-topax 91:n muodostama vaahto todettiin kuitenkin liian lyhytkestoiseksi, joten aine vaihdettiin pidempikestoisen vaahton muodostavaan P3-topax 99 -desinfiointiaineeseen. P3-topax 99 on heikosti emäksinen vaahtoava desinfiointiaine, joka sisältää vaikuttavana aineena etikkahappoa. Etikkahapolla on desinfiointivaikutus, sillä se aiheuttaa mikrobille happoshokin. Happoshokin vaikutuksesta solun toiminta häiriintyy ja solu tuhoutuu. Lisäksi hapon avulla saadaan poistettua veden aiheuttamia kalkkeumia. [7, s. 351; 8, s. 25; 10, s. 98; 13, s. 94, 105, 113, 132, 143; 16, s. 238; 27]

Hygieniasulkujen yhteydessä suoritettavassa käsien desinfiointissa kemikaalina käytetään nimenomaan tähän tarkoitukseen tarkoitettua Manodes-desinfiointinestettä. Se on alkoholipohjainen nestemäinen tuote, jolla on laaja-alainen mikrobien tuhoamiskyky eli se tehoaa useimpiin haitallisiin mikrobeihin. Tehoaineina Manodesissä ovat etanoli ja isopropanoli. [1, s. 61; 27]

Jokaiselle hygieniasululle on määrätty tietty työntekijöiden joukko, joka vastaa sulkujen pesuaineiden riittävydestä. Myös jokaisen sulkutilan lattian puhdistamisesta huolehtimaan on määritetty tietyn työvuoron ja työpisteen henkilöt. Vaahtotusalue on puhdistettava vähintään kerran päivässä irtoliasta joko lastalla tai huuhtelemalla. Silloin tällöin olisi myös hyvä harjata kyseinen alue perusteellisesti. Puhdistuksen jälkeen alue on kuivattava huolellisesti ennen uuden vaahton levittämistä. Puhdistus suoritetaan yleensä iltaisin muiden pesujen yhteydessä.

6.2 Pesusatelliitit

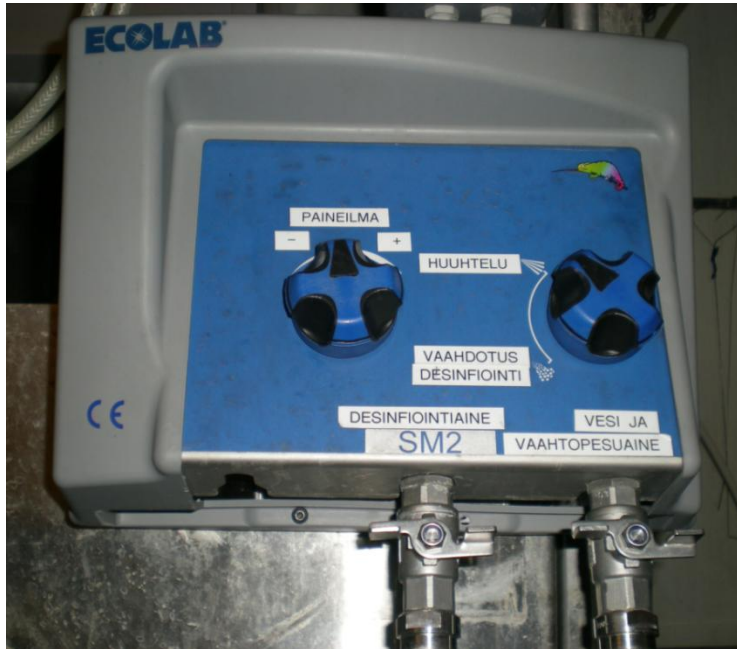
Projektin alkaessa meijerin tiloissa oli yhteensä kymmenen satelliittipesuria. Uusilla pesusatelliiteilla korvattiin aluksi kolme vanhaa pesusatelliittia, ja myöhemmin hankittiin vielä yksi uusi pesuri kesällä 2010 saapuneen pakkauskoneen ja sen ympäristön

pesua varten. Uusien pesusatelliittien etuna vanhoihin nähden on kahden eri kemikaalin syöttö ilman suurempia toimenpiteitä. Tästä syystä vanhat satelliitit päätettiin sijoittaa paikkoihin, joissa ei tulla säännöllisesti käyttämään kahta eri kemikaalia. Vanhat laitteet oli tarkoitettu pääsääntöisesti vain keskitetystä syötöstä tulevan pesuaineen levittämiseen vaahtona sekä huuhteluun. Mikäli haluttiin käyttää kanisterista otettavia pesu- tai desinfiointiaineita, oli se kohtalaisen työlästä. Ensin oli irrotettava keskitetyn kemikaalisyötön letku, sitten vaihdettava pesuainepitoisuutta säätelevä nasta haluttua pitoisuutta vastaavaksi ja lopuksi kiinnitettävä erillinen letku, jonka kautta pesuaine imetään kanisterista. Koska oli päädytty ottamaan desinfiointi osaksi jälkipakkausosaston päivittäisiä pesuja, oli tarpeellista hankkia laitteet, joilla sekä vaahtotus että desinfiointi onnistuisivat mahdollisimman vaivattomasti.

Uudet pesusatelliitit olivat Ecolabin Chameleon Professional SM2 -hygieniasemia (kuva 5), joiden avulla on mahdollista suorittaa helposti vaahtotus, desinfiointi sekä huuhtelu. Pesusatelliitit ovat matalapainepesureita, joiden vedensyöttöpaine on välillä 10-25 baaria. Matalapainepesua suositellaankin käytettäväksi hygienialain mukaisissa laitoksissa, kuten meijereissä, sillä matalapainepesu on tehokasta ja muodostaa korkeapainepesua vähemmän melua sekä likaa ja mikrobeja levittävää sumua. Pesureihin tulee päivittäin käytettävä vaahtopesuneste keskitetyn pesuainesyötön kautta. Pesuainetyynyrit on sijoitettu meijerirakennuksen alempaan kerrokseen, josta pesuaine pumpataan laajan letkuverkoston kautta kaikille pesusatelliiteille. Desinfiointiaine pesureihin otetaan erillisistä kanistereista. Kemikaalien pitoisuuksia säädellään kemikaaliletkuihin laitetavien pesunastojen avulla, jotka päästävät vain halutun määrän ainetta lävitse. [1, s. 53; 21, s. 6; 27]

Pesusatelliitissa on kaksi sulkuhanoilla varustettua liittintä, johon pesuletku voidaan kiinnittää. Yhden liittimen kautta saadaan otettua sekä vesi että keskitetystä syötöstä tuleva vaahtopesuaine. Toisen liittimen kautta saadaan käyttöön kanisterissa oleva pesu- tai desinfiointiaine. Eri toimenpiteitä tehdessä ei tarvitse kuin kiinnittää pesuletku oikeaan liittimeen sekä valita satelliitin toiminnaksi joko huuhtelu tai vaahtotus ja desinfiointi. Huuhtelun valitseminen sulkee paineilman, jota tarvitaan ainoastaan vaahton muodostamiseksi. Paineilman määrää säätelevä pyörä on asetettu valmiiksi antamaan sopiva määrä paineilmaa oikeanlaisen vaahton aikaansaamiseksi, joten sitä ei tarvitse säätää käytön aikana. Laitteen tulopuolella on sulkuhanat vedelle ja paineilmalle. Ku-

vassa 5 on esitettyä pesusatelliitin toimintayksikkö, jossa näkyy kaksi ulostuloa sekä säätöpyörät toiminnolle ja paineilmalle. Huuhteluun sekä pesu- ja desinfointiainevaahdon levittämiseen on myös omat suuttimet. Näiden avulla saadaan aikaan mahdollisimman hyvä ja pysyvä vaahto sekä saadaan vedenkulutus pysymään hallinnassa.



Kuva 5. Pesusatelliitin toimintayksikkö, jossa valintapyörien lisäksi näkyvät liittimet pesuletkulle.

Aina käytettäessä pesusatelliitissa kanisterista otettavia kemikaaleja on kemikaalin imuletku huuhdeltava käytön jälkeen vedellä. Käytettäessä useampia pesukemikaaleja peräkkäin on imuletku huuhdeltava myös pesukemikaalien välillä, jotta estetään kemikaalien sekoittuminen ja reagoiminen keskenään. Pesusatelliiteissa ei käytetä peräkkäin aineita, jotka voisivat aiheuttaa vaaraa reagoidessaan. Kuitenkin happamien ja emäksisten pesuaineiden reagoidessa keskenään ne neutralisoituvat ja niiden teho heikenee. Pesujen lopussa tapahtuva imuletkun huuhtelu lisää laitteiston käyttöikää, koska tällöin laitteistoon ei jää aineita, jotka voisivat syövyttää sen osia. Myös paineilman ja veden tulopuolen sulkeminen sekä paineiden poistaminen laitteistosta lisää sen käyttöikää. Työturvallisuuden kannalta on myös ehdottoman tärkeää kelata pesuletku telineeseen pesutoimenpiteiden päätyttyä.

