

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Biotekniikka

2014

Tommi Pitkänen

VEHNÄTÄRKKELYS- PROSESSI

– Hygienian huomioiminen suunnittelussa



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tommi Pitkänen

VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSI – HYGIENIAN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA

Elomatic-Statech vehnätärkkelysprosessi on Elomatic Oy:n omistama kansainvälisesti tunnettu vehnätärkkelyksen tuotantoteknologia, joka pystyy hyödyntämään lähes kaikenlaatuisen raaka-aineen ja tuottamaan siitä minimaalisella tuoreveden kulutuksella ja korkealla saannolla korkealaatuista natiivitärkkelystä ja gluteenia. Vehnän prosessoinnissa syntyy lisäksi sivutuotejää, josta voidaan valmistaa esimerkiksi eläinrehua ja B-tärkkelyssiirappia.

Vehnätärkkelysprosessin tuotteita käytetään elintarvikkeissa raaka-aineina, eläinrehuna ja rehun raaka-aineina. Tästä syystä prosessin tulee täyttää elintarvike- ja rehuntuotantoa koskevat hygieniamääräykset ja lait.

Opinnäytetyön tarkoituksena on toimia oppaana hygienian huomioimisesta Elomatic-Statech prosessin suunnittelussa. Se on tarkoitettu ennen kaikkea Elomatic Oy:n suunnittelijoille, joilla ei ole aiempaa kokemusta Elomatic-Statech prosessista. Tässä opinnäytetyössä esitellään Elomatic-Statech prosessi ja tuodaan esille hygienianäkökantoja jotka tulisi suunnittelussa huomioida. Opinnäytetyössä käsitellään lyhyesti vehnätärkkelysprosessia koskevia lakeja ja määräyksiä sekä esitellään joitakin laite- ja laitoshygienia-alan järjestöjä, jotka antavat neuvontaa ja ohjeita laitoksen ja laitteiden hygieeniseen suunnitteluun. Opinnäytetyössä käydään läpi tuotteiden hygieenisia laatuvaatimuksia, keskeisimmät kontrolloitavat mikrobit ja hygieenisen riskin aiheuttavat kontaminaatioreitit. Lisäksi käsitellään Elomatic-Statech prosessin HACCP-periaatteella määritellyt hygienian kannalta kriittisimmät osaprosessit ja hygienian huomioiminen niissä sekä hygienian huomioiminen esimerkiksi layout- ja putkisto-suunnittelussa.

ASIASANAT:

gluteeni, HACCP, hygienia, hygieeninen suunnittelu, kontaminaatio, vehnätärkkelys, prosessi, rehu, siirappi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and food technology | Biotechnology

2014 | 57

Instructors: Raimo Pärssinen, Principal Lecturer | Pasi Leimu, Project Manager, Elomatic Ltd

Tommi Pitkänen

WHEAT STARCH PROCESS – CONSIDERING HYGIENE IN DESIGN

The Elomatic-Statech Process is an internationally renowned wheat starch process technology owned by Elomatic Ltd. The process produces the highest quality A-starch and gluten at high yields with minimum fresh water consumption. The process also produces byproducts such as animal feed and B-starch syrup.

Because the products of the process are used as ingredients in foodstuffs and as animal feed and animal feed ingredients, the process must fulfill laws and regulations concerning food and feed hygiene.

The purpose of this thesis is to act as a guide for designers at Elomatic Ltd. with little or no previous experience with the Elomatic-Statech wheat starch process. The purpose is to introduce the process and bring forward questions concerning hygienic issues in the process based on the HACCP principle which should be taken into account in process design. A further purpose is to offer some answers and solutions to said questions. Laws and regulations concerning the process are briefly introduced along with some essential equipment and plant hygiene organizations as well as the most important contaminants and contamination routes.