7 Päivittäiset ja viikoittaiset pesut

7.1 Pesu- ja desinfiointiaineet

Yleisenä vaahtopesuaineena kaikkialla meijerin sisällä siirryttiin projektin aikana käyttämään Ecolabin P3-topactive LA:ta, joka on miedosti emäksinen pesuneste. Se on TFC (Thin Film Cleaning) -pesuaine eli ohut kerros puhdistettavilla pinnoilla riittää tehokkaan pesuvaikutuksen aikaansaamiseksi. Pesuneste sisältää pesevien ainesosien, muun muassa tensidien, lisäksi etanolia, jolla on desinfiointiva sekä likaa irrottava vaikutus. Lisäksi pesuaine sisältää EDTA:ta, joka toimii veden pehennysaineena sitoen metallioneja sekä veden kovuustekijöitä ja siten parantaa pesuaineen tehoa. Tämä pesuaine ohjataan keskitetyn syötön avulla kaikkiin meijerin pesusatelliitteihin sekä pakkauskoiteiden sisäpesulaitteistoon. [13, s. 113; 19, s. 75; 21, s. 6; 27]

Laitteiden ja kuljettimien desinfiointiin jälkipakkausosastolla käytetään Ecolabin hapan P3-topactive DESiä. Se sisältää muun muassa vetyperoksidia sekä peretikkahappoa, joiden on todettu tehoavan hyvin sekä irrallisiin että kiinnittyneisiin mikrobeihin ja niiden muodostamiin biofilmeihin. Erityisesti orgaanisen materiaalin läsnä ollessa peretikkahappoa sisältävien aineiden on osoitettu olevan klooriyhdisteitä tehokkaampia useiden eri mikrobien yhdessä muodostaman biofilmin poistamisessa. Vetyperoksidi sekä peretikkahappo syövyttävät herkkiä materiaaleja, joten liian pitkiä vaikutusaikoja ja liian suuria pitoisuuksia on vältettävä. Kemikaali sisältää myös fosfonihappoa sekä orgaanisia happoja, jotka vaikuttavat negatiivisesti mikrobisolujen toimintaan ja siten edesauttavat niiden tuhoutumista. [1, s. 62; 7, s. 351; 13, s. 105, 141; 19, s. 66, 94; 21, s. 7; 27]

Viemärien pesun yhteydessä suoritettavassa desinfiointissa käytetään kaikilla osastoilla P3-hypochloran-desinfiointiainetta, joka ei sisällä tensidejä. Sen vaikuttavana aineena on natriumhypokloriitti. Lisäksi se sisältää natriumhydroksidia, joka tekee liuoksen emäksiseksi. Emäksisissä olosuhteissa natriumhypokloriitin aktiivisuus nimittäin säilyy parhaiten. Koska orgaaninen lika vähentää klooripitoisten desinfiointiaineiden tehoa, kaikki pinnat on pestävä huolellisesti ennen desinfiointia. Klooripitoiset aineet on myös pidettävä erillään hapoista, sillä ne muodostavat reagoidessaan myrkyllistä kloorikasua. Tästä syystä klooripitoisten aineiden käytön ajoitus muihin pesuihin nähden on

suunniteltava tarkasti. Lattioiden ja samalla myös viemärien desinfiointiin kerran viikossa eri osastoilla käytetään hygieniasuluissa kokeiltua kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä sisältävää P3-topax 91 -desinfiointiainetta, joka voidaan jättää kohteisiin vaikuttamaan eikä erillistä huuhtelua tarvita. [4, s. 34; 13, s. 142; 19, s. 81; 26, s. 5; 27; 28, s. 248]

Edellä esitettyjen kemikaalien lisäksi palautuvan materiaalin osastolla käytetään kahta eri kemikaalia laatikkopesurissa. Yhtä päivää lukuun ottamatta pesurissa käytetään P3-mip CIPIä, joka on natriumhydroksidia sisältävä emäksinen pesuneste. Kerran viikossa pesurissa käytetään hapanta P3-horolith V:tä. Se sisältää sekä typpihappoa että fosforihappoa, ja sen avulla saadaan poistettua pesurista ja sen suuttimista mineraalisuosumia. Laatikoiden pesemisen lisäksi näiden kemikaalien avulla puhdistuvat myös pesurin sisäosat sekä osittain pesurin sisäpuolella olevat kuljettimet. [1, s. 58; 13, s. 113; 27]

7.2 Pesumenetelmät eri osastoilla

Pakkausosastolla, jälkipakkausosastolla sekä palautuvan materiaalin osastolla suoritetaan viemäreiden pesu kerran viikossa, joko tiistaina tai keskiviikkona. Aiemmin suoritettiin vain viemäreiden desinfiointi klooritableteilla vähintään kerran viikossa. Myös pesu on ollut tarkoitus suorittaa säännöllisesti, mutta se on vuosien mittaan jäänyt pois suoritettavista pesutoimenpiteistä. Projektin aikana desinfiointia edeltävä mekaaninen pesu palautettiin viemäreiden pesuihin myös käytännön tasolla. Pakkausosastolla, jälkipakkausosastolla sekä palautuvan materiaalin osastolla viemäristä pestään irtolika pois harjojen avulla hankaamalla ja käyttämällä edellisen kemikaalitoimittajan heikosti emäksistä veteen liuotettavaa yleispesujauhetta. Pesujauhetta sekoitetaan veteen valmistajan ohjeiden mukaan 0,25–0,5 dl 10 litraan vettä. Huolellisen pesun jälkeen viemärit huuhdellaan ja desinfioidaan. Desinfiointiaineena käytetään P3-hypochlorania 1 % liuoksena. Desinfiointiaine valutetaan viemäriin ympäristöön sekä viemäriin ja jätetään vaikuttamaan. Jotta desinfiointiaineen sisältämä kloori ei pääsisi reagoimaan happojen kanssa, on desinfiointi tehtävä vasta kaikkien happoja sisältävien kiertopesujen jälkeen. Ohjeistuksena on, että jälkipakkausosaston ja osittain pakkausosaston viemärit voidaan pestä kaikkien pakkauskoneiden kiertopesujen loputtua, sillä näihin viemäriin ei pääse pesuaineita muista kiertopesuista. Kiertopesijät sen sijaan huolehtivat lop-

pujen viemäreiden pesemisestä ja desinfiomisesta, kun kaikki happoja lattialle päästävät pesut on suoritettu.

Palautuvan materiaalin osastolla päivittäiset ja viikoittaiset pesut ovat säilyneet lähes muuttumattomina uusia pesukemikaaleja lukuun ottamatta. Kemikaalien lisäksi suurimmat muutokset ovat tapahtuneet pesujen kirjaamisessa. Jokainen päivittäin tai harvemmin tehtävä toimenpide kirjataan taulukkoon. Kuittaus omilla nimikirjaimilla koettiin parhaaksi tavaksi suorittaa kirjaaminen, sillä tällöin jokainen työntekijä vastaa henkilökohtaisesti työnsä jäljestä, ja mikäli huomautettavaa esiintyy, tiedetään kehen tulee olla yhteydessä. Palautuvan materiaalin osastolla pakollisiin päivittäisiin pesuihin kuuluu laatikko- ja rullakkopesureiden tyhjennys vedestä päivän päätteeksi sekä laitteiden ja lattioiden huuhtelu. Lisäksi viemärikuilu on tyhjennettävä roskista päivittäin, jotta viemärit eivät tukkeudu. Viikoittain osastolla suoritetaan kokonaisvaltainen vaahtopesu, jolloin kaikki laitteet sekä lattiat pestään pesusatelliitteihin keskitetystä syötöstä tulevalla P3-topactive LA:lla. Lisäksi lattioiden pesussa käytetään apuna edellisen kemikaali-toimittajan natriumhydroksidia sisältävää vahvasti emäksistä pesunestettä. Sen avulla saadaan lika irtoamaan helposti, kun lattiat hangataan harjoilla puhtaiksi. Vaahtopesu ja lattioiden pesu on suoritettava vähintään kerran viikossa, mutta jos tarvetta esiintyy ja on aikaa, on annettu ohjeistus suorittaa nämä pesut useammin. Taulukossa 1 on esitettyä palautuvan materiaalin osastolla suoritettavat pesut sekä niissä käytetyt pesuaineet.

Taulukko 1. Palautuvan materiaalin osastolla päivittäin ja viikoittain suoritettavat puhdistustoimenpiteet ja niihin käytettävät pesuaineet.

Pesukohde	Puhdistustapa	Pesuainetyyppi	Pesuaine	Suoritusiheys
poolivälinepesurit	huuhtelu vaahdotus	heikosti emäksinen	P3-topactive LA	1 x pv 1 x vk
lattiat	vaahdotus + harjapesu	heikosti emäksinen vahvasti emäksinen	P3-topactive LA (edellinen toimittaja)	1 x vk 1 x vk
viemärit	harjapesu desinfiointi	heikosti emäksinen natriumhypokloriitti	(edellinen toimittaja) P3-hypochloran	1 x vk 1 x vk
laatikoiden pesu		emäksinen hapan	P3-mip CIP P3-horolith V	5 pv/vk 1 pv/vk

Pakkausosastolla projektin aikaiset muutokset pesuihin ovat olleet kaikkein pienimmät. Viemärien pesun lisäksi vain koneiden sisäpesuihin käytettävä kemikaali on muuttunut. Koneiden sisäpesulaitteistoon tulee keskitetyn syötön kautta sama P3-topactive LA -

vaahtopesuaine kuin pesusatelliitteihin. Pakkauskoneille suoritetaan päivittäin pakkauksen loputtua vaahdotus P3-topactive LA:lla ja harjapesu sekä sisä- että ulkopuolelta ennen automaattista sisäpesua. Harjapesussa käytetään edellisen kemikaalitoimittajan heikosti emäksisestä yleispesujauheesta valmistettua pesuliuosta sekä tarvittaessa vahvasti emäksistä pesunestettä. Lisäksi kerran viikossa, lauantaisin, pakkauskoneiden sisäpesussa käytetään ohjelmaa, jossa on mukana desinfiointi. Tällä hetkellä käytössä on vielä edellisen kemikaalitoimittajan kvattipohjainen desinfiointiaine. Osittain projektin ulkopuolella kesän aikana saapuneelle uudelle pakkauskoneelle asennettiin oma Eco-labin toimittama sisäpesun ohjausyksikkö, jossa koneen sisäpesussa käytetään kyseisen yrityksen pesuaineita desinfiointiaineita myöden. Emäksisessä vaahtopesussa käytetään P3-topactive LA:ta ja desinfioinnissa P3-topactive DESiä. Pakkausosastolla lattioiden harjapesu suoritetaan aina kun mahdollista, kuitenkin vähintään kerran viikossa, ja tässä käytetään keskitetystä syötöstä tulevan vaahtopesuaineen lisäksi edellisen kemikaalitoimittajan vahvasti emäksistä pesunestettä. Yleisestä siisteydestä pakkausosastolla huolehditaan joka vuorossa. Joka koneenkäyttäjä vastaa ensisijaisesti oman koneensa ympäristön siisteydessä sekä kaikki yhdessä yleisestä siisteydestä osastolla. Kerran viikossa, lauantaisin, lattioille ja viemäriin levitetään päivän päätteeksi P3-topax 91:tä. Sitä ei huuhdella pois, vaan sen annetaan vaikuttaa rauhasa ja kuivua lattioille. Projektiin liittyvät pesut pakkausosastolla sekä niihin käytetyt pesuaineet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Pakkausosastolla päivittäin ja viikoittain suoritettavat puhdistustoimenpiteet ja niihin käytettävät pesuaineet.

Pesukohde	Puhdistustapa	Pesuainetyyppi	Pesuaine	Suoritusiheys
pakkauskoneiden ulkopesu	vaahdotus + harjapesu	heikosti emäksinen	P3-topactive LA	1 x pv
		heikosti emäksinen	(edellinen toimittaja)	1 x pv
pakkauskoneiden sisäpesu	vaahdotus + harjapesu	heikosti emäksinen	P3-topactive LA	1 x pv
		heikosti emäksinen	(edellinen toimittaja)	1 x pv
		vahvasti emäksinen	(edellinen toimittaja)	1 x pv
automaattinen sisäpesu	vaahdotus desinfiointi	heikosti emäksinen kvattipohjainen	P3-topactive LA (edellinen toimittaja)	1 x pv 1 x vk
lattiat	vaahdotus + harjapesu desinfiointi	heikosti emäksinen	P3-topactive LA	1 x vk
		vahvasti emäksinen	(edellinen toimittaja)	1 x vk
		kvattipohjainen	P3-topax 91	1 x vk
viemärit	harjapesu desinfiointi	heikosti emäksinen	(edellinen toimittaja)	1 x vk
		natriumhypokloriitti	P3-hypochloran	1 x vk

Jälkipakkausosastolle on tullut eniten muutoksia projektin edetessä. Aiemmin jälkipakkareiden päivittäiseen pesuun kuului ainoastaan vaahdotus ja huuhtelu. Nykyisin mukaan on otettu alkuhuuhdtelu, jotta mahdollisimman paljon likaa saadaan irti ennen pesuaineen levittämistä. Varsinainen vaahtopesu tapahtuu P3-topactive LA:lla, jonka annetaan vaikuttaa pestävissä kohteissa 15 minuuttia ennen huuhtelua. Lisäksi vaahtoutuksen ja huuhtelun jälkeen suoritetaan vielä erillinen desinfiointi P3-topactive DESillä, jonka annetaan vaikuttaa 15 minuuttia desinfiointivissa kohteissa. Desinfiointiaineen avulla saadaan aikaan mahdollisimman suuri mikrobeja tuhoava vaikutus. Tämä vaihe on tärkeää, koska tällä osastolla on ollut eniten mikrobiologisia ongelmia. Vaahtopesuaineen ja desinfiointiaineen käytön välillä on muistettava huuhdella pesusatelliitin laitteisto puhtaaksi emäksisestä vaahtopesuaineesta. Emäksinen pesuaine heikentää happaman desinfiointiaineen vaikutusta, sillä se neutraloi happoja. Lopuksi vielä desinfiointiaineet huuhdellaan huolellisesti pois pesukohteista. Jälkipakkausosastolle aiemmin suoritettun kaksivaiheisen päivittäisen pesun tilalle on siis projektin myötä tullut viisivaiheinen pesu. Suurin haaste tämän toteuttamisessa on ollut riittävän ajan löytyminen pesemiselle. Etenkin tarpeeksi huolellisen pesun suorittaminen on joskus haasteellista, sillä kiireisinä päivinä pakkauksen loppumisen ja aloittamisen välille jää ainoastaan pari tuntia pesuaikaa. Ongelmaa on yritetty osaltaan ratkaista pesujen lohkoittamisella. Peseminen voidaan esimerkiksi aloittaa jälkipakkausosaston toisella puolella, vaikka toisella laidalla olevat jälkipakkarit olisivatkin vielä käytössä. Jälkipakkausosastolla lattioille ja viemäreihin levitetään lauantaisin pakkauksen tavoitin P3-topax 91:tä, joka jätetään lattioille vaikuttamaan. Jälkipakkausosastolla suoritettavat pesutoimenpiteet kemikaaleineen on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Jälkipakkausosastolla päivittäin ja viikoittain suoritettavat puhdistustoimenpiteet ja niihin käytettävät pesuaineet.

Pesukohde	Puhdistustapa	Pesuainetyyppi	Pesuaine	Suoritustiheys
laitteet, kuljettimet ja lattiat	vaahdotus desinfiointi	heikosti emäksinen peretikkahappo, H ₂ O ₂	P3-topactive LA P3-topactive DES	1 x pv 1 x pv
lattiat	desinfiointi	kvattipohjainen	P3-topax 91	1 x vk
viemärit	harjapesu desinfiointi	heikosti emäksinen natriumhypokloriitti	(edellinen toimittaja) P3-hypochloran	1 x vk 1 x vk

Pakkauksen vuoro-esimiehet tarkastavat päivittäin pakkauksen osaston, jälkipakkausosaston sekä palautuvan materiaalin osaston yleisen siisteyden. Tulos kirjataan päivittäisiin ra-

portteihin ja niihin lisätään tarvittaessa havaitut poikkeamat. Harvemmin kuin päivittäin tehtävät pesutoimenpiteet, kuten viemärien desinfioinnit, kirjataan erikseen niille tarkoitettuun kaavakkeeseen. Kirjauksista vastaavat näissä tapauksissa pesujen suorittajat.

8 Tehopesut

Tehopesut ovat normaaleja päivittäisiä pesuja tehokkaampia sekä laajempia ja siten myös työläämpiä. Palautuvan materiaalin osastoa ja jälkipakkausosastoa koskevat tehopesut pyritään suorittamaan vähintään kerran kahdessa kuukaudessa. Tällöin puhdistetaan myös vaikeammin pestävät kohteet, ja niiden puhtaustaso pyritään säilyttämään mahdollisimman hyvin seuraavaan tehopesuun asti päivittäisten pesujen avulla. Hämeenlinnan Osuusmeijerillä tehopesut suoritetaan pääsääntöisesti sunnuntaisin, sillä se on ainoa päivä, jolloin pakkaus ei ole käynnissä. Pesuja edeltävät valmistelut tehdään mahdollisuuksien mukaan jo lauantai-iltana, jotta sunnuntai voidaan käyttää ainoastaan pesemiseen. Muun muassa pakkauskoneet peitellään muoveilla jo lauantai-iltana, sillä siihen kuluisi liikaa pesuun varattua aikaa. Koneiden peittämisellä estetään etenkin korkealle sijoitettujen kuljettimien pesemisessä syntyvien roiskeiden pääsy pakkauskoneisiin.

Pesujen laajuus ja intensiivisyys riippuu käytettävissä olevasta henkilömäärästä. Mikäli on riittävästi henkilöitä suorittamassa pesua, pesu tehdään perusteellisemmin. Tällöin osa jälkipakkausosaston kuljettimista irrotetaan ja pestään erillään sekä laitteita puretaan osiin. Kun työntekijöitä on riittävästi, saadaan pesuun lisättyä myös mekaanista vaikutusta, sillä tällöin on mahdollista suorittaa laitteiden pesu harjojen ja karhunkielien avulla. Mikäli pesu joudutaan suorittamaan vähemmällä henkilömäärällä, mekaaninen pesuvaikutus joudutaan jättämään vähemmälle. Tällöin kuljettimet pidetään paikoillaan ja laitteita puretaan vain jonkin verran. Kuljettimet kuitenkin pestään siten, että ne pyörivät pesun aikana. Täten varmistetaan kuljettimien peseytyminen joka kohdasta.

Tehopesuissa käytetään normaalia voimakkaampia kemikaaleja, joten riittävä suojavaustus on erityisen tärkeä. Kaikilla pesuihin osallistuvilla työntekijöillä on oltava suojavaarustuksena vähintään kumisaappaat, sadeasu sekä suojakäsineet, jotta estetään ke-

mikaalien pääsy iholle. Myös suojalasien käyttö on pakollista, kuten aina kemikaaleja käsiteltäessä. Saatavilla on myös hengityssuojaimia sekä koko kasvot peittäviä suojuksia, mikäli joku niitä tuntee tarvitsevansa.

8.1 Käytettävät kemikaalit

Tehopesuissa käytetään päivittäisiä pesuja tehokkaampia pesuaineita, jotta kaikki lika saadaan varmasti poistettua pestävistä kohteista. Myös harjapesun tarvetta pyritään vähentämään käyttämällä tehokkaampia pesukemikaaleja. Emäksisenä pesuaineena tehopesuissa käytetään Ecolabin P3-topactive 200 -pesuainetta. Se on vahvasti emäksinen ionittomia ja anionisia tensidejä sisältävä vaahtopesuaine, jonka muita vaikuttavia aineita ovat muun muassa natrium- ja kaliumhydroksidi sekä etanoli. Sekä ionittomat että anioniset tensidit poistavat likaa, mutta lisäksi anioniset tensidit toimivat myös vaahdonmuodostajina. Natrium- ja kaliumhydroksidi ovat emäksiä, joiden tehtävänä on irrottaa likaa sekä jossain määrin myös desinfioida. Etanolin tehtävänä pesuaineessa on liuottaa ja irrottaa likaa. [13, s. 113; 27]

Happamana pesuaineena tehopesuissa käytetään Ecolabin P3-topax 56 -pesuainetta. Se on voimakkaasti hapan vaahtopesuneste, joka sisältää ionittomien tensidien lisäksi fosforihappoa sekä erilaisia liuottimia, kuten 2-(2-butoksietoksi)etanolia. Fosforihapon tehtävänä on poistaa kalkkia sekä desinfioida. Yleisesti ottaen happamia pesuaineita käytetään biofilmiä muodostavien mineraalisaostumien poistoon. Emäksisen ja happaman pesuaineen lisäksi tehopesuissa käytetään myös kahta eri desinfiointiainetta. Toinen niistä on päivittäisissä pesuissakin käytetty P3-topactive DES, ja toisena käytetään viikoittaisista pesuista tuttua P3-topax 91:tä, jolla desinfioidaan lattiat pesujen päätyttyä. [13, s. 113; 27]

Tehopesuissa kaikki kemikaalit otetaan kannuista, sillä näissä pesuissa ei käytetä lainkaan keskitetystä syötöstä tulevaa miedompaa pesuainetta. Vaahdotus tapahtuu siis samalla tavoin kuin desinfiointi päivittäisissä pesuissa. Pesuaineita ja desinfiointiaineita käytetään kuitenkin eri pitoisuuksissa, joten on muistettava vaihtaa oikea pesunasta kemikaaliletkuun, jotta saadaan haluttu pitoisuus. Sekä emäksinen että hapan pesuaine levitetään pinnoille vaahtona, jossa kemikaalin pitoisuus on noin 3 %. Molempien desinfiointiaineiden pitoisuus sen sijaan on noin 1-1,5 %. Eri kemikaalien käytön välillä on

muistettava huuhdella pesusatelliitin kemikaalin imuletku sekä laitteisto puhtaaksi edellisestä kemikaalista, jotta pesuaineet eivät pääse sekoittumaan. Laitteistoon jäävä emäksinen pesuaine neutraloi happaman pesuaineen, joten sen vaikutus heikkenee.