KEYWORDS:

contamination, feed, gluten, HACCP, hygiene, hygienic design, process, syrup, wheat starch

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	8
2 ELINTARVIKEHYGIENIA JA VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSIA KOSKEVAT LAIT, STANDARDIT JA OHJEISTUKSET	9
2.1 Elintarvikehygienia	9
2.2 Vehnätärkkelysprosessia koskevat lait ja määräykset	9
2.3 Codex Alimentarius komissio (FAO, WHO)	10
2.4 HACCP-järjestelmä	11
2.5 Euroopan unioni ja Suomi	11
2.5.1 Euroopan elintarvikevirasto (European Food Safety Authority, EFSA)	12
2.5.2 Elintarviketurvallisuusvirasto Evira (Suomi)	12
2.6 Kansalliset ja kansainväliset standardit	12
2.7 Keskeisiä laitos- ja laitehygienia-alan järjestöjä	13
2.7.1 EHEDG (European Hygienic Engineering & Design Group)	13
2.7.2 NSF International	14
2.7.3 3-A Sanitary Standards, Inc. (3-A SSI)	14
2.7.4 EFISC (European Feed Ingredients Safety Certification)	15
3 KONTAMINAATIOT JA KESKEISET KONTAMINAATIO-REITIT VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSISSA	16
3.1 Kontaminaatiot	16
3.2 Keskeiset kontaminaatioreitit vehnätärkkelysprosessissa	16
3.2.1 Raaka-aine	16
3.2.2 Pieneläimet ja hyönteiset	17
3.2.3 Käyttö-, huolto- ja puhtaanapitohenkilökunta	17
3.2.4 Avoimet laitteet, laitteet ja niiden materiaalit	17
3.2.5 Ilmastointi	18
3.2.6 Vesi ja höyry	18
4 RAAKA-AINEEN JA TUOTTEIDEN HYGIENIAVAATIMUKSET, SEKÄ KESKEISET KONTROLLOITAVAT MIKROBIT	19
4.1 Vehnätärkkelysprosessin kannalta keskeisimmät kontrolloitavat mikrobit	20
4.1.1 Salmonella	20
4.1.2 Escherichia coli	21

5 ELOMATIC-STATECH VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSI	22
5.1 Prosessin kuvaus	22
5.1.1 Viljan vastaanotto	23
5.1.2 Viljan puhdistus, valmennus (temperointi) ja jauhatus	23
5.1.3 Jauhon ja leseän käsittely	24
5.1.4 Vesi/jauho-sekoitus ja fraktiointi	24
5.1.5 Gluteenin kypsytytys ja agglomerointi	26
5.1.6 Kuidunerotus ja A-tärkkelyksen pesu	28
5.1.7 Prosessivesi 1:n selkeytys	28
5.1.8 A-tärkkelyksen vedenpoisto, kuivaus ja pakkaus	28
5.1.9 A-tärkkelyslietteen käsittely	29
5.1.10 Gluteenin vedenpoisto, kuivaus ja pakkaus	29
5.1.11 Kuidun vedenpoisto	29
5.1.12 B-kuidun seulonta ja gluteenin talteenotto	30
5.1.13 A-tärkkelyksen talteenotto	30
5.1.14 B-tärkkelyksen pesu	30
5.1.15 Prosessivesi 2:n selkeytys	30
5.1.16 Eläinrehulinja, B-tärkkelyksellä	31
5.1.17 Eläinrehulinja ilman B-tärkkelystä	32
5.1.18 B-tärkkelys siirappilinja	33
5.1.19 Jäteveden esikäsitteily	34
5.1.20 CIP (Cleaning In Place)	35
6 HYGIENIAN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA	36
6.1 Laitoksen ympäristö	36
6.2 Laitosrakennus	37
6.2.1 Sisäseinät ja katto	38
6.2.2 Lattiat	39
6.2.3 Lattiakanavat	40
6.3 Osastointi, osaprosessit, kulkureitit ja allastus (Layout-suunnittelu)	41
6.4 Prosessisuunnittelu	42
6.4.1 Laittevalinnat ja laitemääritys	42
6.4.2 Säiliöiden mitoitus	43
6.5 CIP ja säiliöiden erillispesut	43
6.5.1 CIP-periaate	43
6.5.2 CIP Elomatic-Statech prosessissa	44

6.5.3 Säiliöiden erillispesu	44
6.6 Putkistosuunnittelu	45
6.7 Ilmastointi ja pölynpoisto	46
6.8 Suunnittelussa laadittavat hygieniaan liittyvät dokumentit	47
6.9 Hygienia kannalta kriittiset kohteet ja osaprosessit	48
6.9.1 Viljan vastaanotto	48
6.9.2 Viljan esipuhdistus	48
6.9.3 Fraktiointi (avoimet suppilot)	48
6.9.4 Leporumpu ja leporummun päätykaukalo	49
6.9.5 Kaariseulat	49
6.9.6 Gluteenin vedenpoistoruuvi	50
6.9.7 A-tärkkelyksen kontrolliseula	51
6.9.8 Kuivurit	51
6.9.9 B-siirappisäiliöt	53
6.9.10 Jäähdytysvesitorni ja jäähdytysvesijärjestelmä	54
7 LOPUKSI	55
LÄHTEET	56