8.2 Pesukohteet ja -menetelmät

Tehopesut suoritetaan sekä jälkipakkausosastolla että palautuvan materiaalin osastolla. Eri osastojen pesut poikkeavat hieman toisistaan, mutta perusmenetelmät niissä ovat samat. Peseminen aloitetaan aina perusteellisella huuhtelulla, jotta irtolika saadaan pois ennen kemikaalien levittämistä. Pesuaineet levitetään tasaiseksi vaahdoksi pestäville kohteille satelliittipesureilla ja vaikutusajan jälkeen huuhdellaan huolellisesti ennen seuraavan pesuaineen käyttöä. Myös pesusatelliittien laitteisto sekä letkut on huuhdeltava eri pesukemikaalien käytön välillä. Pesut suoritetaan aina ylhäältä alas -periaatteella, jotta lika ei pääse kulkeutumaan jo pestyille alueille. Mahdollisuuksien mukaan pesut suoritetaan osissa pesten ensin ylhäällä olevat kohteet, minkä jälkeen huuhdellaan pesuaine pois ennen alemmalle tasolle siirtymistä. Tällä tavoin saadaan mahdollisimman tarkasti määritettyä vaikutusajat kemikaaleille. Muutoin alemmalla tasolla vaikutusaika jää joko liian lyhyeksi, koska pesuaine huuhtoutuu jo yläosia huuhteltaessa, tai sitten yläosissa pesuaineen vaikutusaika voi venyä materiaalien kestävyden kannalta liian pitkäksi. Aina ei kuitenkaan aika riitä tällaisen pesumenetelmän käyttämiseen, sillä tällä menetelmällä joudutaan enemmän odottelemaan pesuaineiden vaikuttamista kohteissa.

Jälkipakkausosasto on tehopesujen tärkein pesukohde, sillä siellä on havaittu mikrobiologisia epäpuhtauksia. Nämä epäpuhtaudet pitäisi saada poistettua tai ainakin pidettyä hallinnassa, jotta ne eivät pääse leviämään pakkauskoneisiin. Jälkipakkausosastolla tehopesuissa pestään huolellisesti kaikki kuljettimet sekä jälkipakkauskoneet. Samalla puhdistuvat myös lattiat ja viemärit. Mikäli mahdollista, lyhyet kuljettimet sekä niiden alla olevat muovilevyt irrotetaan ja pestään erillään. Muut kuljettimet pestään niiden pyöriessä, jotta ne saadaan pestyä sekä ylä- että alapuolelta kaikista kohdista. Jälkipakkauskoneet eli laatikko- ja rullakkopakkarit puretaan siten, että ne saadaan pestyä mahdollisimman hyvin joka kohdasta. Etenkin päivittäisiä pesuja suoritettaessa hankalasti pestävät kohdat tulisi saada esille. Vähintään kaikki suojapellit tulisi irrottaa, mutta

myös pienempiä osia voidaan ottaa erilleen pesua varten. Harjapesu suoritetaan työntekijöiden määrän ja ajan sallimalla laajuudella.

Jälkipakkausosastolla tehopesujen ensimmäinen pesuvaihe eli huuhtelu on yleensä suoritettu jo edellisenä päivänä eli lauantaina. Tällöin on tehty normaali päivittäinen pesu, jolloin irtolika on saatu poistettua pesukohteista. Varsinaisena tehopesupäivänä ei tarvitse oikeastaan huuhdella kuin kohdat, joita ei pestä säännöllisesti päivittäin eli ylhäällä kulkevat laatikko- ja alusvaunukuljettimet sekä jälkipakkareiden purkamisen avulla esiin saadut osat. Yläkuljettimien huuhteluun ennen pesujen aloittamista suositellaan käytettäväksi automaattista ratapesuria, sillä sen käyttö helpottaa pesuja ja sen aikana voidaan valmistella ensimmäistä vaahdotusta. Automaattisissa ratapesureissa voidaan tarpeen mukaan käyttää eri pesuaineita, mutta yleensä siinä on käytössä keskitetyn kemikaalisyötön kautta tuleva P3-topactive LA. Huuhtelun jälkeen suoritetaan ensimmäinen vaahdotus vahvasti emäksisellä pesuaineella, P3-topactive 200:lla. Suositeltu vaikutusaika on 30 minuuttia yhdessä kohteessa. Mikäli kohteita pestään manuaalisesti harjojen kanssa, suoritetaan se tässä vaiheessa. Harjapesua varten tehdään erillinen pesuliuos, jossa on edellisen kemikaalitoimittajan heikosti emäksistä yleispesujauhetta sekä vahvasti emäksistä pesunestettä. Vaikutusajan kuluttua kohteet huuhdellaan huolellisesti. Seuraavaksi tapahtuu vaahdotus P3-topax 56:lla, joka on hapan pesuaine. Tällä pesuaineella vaikutusaika on maksimissaan 20 minuuttia yhdessä kohteessa. Pidempiä vaikutusaikaa tulee välttää, sillä hapan pesuaine syövyttää varsinkin muovisia osia, kuten kuljettimia. Vaikutusajan kuluttua suoritetaan taas huolellinen huuhtelu. Kun kaikki lika on saatu irti pesuaineiden avulla, on vuorossa desinfiointi. Ensimmäisenä desinfioidaan kaikki pestyt laitteet ja kuljettimet P3-topactive DESillä. Desinfiointiaineen annetaan vaikuttaa 15 minuuttia, kuten päivittäisissäkin pesuissa, minkä jälkeen suoritetaan huolellinen huuhtelu. Lopuksi vielä desinfioidaan lattiat ja viemärit levittämällä latioille P3-topax 91:tä. Tämä desinfiointiaine jätetään vaikuttamaan latioille, kuten lauantaisin suoritettavissa pesuissa. Jälkipakkausosastolla tehopesuissa suoritettavat toimenpiteet sekä käytettävät kemikaalit on esitettyä taulukossa 4.

Palautuvan materiaalin osastolla pesupäivään valmistaudutaan edellisenä päivänä lähinnä puhdistamalla ratojen valuma-altaat sekä viemärikuilu, jotta ne eivät tukkeudu pesujen aikana. Palautuvan materiaalin osastolla kaikki pesut tapahtuvat ilman, että kuljettimia irrotetaan. Kuljettimet pidetään kuitenkin koko ajan pyörimässä, jotta joka

kohta saadaan pestyä. Kuljettimien lisäksi pestään myös kaikki pesurit sisä- ja ulkopuolelta. Varsinkin rullakko- ja alusvaunupesurit on pestävä huolellisesti, sillä toisin kuin laatikkopesurissa, niissä ei käytetä päivittäin pesuainetta. Myös palautuvan materiaalin osastolla peseminen aloitetaan huolellisella huuhtelulla, joka voidaan mahdollisuuksien mukaan suorittaa jo lauantai-illan aikana. Huuhtelun jälkeen tapahtuu vaahdotus emäksisellä P3-topactive 200:lla, jonka annetaan vaikuttaa 30 minuuttia ennen huolellista huuhtelua. Seuraavaksi vuorossa on vaahdotus happamalla pesuaineella, P3-topax 56:lla. Vaikutusaika on maksimissaan 20 minuuttia, jotta muoviset ketjut eivät vaurioitu. Koska palautuvan materiaalin osastolla ei ole yhtä korkeat hygieniavaatimukset kuin jälkipakkausosastolla, ei laitteiden ja kuljettimien desinfiointia yleensä suoriteta ajanpuutteen vuoksi. Myöskään mikrobiologista ongelmaa ei ole havaittu tällä osastolla, joten desinfiointi ei ole välttämätöntä. Mikäli muiden pesujen jälkeen jää kuitenkin ylimääräistä aikaa, voidaan desinfiointikin suorittaa. Lopuksi lattiat ja viemärit kuitenkin desinfioidaan lattioille jätettävällä P3-topax 91:llä. Taulukkoon 4 on koottu jälkipakkausosaston lisäksi palautuvan materiaalin osastolla tehtävät tehopesujen toimenpiteet eri kohteille ja niissä käytettävät pesuaineet.

Taulukko 4. Tehopesuissa puhdistettavat kohteet ja niissä käytettävät pesukemikaalit.

Osasto	Pesukohde	Puhdistustapa	Pesuainetyyppi	Pesuaine
jälkipakkaus	laitteet, kuljettimet ja lattiat	vaahdotus + harjapesu vaahdotus desinfiointi	vahvasti emäksinen heikosti emäksinen vahvasti emäksinen voimakkaasti hapan peretikkahappo, H ₂ O ₂	P3-topactive 200 (edellinen toimittaja) (edellinen toimittaja) P3-topax 56 P3-topactive DES
	lattiat ja viemärit	desinfiointi	kvattipohjainen	P3-topax 91
palautuva materiaali	laitteet, kuljettimet ja lattiat	vaahdotus vaahdotus	vahvasti emäksinen voimakkaasti hapan	P3-topactive 200 P3-topax 56
	lattiat ja viemärit	desinfiointi	kvattipohjainen	P3-topax 91

Tulevaisuudessa pyritään vähentämään happaman pesuaineen käyttöä tehopesuissa, sillä se on syövyttävää ja kuluttaa erityisesti muovisia ketjuja ja muita muoviosia. Tarkoituksena on suorittaa muuten tehopesuja samalla tiheydellä kuin nykyisinkin, mutta hapanta pesuainetta ei käytettäisi joka pesukerralla. Pääsääntöisesti pesut siis suoritettaisiin käyttämällä vain vahvasti emäksistä pesuainetta sekä desinfiointiainetta. Jos vielä näiden lisäksi käytetään harjapesua osana tehopesuja, saadaan huomattavasti normaalia päivittäistä pesua parempi pesutulos.

9 Työturvallisuus ja henkilöstön koulutus

Kemikaaleja käsiteltäessä on aina muistettava, että kaikki pesuaineet ja desinfiointiaineet ovat jossain määrin myrkyllisiä. Mikäli kemikaaleja kuitenkin käytetään oikein, voidaan pitkälti säästyä niiden aiheuttamilta ärsytysoireilta sekä erilaisilta vammoilta. Yleisimmät pesuaineiden aiheuttamat haitat ovat iho-oireita ja erilaisia ihottumia. Kemikaaleja tulee aina käyttää oikeissa pitoisuuksissa ja vain niille suunnitellussa käyttötarkoituksessa. Myös oikealla suojarustuksella voidaan tehokkaasti ehkäistä mahdollisia haittavaikutuksia ja etenkin kemikaaliroiskeiden aiheuttamia vaurioita. Työntekijöiden tietoisuus eri kemikaaleista ja niiden vaikutuksista on myös tärkeää. [16, s. 254; 28, s. 249]

Kaikista projektin mukanaan tuomista uusista kemikaaleista on laitettu käyttöturvallisuustiedotteet jokaisen osaston tiedotteet sisältävään kansioon, kuten toimitaan aina uusien kemikaaleja käyttöönotettaessa. Uusien kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteisiin tutustumisesta on lisäksi muistutettu sekä koulutustilaisuuksissa että aamupalaverissa. Kaikkien työntekijöiden on myös tärkeää olla tietoisia kansioiden sijainnista, joten niiden säilytyspaikka on muistettava näyttää kaikille uusille työntekijöille. Tällöin kaikki voivat tutustua käytössä olevien kemikaalien ominaisuuksiin ja vaaroihin. Etenkin vahingon sattuessa käyttöturvallisuustiedotteiden on tärkeää olla saatavilla, jotta voidaan tarkastaa suositellut toimenpiteet eri tilanteissa.

Meijerin henkilökunnalle, pääsääntöisesti pakkausosastolla ja palautuvan materiaalin osastolla työskenteleville henkilöille, järjestettiin koulutustilaisuus projektin aikana tehdyistä muutoksista. Varsinaisesta koulutustilaisuudesta vastasi Esa Hiitola, joka oli kerännyt myös esiteltävän materiaalin. Lisäksi koulutuksen pääkohdat käytiin läpi yhden kuukausittaisen aamupalaverin yhteydessä tiivistettynä, jotta mahdollisimman moni työntekijä pääsi osallistumaan. Koulutuksessa käsiteltiin yleisiä pesemiseen liittyviä asioita, uusia pesuaineita sekä uusien pesusatelliittien toimintaa. Yleisinä asioina olivat muun muassa puhdistuksen neljä perustekijää, erilaisten pesuaineiden vaikutukset sekä vaahtopesun toimintamekanismi. Kaikista uusista pesuaineista käsiteltiin niiden käyttötarkoitukset sekä työturvallisuuden kannalta huomioon otettavat seikat. Uusista pesusatelliiteista käytiin läpi niiden toimintaperiaate, käyttöohjeistus, oikeiden suutinten merkitys pesemisessä sekä ohjeet oikeaoppisen vaahtoutuksen suorittamiseen.

Kaikkia käytössä olevia kemikaaleja on aina käytettävä valmistajan suosittelemissa pitoisuuksissa, jotta saadaan aikaan mahdollisimman hyvä pesutulos ja samalla saavutetaan riittävä työturvallisuus. Liian pieniä kemikaalipitoisuuksia käytettäessä pesutulos usein kärsii. Sen sijaan liian suurilla pitoisuuksilla kasvaa riski altistua kemikaalin aiheuttamille haitoille ilman, että pesutehoa saadaan merkittävästi parannettua. Kaikille päivittäisissä sekä tehopesuissa käytettäville vaahtopesuaineille on pesusatelliiteissa säädetty käyttöpitoisuudeksi valmistajan suosituksesta 3 %. Pesusatelliittien avulla levitettävien desinfiointiaineiden eli P3-topactive DESin ja P3-topax 91:n pitoisuudet sen sijaan on säädetty 1-1,5 %:iin. [26, s. 5]

Klooripitoisten kemikaalien käyttöä on lähiaikoina yritetty yleisesti vähentää niiden syövyttävyyden ja myrkyllisyyden vuoksi ja osittain korvata vähemmän myrkyllisillä aineilla. Klooripitoisia kemikaaleja käytettäessä on muistettava pitää ne erillään hapoista sekä välttää kuumentamista. Klooriyhdisteet tulisivat aina liuottaa kylmään veteen. Kuumennettaessa sekä kloorin ja hapon reagoidessa keskenään muodostuu kloorikaasua, joka on erittäin myrkyllistä. Kloorikaasu on ärsyttävää ja syövyttävää. Altistuminen kaasulle voi aiheuttaa kudonvaurioita limakalvoille sekä iholle, ja suurina pitoisuuksina se voi aiheuttaa keuhkopöhön tai hengityksen salpautumisen. Äkillisessä altistumisessa oireet voivat ilmetä vasta useiden tuntien kuluttua. Projektiin kuuluvista uusista pesuaineista klooripitoinen on ainoastaan viemäreiden desinfiointiin tarkoitettu P3-hypochloran, joka sisältää natriumhypokloriittia. Viemärien pesu onkin syytä suorittaa siten, että desinfiointiaine ei pääse missään vaiheessa reagoimaan esimerkiksi kierto- pesuissa käytettävän hapon kanssa. Aiemmin viemäreiden desinfiointiin käytettiin klooritabletteja, joten työturvallisuuden kannalta ei ole tapahtunut suurta muutosta. Ainoastaan desinfiointiaineen olomuoto on erilainen, sillä nykyinen desinfiointiaine on nestemäisessä muodossa. Erityistä varovaisuutta on nykyisin noudatettava desinfiointiainetta laimennettaessa. Tällöin on käytettävä riittävää suojaruustusta, jotta laimentamatonta nestettä ei pääse iholle tai silmiin. [1, s. 60; 26, s. 5; 28, s. 134, 248]

Yleisesti klooriyhdisteiden korvaamisessa käytettyjen vetyperoksidin sekä peretikkahapon on myös osoitettu voivan aiheuttaa ärsytysoireita. Meijerillä käytettävissä pesuaineissa näitä yhdisteitä on jälkipakkausosaston laitteiden ja kuljettimien desinfiointiin tarkoitettussa P3-topactive DESissä. Aineiden pitoisuudet ovat kuitenkin sen verran al-

haiset, että altistuminen ei ole kovin voimakasta. Lisäksi altistuminen on melko lyhytkestoista, sillä desinfiointi suoritetaan vain kerran päivässä. [28, s. 247, 249]

Kaikki pesuaineet voivat aiheuttaa ärsytysoireita etenkin suurina pitoisuuksina. Lisäksi voimakkaasti emäksiset pesuaineet ovat syövyttäviä, joten niiden pääsy iholle, silmiin ja limakalvoille tulee estää. Voimakkaasti emäksiset ja happamat pesuaineet sisältävät usein liuottimia, jotka voivat imeytyä elimistöön ihon tai limakalvojen läpi aiheuttaen muun muassa ärsytystä, väsymystä ja keskittymisvaikeuksia. Projektin mukanaan tuomissa pesuaineissa liuottimia on päivittäisissä pesuissa sekä tehopesuissa käytettävissä tehokkaammissa pesuaineissa. Keskitetystä kemikaalisyötöstä tulevassa P3-topactive LA:ssa sekä voimakkaasti emäksisessä P3-topactive 200:ssa on liuottimena käytetty etanolia ja voimakkaasti happamassa P3-topax 56:ssa 2-(2-butoksietoksi)etanolia. Yleisesti ottaen monet alkoholit ovat kuitenkin vähemmän haitallisia kuin useat muut liuottimina käytetyt aineet. [27; 28, s. 248; 29, s. 506]

Pesuaineita käsiteltäessä yksi tärkeimmistä asioista työsuojelunäkökulmasta katsottuna on suojarustus. Suojarustuksen valinnassa on otettava huomioon niihin kohdistuva mekaaninen rasitus sekä käytettävät kemikaalit. Suojarustuksen on oltava kaikille sopiva, käytännöllinen sekä käytettävään tehtävään soveltuva. Työturvallisuuslaissa on esitetty velvoitteita henkilösuojaajia koskien sekä työnantajalle että työntekijälle. Työnantajan on arvioitava riskit, joiden torjumiseen tarvitaan henkilösuojaajia. Työntekijöiden käyttöön on annettava maksutta tarkoituksenmukaiset ja tarvittavat suojaimet, jonka lisäksi työnantajan on valvottava niiden käyttöä. Työntekijän velvollisuuksiin kuuluu käyttää ja huoltaa suojaajia annettujen ohjeiden mukaisesti sekä ilmoittaa niissä ilmenevistä vaaraa aiheuttavista vioista. [29, s. 510, 525]

Hämeenlinnan Osuusmeijerillä työntekijöille on annettu ohjeistus käyttää kumikäsineitä sekä suojalaseja aina oltaessa tekemisissä kemikaalien kanssa, etenkin mikäli joudutaan käsittelemään laimentamattomia kemikaaleja. Lisäksi pakkausosastolla ja jälkipakkausosastolla pesuja suoritettaessa suositellaan suojalasien sekä suojakäsineiden lisäksi käytettäväksi vähintäänkin suojaavaa esiliinaa sekä kumisaappaita. Työntekijöillä on myös mahdollista jälkipakkausosastoa pestessä käyttää halutessaan sadeasua sekä hengityssuojaajia tai koko kasvot peittävää suojusta. Tehopesuja suoritettaessa tulee kaikilla pesijöillä olla suojarustuksena vähintäänkin sadeasu, kumisaappaat, kumikä-

sineet sekä suojalasit. Näiden lisäksi voi myös halutessaan käyttää kasvo- sekä hengityssuojaimia. Pesuja suoritettaessa kumikäsineiden käyttö sekä märkyys rasittavat ihoa pesukemikaalien ohella. Nämä ongelmat voidaan ratkaista käyttämällä vaatteiden kastumisen estävää suojavarustusta sekä käyttämällä puuvillakäsineitä kumikäsineiden alla. [28, s. 248]