KUVAT

Kuva 1. Vesi/jauho-sekoitin (Elomatic 2010).	25
Kuva 2. Leporumpu (Elomatic 2000).	26
Kuva 3. Gluteenin agglomeraattori (Elomatic 2010).	27
Kuva 4. Kaariseula (Elomatic 2000).	27
Kuva 5. Ruuviprüssi (vikaspumps.com).	50
Kuva 6. Flash-kuivuri (VetterTec GmbH 2014).	52
Kuva 7. Rengaskuivuri (VetterTec GmbH 2014).	52

KUVIOT

Kuvio 1. Prosessin havainnekaavio.	23
Kuvio 2. Hygieeninen lattiakanava (Wierenga & Holah 2003, muokattu).	40

TAULUKOT

Taulukko 1. Tuotteiden hygieeniset laatuvaatimukset (Nurmi 2013b).

19

1 JOHDANTO

Elomatic Oy on vuonna 1970 perustettu yksityisomistuksessa oleva maailmanlaajuisesti toimiva konsultti- ja insinööritoimisto, joka toimii tehdas-, laiva- ja mekaniikkasuunnittelualalla sekä insinööripalvelujen ja projektinhallinnan palvelujen tuottamisessa kattaen alkuinvestoinnin, tuotteen kehitysvaiheen sekä koko teknisen investoinnin elinkaaren.

Elomatic Oy omistaa kansainvälisesti tunnetun vehnätärkkelyksen tuotantoteknologian Elomatic-Statech prosessin (aiemmalta nimeltään Raisio prosessi). Elomatic-Statech prosessi on kehitetty hyödyntämään lähes kaikenlaatuinen raaka-aine, josta tuotetaan minimaalisella tuoreveden kulutuksella ja korkealla saannolla korkealaatuista natiivitärkkelystä ja gluteenia. Lisäksi vehnän prosessoinnissa syntyy sivutuotejää, josta voidaan valmistaa esimerkiksi eläinrehua ja B-tärkkelyssiirappia tai sitä voidaan hyödyntää bioenergian tuotannossa.

Tuotantohygienian ja tuotteiden korkean hygieenisen laadun merkitys on kasvanut vuosi vuodelta. Tuotantoprosessin suunnittelu on keskeisessä roolissa prosessin toimivuuden ja tuotteen hygieenisen laadun mahdollistamisessa ja varmistamisessa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toimia oppaana suunnittelijoille hygienian huomioimisesta Elomatic-Statech prosessin suunnittelussa. Tässä työssä esitellään Elomatic-Statech prosessi ja tuodaan esille hygienianäkökantoja, jotka tulisi suunnittelussa huomioida. Työssä käsitellään lyhyesti vehnätärkkelysprosessia koskevia lakeja ja määräyksiä ja esitellään joitakin laite- ja laitoshygienian alan järjestöjä, jotka antavat neuvontaa ja ohjeita laitoksen ja laitteiden hygieeniseen suunnitteluun. Lisäksi käydään läpi tuotteiden hygieeniset laatuvaatimukset, keskeisimmät kontrolloitavat mikrobit ja hygieenisen riskin aiheuttavat kontaminaatioreitit. Opinnäytetyössä käsitellään myös Elomatic-Statech prosessin HACCP-periaatteella määritellyt hygienian kannalta kriittisimmät osaprosessit ja hygienian huomioiminen niissä sekä hygienian huomioiminen suunnittelun eri vaiheissa esimerkiksi putkistosuunnittelussa.

2 ELINTARVIKEHYGIENIA JA VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSIA KOSKEVAT LAIT, STANDARDIT JA OHJEISTUKSET

2.1 Elintarvikehygienia

Maailman terveysjärjestön WHO:n (World Health Organization) määritelmän mukaan elintarvikehygienialla tarkoitetaan ”kaikkia niitä välittömiä toimenpiteitä, joiden avulla voidaan varmistaa elintarvikkeiden turvallisuus, terveellisyys ja puhtaus alkutuotannosta kulutukseen, eli pelloilta pöytään asti”. Euroopan unionin elintarvikehygienia-asetuksessa (EY/852/2004) elintarvikehygienialla tarkoitetaan niitä tarpeellisia edellytyksiä ja toimenpiteitä, joilla voidaan hallita elintarvikkeisiin liittyviä vaaroja ja varmistaa elintarvikkeiden sopivuus ihmisravinnoksi. (Evira 2014a).