Työsuojeluvaltuutetun toiveesta meijerillä otettiin yhdessä pesusatelliitissa kokeilukäyttöön pesupistooli. Tämän avulla olisi tarkoitus parantaa työturvallisuutta, sillä pesupistooli on varustettu automaattisella paineenkatkaisulla. Pesupistoolissa on katkaisin, joka täytyy olla koko ajan pohjassa haluttaessa vaahdottaa tai huuhdella. Mikäli pesupistooli esimerkiksi vahingossa putoaa kädestä, katkeaa vedensyöttö välittömästi. Tällä tavoin voidaan estää pesuaineiden ja paineella suihkutetun veden roiskuminen ympäriinsä, mikäli pesuletku vahingossa karkaa käsistä. Pesupistooli on myös ergonomisesti muotoiltu, joten sen on tarkoitus vähentää käsiin kohdistuvaa kuormitusta pesemisen aikana. Myös vedenkulutusta saadaan vähennettyä pesupistoolin avulla, sillä se on helppo sulkea kuin normaali palloventtiilillä varustettu suutinosa. Työsuojelunäkökulmasta katsottuna pesupistooli on osoittautunut hyväksi ratkaisuksi. Jotkut työntekijät ovat kuitenkin valittaneet käden väsymistä pesupistoolia käytettäessä. Tämä voi kuitenkin johtua tottumattomuudesta uuteen asentoon, ja rasitus voi vähentyä ajan kuluessa. Kokeilua jatketaan edelleen ja käyttäjiltä kerätään palautetta pesupistoolista ja sen toimivuudesta. Mikäli pesupistooli todetaan hyväksi, voidaan ne ottaa käyttöön muissakin pesusatelliiteissa.

10 Puhtaustason määrittäminen

10.1 Näytteenotto

Tuotantoympäristön hygieniatason määrittämiseksi suoritetaan meijerillä säännöllisin väliajoin näytteenottokierroksia, joiden avulla tutkitaan eri kohteiden mikrobiologista puhtaustasoa. Tutkittavina kohteina ovat muun muassa pakkauslaitteet, jälkipakkaukset, kuljettimet ja viemärit. Kohteet valitaan joka kerta senhetkisen tarpeen mukaan. Kerran kuukaudessa otetaan omavalvontasuunnitelmaan sisältyvät viralliset näytteet, jotka lähetetään ulkopuoliselle taholle tutkittavaksi. Ne otetaan pääsääntöisesti

pakkauslaitteiden sisältä sekä läheltä pakkauslaitteita. Näillä kokeilla halutaan varmistaa, että tutkittavia maidon laadun tai tuoteturvallisuuden kannalta haitallisia mikrobeja ei esiinny näissä kohteissa. Lisäksi mikrobiologisen puhtauden kannalta ongelmallisista kohteista, kuten jälkipakkausosastolla olevista kuljettimista ja viemäreistä otetaan silloin tällöin pistokokeita. Mikäli virallisissa kokeissa löytyy epäpuhtauksia, suoritetaan tehostettu puhdistus, jonka jälkeen kohteen puhdistuminen tarkistetaan pikakokeilla. Omassa laboratorioissa tutkittavien pikakokeiden näytteitä otetaan tarkistuskokeiden lisäksi enimmäkseen ongelmakohdista, joissa on pidemmällä aikavälillä esiintynyt tutkittavia mikrobeja tai joissa niitä voidaan olettaa esiintyvän. Projektin aikana suoritettiin tihennettyä puhtausseurantaa, jotta pystyttiin tutkimaan pesujen tehostamisen vaikutusta mikrobiologiseen puhtaustasoon.

Lakisäätöiden kokeiden näytteiden ottamisesta vastaa meijerin laboratoriohenkilökunta. Sivelymenetelmällä otetut näytteet lähetetään Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n laboratorioon, jossa näytteet tutkitaan PCR:ään perustuvalla testausmenetelmällä. Pikakokeet tutkitaan meijerin omassa laboratorioissa käyttäen tutkittavien mikrobien havaitsemiseen tarkoitettuja menetelmiä.

10.2 Tulokset

Puhtauskokeista koottiin projektin aikana vuosilta 2009 ja 2010 taulukot, joihin on kerätty osastoittain kaikki kohteet, joista näytteitä on kyseisen vuoden aikana otettu. Taulukkoon merkitään erikseen jokainen näytteenottokerta sekä tutkittujen kohteiden kohdalle onko epäpuhtauksia todettu vai ei. Tämän taulukon avulla pystytään katsomaan mistä näytteitä on viime aikoina otettu, jotta ne saataisiin otettua tasaisesti eri kohteista. Koska kyseinen taulukko on melko suuri, on siitä koottu myös tiivistetty versio, jossa ei ole eritelty eri näytteenottokertoja. Siinä on kuitenkin kaikki kohteet sekä niistä otettujen kaikkien näytteiden määrät, todettujen tapausten määrät sekä todettujen tapausten prosenttiosuus kaikista näytteistä. Liitteessä 1 on esitetty tiivistetyt taulukot eri osastoilta vuodelta 2010. Taulukossa 1 on esitetty pakkauslaitteista, taulukossa 2 jälkipakkausosastolta, taulukossa 3 viemäreistä sekä lattioista ja taulukossa 4 palautuvan materiaalin osastolta otettujen näytteiden tulokset. Taulukoista on nähtävissä, että yhtä tapausta lukuun ottamatta kaikki todetut tapaukset ovat olleet jälkipakkausosastolla tai viemäreissä. Yksittäinen pakkausosastolle merkitty tapaus on myös

osittain jälkipakkausosastolla ilmenevä ongelma, sillä kyseinen kuljetin on pääosin jälkipakkausosaston puolella eikä ole kosketuksissa pakkaamattomien tuotteiden kanssa.

Ongelmallisten kohteiden havainnollistamisen kannalta on vuoden 2010 puhtauskokeiden perusteella koottu taulukko, jossa on huomioitu vain kohteet, joissa epäpuhtauksia on todettu. Taulukossa on kaikkien kohteesta otettujen näytteiden määrä ja todettujen tapausten määrä sekä niiden osuus kaikista kohteen näytteistä vuoden 2010 ajalta. Tämä taulukko on esitetty liitteen 2 taulukossa 1. Taulukosta on helposti havaittavissa, että mikrobien kannalta ongelmallisimmat kohteet ovat laatikkopakareiden kuljetimet sekä viemärit.

11 Lopputilannekartoitus

11.1 Puhtaustilanne

Puhtaustason kehittymisen seuraamista varten puhtauskokeista koottiin taulukot (liite 3), joissa verrataan keskenään vuotta 2009, vuotta 2010 sekä projektin aikaista tilannetta 16.8.2010 alkaen. Elokuun puoliväli otettiin puhtauskokeiden kannalta lähtöpisteeksi projektin aikaiselle tilanteelle, sillä siihen mennessä oli jo saatu otettua käyttöön joitakin muutoksia, joilla toivottiin olevan vaikutusta puhtaustasoon. Vuoden 2010 ja projektin aikaiset tulokset on esitetty 9.12.2010 asti, jolloin otettiin viimeiset projektiin liittyvät puhtauskokeet. Taulukoihin on koottu ainoastaan kohteet, joissa jollakin vertailtavista ajankohdista oli todettu epäpuhtauksia. Liitteen 3 taulukoista 1 ja 2 on nähtävissä, että todettujen tapausten osuus kaikista otetuista näytteistä on laskenut vuodesta 2009 vuoteen 2010. Vuonna 2009 todettujen osuus näissä kohteissa oli 39,8 % kaikista otetuista näytteistä. Vuoden 2010 aikana otetuissa kaikissa kokeissa vastaava osuus oli laskenut 26,7 %:iin. Lisäksi liitteen 3 taulukoista 2 ja 3 on havaittavissa, että projektin aikana todettuja tapauksia on ollut suhteessa vähemmän kuin kokonaisuudessaan vuonna 2010. Projektin aikana saatu luku oli ainoastaan 17,2 %. Suunta on siis oikea, mutta tavoitteena ollutta nollatoleranssia ei kuitenkaan saavutettu.

Mielestäni tämän tyylistä vertailua voidaan pitää melko luotettavana mittarina mikrobiologisen puhtaustason seurannan kannalta, koska vertailussa ovat mukana vain kohteet, joissa epäpuhtauksia on esiintynyt lähiaikoina. Tällöin puhtaista kohteista otetut varmuuskokeet eivät vaikuta todettujen tapausten osuuteen. Ainoana ongelmana projektin aikana tehdyssä vertailussa on se, että siinä on otettu yhdeksi vertailukohdaksi vuosi 2010 kokonaisuudessaan, jolloin myös projektin aikainen tulos vaikuttaa siihen. Mikäli lasketaan sama prosentuaalinen osuus todetuille tapauksille ennen 16.8.2010 otetuista kokeista vuonna 2010, saadaan tulokseksi 36,2 %. Tämä ei eroa merkittävästi vuodesta 2009, jolloin vastaava luku oli 38,8 %. Sen sijaan ero on merkittävä verrattuna projektin aikana saatuihin tuloksiin, joissa todettujen tapausten osuus oli 17,2 %. Sen jälkeen, kun projektissa alettiin ottaa muutoksia käyttöön, on todettujen tapausten osuus enemmän kuin puolittunut alkuvuoden tulokseen verrattuna. Tästä voidaan päätellä, että projektissa tehdyillä muutoksilla on ollut suuri vaikutus puhtaustason paranemiseen.

11.2 Saavutetut parannukset

Osa rakenteellisista muutoksista, joita oli suunniteltu tehtäväksi jo projektin alussa, viivästyivät pääasiassa tehdaspalveluhenkilöstön kiireiden vuoksi. Kesän aikana meijerillä työskenteli tehdaspalveluhenkilöstön apuna myös talon ulkopuolisia henkilöitä, mutta heidänkin aikansa kului lähinnä uuden pakkauskoneen asennustöissä. Projektiin liittyvien uusien laitteiden asennus saatiin kuitenkin suoritettua melko ripeästi. Uudet pesusatelliitit ja sulkutilojen laitteet olivat oleellinen osa projektin onnistumista, joten oli tärkeää saada ne käyttöön hyvissä ajoin. Sen sijaan vanhojen laitteiden modifioinnit sekä korjaustyöt etenivät kohtalaisen hitaalla aikataululla. Esimerkiksi puhtaustason ylläpitämistä vaikeuttavien ylimääräisten kotelointien poisto jälkipakkausosastolta saatiin suoritettua osittain vasta projektin loppuvaiheessa ja osa vanhojen laitteiden modifioinnista on yhä kesken.