Elintarvikehygieeninen osaaminen on lakisääteinen velvoite elintarvikealan toimijoille ja työntekijöille (Evira 2014a), myös elintarvikealan prosessien suunnittelijoilta edellytetään elintarvikehygieenistä osaamista. Elintarvikehygieenisestä osaamisesta säädetään EU:n tasolla yleisessä elintarvikehygienia-asetuksessa (EY/852/2004) ja Suomessa elintarvikelaissa (23/2006) (Evira 2014a).

2.2 Vehnätärkkelysprosessia koskevat lait ja määräykset

Koska vehnätärkkelysprosessin tuotteita käytetään elintarvikkeiden ja rehujen raaka-aineina sekä valmiina tuotteina, vehnätärkkelyslaitoksen tulee täyttää kansainväliset, sekä sijoitusmaansa elintarvike- ja rehuntuotantoa koskevat lait ja määräykset. Sovellettavat lait ja määräykset riippuvat siis laitoksen sijoitus- ja toimintamaasta. Lakeja ja määräyksiä päivitetään ja uusitaan aika ajoin. Tästä syystä voimassa olevat kansainväliset määräykset ja sijoitusmaan lait ja määräykset tulee selvittää aina suunnittelun alussa. Lisäksi suunnittelua ohjaa kirjava

joukko kansallisia ja kansainvälisiä standardeja, joihin myös lait ja määräykset saattavat viitata.

Perinteisesti yhtenäistä elintarvike- ja rehutuantoa koskevaa lainsäädäntöä ja määräyksiä on ollut vähän ja toimiala on nojautunut pääasiassa mahdolliseen kansalliseen lainsäädäntöön, määräyksiin ja ohjeistuksiin, sekä alan itse laatimiin toimintaohjeisiin (Aarnisalo & Pahkala 2002). Muutaman viime vuosikymmenen aikana on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota yhtenäisten kansainvälisten periaatteiden ja toimintatapojen laatimiseen elintarvike- ja rehutuantossa. Tämä prosessi on edelleen käynnissä ja siksi myös laitos- ja laitehygieniä koskevat ohjeet ja määräykset, sekä niitä määrittävät lait, asetukset ja direktiivit ovat alituisessa kehitysvaiheessa. Tästä syystä tässä työssä ei käsitellä yksityiskohtaisesti kirjoitushetkellä voimassa olleita lakeja, asetuksia ja määräyksiä. Seuraavassa on esitelty lyhyesti joitakin keskeisiä lainsäädäntö- ja viranomaistahoja, sekä laitos- ja laitehygieniä-alan järjestöjä, joilta on saatavissa ajankohtainen tieto laeista, määräyksistä, ohjeistuksista ja hyvistä toimintatavoista koskien elintarvike- ja rehutuantoa. Pääpaino on Euroopan unionin lainsäädännössä ja ohjeissa, sekä Euroopassakin käytössä olevissa kansainvälisissä ohjeissa, standardeissa ja määräyksissä.

2.3 Codex Alimentarius komissio (FAO, WHO)

Codex Alimentarius komissio (Codex Alimentarius Commission) on FAO:n (Food and Agriculture Organization of the United Nations) ja WHO:n vuonna 1963 perustama komissio, jolla on nykyään yli 180 jäsentä, myös esimerkiksi Suomi.

Codex Alimentariuksen luomat standardit ovat luonteeltaan vapaaehtoisia ja näin jokaisen sen jäsenen vapaasti sovellettavissa. Codex Alimentariuksen standardeja sovelletaan kuitenkin yleisesti kansallisten ja yhteisöalueiden, kuten EU:n lainsäädännössä ja määräyksissä.

Codex Alimentarius on kokoelma kansainvälisiä elintarvikealaa koskevia standardeja, ohjeita ja suosituksia. Codex Alimentariuksen internet-sivut ovat osoitteessa www.codexalimentarius.org. (Codex Alimentarius 2014).