Työntekijöiltä on tullut palautetta, että nykyisin jälkipakkausosastolla on ainakin silmämääräisesti puhtaampaa kuin ennen, joten pesujen lisäämisellä on ollut vaikutusta yleiseen puhtauteen. Uudistettuihin tehopesupäiviin on myös oltu tyytyväisiä, sillä ne ovat aiempia tehopesuja kevyempiä suorittaa. Mekaanista hankausta on näissä pesuissa voitu vähentää käytettäessä tehokkaampia pesuaineita. Projektin aikana käyttöön tul-

leista pesuaineista jälkipakkausosaston laitteiden desinfiointiin käytettävästä P3-topactive DESistä tuli alkuun palautetta, sillä siinä on melko voimakas etikan haju. Aiemmin käytetyt pesukemikaalit olivat tuoksultaan neutraaleja, joten kesti hetki, ennen kuin uuden kemikaalin tuoksuun totuttiin.

11.3 Projektin jatkuminen

Puhtaustason kehittämistä jatketaan osittain jo tehtyjen muutosten avulla. Lisäksi uusia menetelmiä kehitetään sekä tehtyjä muutoksia hiotaan vielä paremmiksi saadun palautteen perusteella. Yhtenä osana projektin jatkoa on vanhojen laitteiden modifiointi, jota ei saatu loppuun projektin aikana. Ennen viimeisiä päätöksiä sopimuksen solmimisesta Ecolab Oy:n kanssa mikrobiologisen puhtaustason kehittymistä seurataan edelleen.

Tulevaisuudessa olisi tarkoitus saada tehtyä loppuun laatikko-, rullakko- ja alusvaunu-pesureiden suunnitellut muutokset. Tavoitteena olisi saada muodostettua pesureihin erilliset osastot pesulle ja huuhtelulle, jotta niissä voitaisiin ottaa käyttöön pesukemikaalit. Myös suutinten määrät, koot ja suuntaukset tullaan tarkistamaan, jotta saadaan aikaan mahdollisimman hyvä pesutulos.

Automaattisten ratapesujen parannukset ovat edelleen kesken projektin loppuessa, mutta niitä on tarkoitus jatkaa, jotta pesut saataisiin suoritettua entistä useammin ilman uhkaa tuoteturvallisuuden vaarantumisesta. Tällä hetkellä pesujen aikana roiskuu liian paljon likaista vettä ympäristöön, jotta pesuja voitaisiin suorittaa ilman, että kaikki pakkaus koneet on pestävä ratapesun jälkeen. Koska kaikki koneet on pestävä pesun jälkeen, on harvoin riittävästi aikaa suorittaa automaattinen ratojen pesu. Nykyistä useammin suoritettavalla ratojen automaattisella pesulla voitaisiin osaltaan pidentää tehopesujen suoritusväliä, sillä radat saataisiin puhdistettua myös vaikeasti pestäviltä alueilta. Automaattisia ratapesuja on myös suunnitelmissa laajentaa sekä palautuvan materiaalin osastolle että uuden koneen myötä tulleille radoille. Laajennustöiden suunnittelu on kesken eikä lopullista päätöstä laajennuksesta ole vielä tehty.

Projektin päättymisen jälkeen on tapahtunut kehitystä sekä lattioiden korjauksen että viimeistenkin hygieniasulkujen uusimisen suhteen. Vanhat laattalattiat on päätetty uu-

sia kokonaan ja vaihtaa laatat helpommin puhtaana pidettävään pintamateriaaliin. Viimeiselle kahdelle vanhalle hygieniasululle on myös tilattu uudet Doorway Sanitation System -laitteet, jotka tullaan asentamaan paikoilleen lähiaikoina. Lisäksi pukuhuoneiden ja pakkausosaston väliseen hygieniasulkuun on saatu asennettua oven lukitusjärjestelmä, jolla kontrolloidaan käsien desinfiointia.

Lähteet

- 1 Ijäs, Tuija & Välimäki, Maija-Liisa. 2002. Elintarvikehygieniä ja -lainsäädäntö. Uudistetun laitoksen 2. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.
- 2 Dairy Microbiology. Verkkodokumentti. <<http://www.foodscience.uoguelph.ca/dairyedu/micro.html>>. Luettu 14.2.2011.
- 3 Koskenkorva, Anneli & Välimäki, Maisa. 1987. Elintarviketeollisuuden mikrobiologia ja hygienia. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 4 Kivioja, Saara – Uhrman, Marjaliisa – Välimäki, Marja-Liisa. 1987. Ruokatalouden mikrobiologia ja hygienia 1. Uudistettu laitos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 5 Ruokamyrkytykset. Verkkodokumentti. <<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/ruokamyrkytykset/>>. Luettu 28.12.2010.
- 6 Pasanen, Tuula: Hygieniaosaamisen perusteita. Helsinki: Työväen sivistysliitto TSL RY.
- 7 Montville, Thomas J. & Matthews, Karl R. 2005. Food microbiology. An introduction. Washington, DC: ASM Press.
- 8 Food Microbiology. Fundamentals and frontiers. Third Edition. 2007. Toimittaneet Michael P. Doyle ja Larry R. Beuchat. Washington, DC: ASM Press.
- 9 Korkeala, Hannu (toim.). 2007. Elintarvikehygieniä. Ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia. 1. painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- 10 Peltosaari, Leena & Raukola Hilikka. 1984. Ruokatalouden ja puhtaanapidon mikrobiologia ja hygienia 3 opistoasteelle. 4., tarkistettu painos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 11 Simões, Manuel – Simões, Lúcia C. – Vieira, Maria J. 2010. A review of current and emergent biofilm control strategies. LWT – Food Science and Technology volume 43, issue 4. May 2010, s. 573-583.
- 12 Hygieniaopas. Elintarvikehygienian perusteet. 2003. Pori: Elintarvike ja Terveyslehti.
- 13 Wirtanen, Gun (toim.). 2002. Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniaongelmien ja Listeria monocytogeneksen hallintakeinot. VTT Publications 480. Espoo: Otamedia Oy.
- 14 Poulsen, Lena Venø. 1999. Microbial Biofilm in Food Processing. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, volume 32, issue 6. September 1999, s. 321-326.
- 15 Maidon ja maitopohjaisten tuotteiden valmistukselle asetettavat hygieniavaatimukset (maitohygienia-asetus). Maa- ja metsätalousministeriön asetus nro 31/EEO/2001.

- 16 Microbial Ecology of Foods. Volume 1. Factors Affecting Life and Death of Microorganisms. 1980. Toimittaneet J. H. Silliker, R.P. Elliot, A. C. Baird-Parker, F. L. Bryan, J. H. B. Christian, D. S. Clark, J. C. Olson ja T. A. Roberts. London: Academic Press Limited.
- 17 Wirtanen, Gun – Langsrud, Solveig – Salo, Satu – Olofson, Ulla – Alnås, Harriet – Neuman, Monika – Homleid, Jens Petter – Mattila-Sandholm, Tiina. 2002. Evaluation of sanitation procedures for use in dairies. VTT Publications 481. Espoo: Otamedia Oy.
- 18 Toivanen, Laura. 2009. *Listeria monocytogenes* -bakteerin biofilmin määrittäminen mikrotiitterilevymenetelmällä. Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto.
- 19 Biofilms in the Food Environment. First edition. 2007. Toimittaneet Hans P. Blaschek, Hua H. Wang, Meredith E. Agle. Oxford: Blackwell Publishing Professional.
- 20 Uusi pintahygieniaopas. 1999. Toimittaneet Keijo Houhala, Seija Levo, Marjatta Rahkio, Gun Wirtanen ja Tapio Välikylä. Pori: Elintarvike ja Terveys -lehti.
- 21 Puhdistusohjelma ja puhtauden tarkkailuohjelma hygienialain mukaisessa laitoksessa. Elintarvikeviraston ohje nro 662/32/03.
- 22 Välikylä, Tapio (toim.). 2002. Hygieniaosaamislainsäädäntö. Pori: Elintarvike ja Terveys -lehti.
- 23 Elintarvikelaki. 13.1.2006/23.
- 24 Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasta. 37/EEO/2006.
- 25 Terveysturvallisuusasetus. 16.12.1994/1280.
- 26 Mielikäinen, Mikko – Pukari, Anna-Riikka – Toivonen, Kallepekka. 6/03. Työturvallisuus. Pesu- ja desinfiointiaineet. Espoo: Maatalousyrittäjien eläkelaitos.
- 27 Ecolab. Verkkodokumentti. <www.ecolab.fi>. Luettu 14.6.2010.
- 28 Pietiläinen, Rauni. 2005. Kemikaalit ja työ. Selvitys työympäristön kemikaaliriskeistä. Helsinki: Työterveyslaitos.
- 29 Karhula, Anna-Liisa. 2008. Työhygienia. Helsinki: Työterveyslaitos.

Puhtauskoetaulukot kaikista näytekohteista vuodelta 2010

Taulukko 1. Puhtauskoekesien tulokset pakkauskooneista otetuista näytteistä.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
PK1	täyttö kaikki	4	0	0 %
	täytön alue	2	0	0 %
	ulostulorata	1	0	0 %
	täyttö	3	0	0 %
	pohja	1	0	0 %
	muotisto	1	0	0 %
PK2	2A täyttö	3	0	0 %
	2B täyttö	5	0	0 %
	täytön alue A	1	0	0 %
	täytön alue B	1	0	0 %
	2A pohja	1	0	0 %
	2A vaaka	1	0	0 %
	2A palautusmaito	1	0	0 %
	2B palautusmaito	1	0	0 %
PK3	3A täyttö	3	0	0 %
	3B täyttö	5	0	0 %
	3A ulostulo(rata)	2	0	0 %
	3B ulostulo(rata)	1	0	0 %
	täytön alue A	1	0	0 %
	täytön alue B	3	0	0 %
	3A pohja	1	0	0 %
	suppilon kansi	1	0	0 %
PK4	täyttö kaikki	5	0	0 %
	täyttö 1-4	1	0	0 %
	täytön alue 5-8	2	0	0 %
	tölkkiikuljetin	1	0	0 %
	pohja	1	0	0 %
	ulostulorata	3	1	33 %
PK5	täyttö kaikki	3	0	0 %
	täytön alue 5-8	1	0	0 %
	täytön alue	1	0	0 %
	pohja	1	0	0 %
	ulostulo	1	0	0 %
	palautussäiliö	1	0	0 %
NOVO	täyttö A	5	0	0 %
	täyttö B	3	0	0 %
	täytön alue A	1	0	0 %
	täytön alue B	1	0	0 %
	täytön alapuoli	1	0	0 %
PK7	7B täyttö	1	0	0 %
	7A pohja	1	0	0 %
	ulostulo	1	0	0 %
	7A rata	1	0	0 %
	7B rata	1	0	0 %

Taulukko 2. Puhtauskokeiden tulokset jälkipakkausosastolta otetuista näytteistä.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
LP1	laatikkorata vasen	4	1	25 %
	laatikkorata oikea	5	1	20 %
	alusvaunurata	1	1	100 %
	alusvaunukuljetin vasen	8	3	38 %
	alusvaunukuljetin oikea	4	2	50 %
	ryhmittelyrata	3	0	0 %
	tölkkirata PK4:n vierestä	1	0	0 %
LP2	laatikkorata vasen	7	2	29 %
	laatikkorata oikea	10	4	40 %
	alusvaunukuljetin vasen	6	1	17 %
	alusvaunukuljetin oikea	6	1	17 %
	ryhmittelylevy	1	0	0 %
	ryhmittelyrata	1	0	0 %
	laatikko ylärata	2	0	0 %
	laatikko ylärata oik. tölkkiikuljetin	1 1	0 0	0 % 0 %
LP3	laatikkorata vasen	4	1	25 %
	laatikkorata oikea	6	1	17 %
	alusvaunukuljetin vasen	7	2	29 %
	alusvaunukuljetin oikea	3	0	0 %
	LP3A täyttörata	1	0	0 %
LP4	laatikkorata vasen	2	0	0 %
	laatikkorata oikea	1	0	0 %
	alusvaunukuljetin vasen	1	0	0 %
	laatikon ylärata vas.	1	0	0 %
	alusv. ylärata	1	0	0 %
RP1	täyttörata	2	0	0 %
	ryhmittelylevy	2	0	0 %
RP2	RP2B tölkkiikuljetin	1	0	0 %
	RP2A tölkkiikuljetin	1	0	0 %
	RP2A pöytälevy	1	0	0 %
	täyttölevy oikea	2	0	0 %
	täyttörata vasen	1	0	0 %
	täyttörata oikea	1	0	0 %
RP3	ryhmittelylevy	2	0	0 %
	tölkkiikuljetin	1	0	0 %
yläradat	alusvaunukuljetin vas.	1	0	0 %
	laatikkokuljetin vas.	2	0	0 %
rullakkoradat	oik. alarata	1	0	0 %
	oik.ylärata palmatin pää	1	0	0 %

Taulukko 3. Puhtauskokeiden tulokset viemäreistä ja lattioilta otetuista näytteistä.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
Viemärit	RP2/LP1	7	3	43 %
	PK1	2	0	0 %
	LP3	6	3	50 %
	NOVO B	2	0	0 %
	MS1	6	0	0 %
	PK2-PK3	1	0	0 %
	GS1	3	0	0 %
	PK3/MS, keskilattia	3	2	67 %
	RS3	1	0	0 %
	RS1/ES5	2	0	0 %
	ES1	1	0	0 %
	GS5	1	0	0 %
	RS10	1	0	0 %
	KS1	1	0	0 %
	valvomon ja kahvihuoneen väli	1	0	0 %
	LP4/RP3	6	1	17 %
	ezpi	1	0	0 %
	palmat, keskilattia	2	0	0 %
	PK4	5	0	0 %
	CP3	1	1	100 %
PK7	1	0	0 %	
PK7A	2	0	0 %	
Lattiat	PK2 ja PK3 välinen lattia	1	0	0 %

Taulukko 4. Puhtauskokeiden tulokset palautuvan materiaalin osastolta otetuista näytteistä.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
av.kuljetin	vas. pesurin jälkeen	1	0	0 %
	oik. pakk. menevä rata	1	0	0 %
rull.kuljetin	vas. alarata	1	0	0 %
	oik. pesurin rata	1	0	0 %
ltk.kuljetin	vas. rata pinonpurkajalle	1	0	0 %
	vas. pesurien välinen rata	1	0	0 %
	pesurien jälkeinen rata	1	0	0 %
	vas. pakk. menevä rata	1	0	0 %

Puhtauskoetaulukko todetuista kohteista

Taulukko 1. Näytteenottokohteet, joissa on todettu mikrobiologisia epäpuhtauksia vuonna 2010 sekä niistä otetut kaikki näytteet ja todetut tapaukset.

Kohde		Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
PK4	ulostulorata	3	1	33 %
LP1	laatikkorata vasen	4	1	25 %
	laatikkorata oikea	5	1	20 %
	alusvaunurata	1	1	100 %
	alusvaunukuljetin vasen	8	3	38 %
	alusvaunukuljetin oikea	4	2	50 %
LP2	laatikkorata vasen	7	2	29 %
	laatikkorata oikea	10	4	40 %
	alusvaunukuljetin vasen	6	1	17 %
	alusvaunukuljetin oikea	6	1	17 %
LP3	laatikkorata vasen	4	1	25 %
	laatikkorata oikea	6	1	17 %
	alusvaunukuljetin vasen	7	2	29 %
Viemärit	RP2/LP1	7	3	43 %
	PK3/MS, keskilattia	3	2	67 %
	LP4/RP3	6	1	17 %
	CP3	1	1	100 %
	LP3	6	3	50 %

Todettujen kohteiden vertailutaulukot

Taulukko 1. Vuosien 2009 ja 2010 aikana mikrobiologisia epäpuhtauksia sisältäneet kohteet ja niistä otetut näytteet vuodelta 2009.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
PK1	täytön alue	9	1	11,1 %
PK2	täytön alue	5	1	20,0 %
PK4	ulostulorata			
NOVO	täytön alue	7	1	14,3 %
LP1	laatikkorata vasen	2	1	50,0 %
	laatikkorata oikea	9	9	100,0 %
LP2	alusvaunurata			
	alusvaunukuljetin vasen	2		
	alusvaunukuljetin oikea	2		
	tölkkiikuljetin	8	6	75,0 %
	laatikkorata vasen	7	3	42,9 %
LP3	laatikkorata oikea	4		
	alusvaunukuljetin vasen	2	1	50,0 %
	alusvaunukuljetin oikea	9	5	55,6 %
RP1	laatikkorata vasen	4	1	25,0 %
	laatikkorata oikea			
Viemärit	alusvaunukuljetin vasen	9	3	33,3 %
	tölkkiikuljetin	8	1	12,5 %
Lattiat	RP2/LP1	11	9	81,8 %
	PK3/MS, keskilattia			
	LP4/RP3	9	1	11,1 %
	CP3			
	LP3	1	1	100,0 %
	MS1	7	1	14,3 %
	PK4	9	2	22,2 %
	B7	1	1	100,0 %
	RP1-LP3	1	1	100,0 %
YHTEENSÄ		126	49	38,9 %

Taulukko 2. Vuosien 2009 ja 2010 aikana mikrobiologisia epäpuhtauksia sisältäneet kohteet ja niistä otetut näytteet vuodelta 2010.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
PK1	täytön alue	2		
PK2	täytön alue	2		
PK4	ulostulorata	3	1	33,3 %
NOVO	täytön alue	2		
LP1	laatikkorata vasen	4	1	25,0 %
	laatikkorata oikea	5	1	20,0 %
	alusvaunurata	1	1	100,0 %
	alusvaunukuljetin vasen	8	3	37,5 %
	alusvaunukuljetin oikea	4	2	50,0 %
	tölkkiikuljetin	4		
LP2	laatikkorata vasen	7	2	28,6 %
	laatikkorata oikea	10	4	40,0 %
	alusvaunukuljetin vasen	6	1	16,7 %
	alusvaunukuljetin oikea	6	1	16,7 %
LP3	laatikkorata vasen	4	1	25,0 %
	laatikkorata oikea	6	1	16,7 %
	alusvaunukuljetin vasen	7	2	28,6 %
RP1	tölkkiikuljetin	1		
Viemärit	RP2/LP1	7	3	42,9 %
	PK3/MS, keskilattia	3	2	66,7 %
	LP4/RP3	6	1	16,7 %
	CP3	1	1	100,0 %
	LP3	6	3	50,0 %
	MS1	6		
	PK4	5		
Lattiat	B7			
	RP1-LP3			
YHTEENSÄ		116	31	26,7 %

Taulukko 3. Vuosien 2009 ja 2010 aikana mikrobiologisia epäpuhtauksia sisältäneet kohteet ja niistä otetut näytteet 16.8.2010 alkaen.

Kohde	Tarkennus	Kokeet (kpl)	Todetut (kpl)	Todettujen osuus
PK1	täytön alue			
PK2	täytön alue			
PK4	ulostulorata	3	1	33,3 %
NOVO	täytön alue			
LP1	laatikkorata vasen	2		
	laatikkorata oikea	4		
	alusvaunurata			
	alusvaunukuljetin vasen	4	2	50,0 %
	alusvaunukuljetin oikea	2		
	tölkkiikuljetin			
LP2	laatikkorata vasen	4	1	25,0 %
	laatikkorata oikea	4	1	25,0 %
	alusvaunukuljetin vasen	4		
	alusvaunukuljetin oikea	3		
LP3	laatikkorata vasen	2		
	laatikkorata oikea	3		
	alusvaunukuljetin vasen	4	1	25,0 %
RP1	tölkkiikuljetin	1		
Viemärit	RP2/LP1	3	1	
	PK3/MS, keskilattia	1		
	LP4/RP3	4	1	25,0 %
	CP3	1	1	100,0 %
	LP3	3	1	33,3 %
	MS1	2		
	PK4	4		
	B7			
Lattiat	RP1-LP3			
YHTEENSÄ		58	10	17,2 %