2.4 HACCP-järjestelmä

HACCP-järjestelmä (HACCP, eli Hazard Analysis and Critical Control Points, vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet) on omavalvontajärjestelmä, jonka tarkoitus on löytää ja kartoittaa tuotantoprosessin tuoteturvallisuuden kannalta oleelliset ongelmat ja suunnitella ja määrittää niille tarvittavat kontrolli-, ehkäisy- ja menettelytavat. (Evira 2014e).

Codex Alimentarius julkaisi jo 1960-luvun lopulla ensimmäisen HACCP-menettelyn soveltamisohjeen. HACCP-menettely on sen jälkeen sisällytetty lainsäädäntöihin eri puolilla maailmaa. EU:ssa se otettiin käyttöön vuonna 1993 ja Suomessa vaatimus HACCP-järjestelmän käytöstä on määritetty koskemaan kaikkia elintarvikehuoneistoja elintarvikelaissa (23/2006). Suomessa Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on julkaissut ohjeen HACCP-järjestelmän laatimisesta ja toteuttamisesta (Elintarviketurvallisuusviraston ohje 10002/2, HACCP-järjestelmä, periaatteet ja soveltaminen). (Evira 2014e). Myös Elomatic-Statech prosessista on määritetty kriittiset kontrollipisteet HACCP-periaatteen mukaisesti (Nurmi 2012).

2.5 Euroopan unioni ja Suomi

Euroopan unioni laatii säädöksiä ja niistä löytyy myös elintarvike- ja rehuhygieniää koskevia direktiivejä, asetuksia ja päätöksiä. Keskeiset tämän työn kirjoitushetkellä voimassa olleet EU-säädökset ovat elintarvikehygieniä-asetus (EY) N:o 853/2004, sekä rehuhygieniä-asetus (EY) N:o 1831/2003, jotka ovat korvanneet aiemmat elintarvike- ja rehuhygieniää koskevat direktiivit (Evira 2014b; Evira 2014f). Lisäksi elintarvike- ja rehuuotannon laitteita koskee Euroopan unionin konedirektiivi (2006/42/EY). Suomessa vastaavat keskeiset lait

ovat rehulaki (86/2008) muutoksineen ja elintarvikelaki (23/2006) muutoksineen, sekä lisäksi asetus ilmoitettavien elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta (1367/2011) ja asetus laitosten elintarvikehygieniasta (1369/2011) (Evira 2014b; Evira 2014f).

2.5.1 Euroopan elintarvikevirasto (European Food Safety Authority, EFSA)

Euroopan elintarvikevirasto on vuonna 2002 perustettu Euroopan unionin erillisvirasto, jonka sijaintipaikka on Italian Parmassa. Se toimii komissiosta, Euroopan parlamentista ja kansallisista hallinnoista ja viranomaisista riippumattomasti. Euroopan elintarvikeviraston tehtävä on hoitaa elintarviketurvallisuusviranomais- ja valvontatehtäviä EU:ssa. Se tarjoaa tieteellistä neuvontaa elintarviketurvallisuuteen ja hygieniaan liittyen. Euroopan elintarvikeviraston internet-sivut ovat osoitteessa www.efsa.europa.eu. (EFSA 2014).

2.5.2 Elintarviketurvallisuusvirasto Evira (Suomi)

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on toiminut vuodesta 2006, jolloin se muodostettiin yhdistämällä Elintarvikevirasto, Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos ja Kasvituotannon tarkastuskeskus. Lisäksi Eviran tehtäviin siirrettiin toimenpanotehtäviä maa- ja metsätalousministeriön elintarvike- ja terveysosastolta ja tietopalvelukeskuksesta. Evira toimii elintarvike- ja rehuturvallisuuden valvontaviranomaisena Suomessa. Se antaa elintarvike- ja rehualaa koskevia ohjeita ja määräyksiä, tekee toimialansa tutkimusta ja antaa neuvontaa elintarvikkeisiin, rehuihin ja hygieniaan liittyen. Eviran internet-sivut ovat osoitteessa www.evira.fi. (Evira 2014d).

2.6 Kansalliset ja kansainväliset standardit

On olemassa laaja joukko erilaisia kansallisia ja kansainvälisiä standardeja, joista löytyy myös elintarviketuotantoa ja -hygieniaa koskevia standardeja. Täl-

laisia ovat esimerkiksi EN-standardit (eurooppalaisen standardoimisjärjestön CEN:in vahvistamat standardit) ja ISO-standardit (kansainvälisen standardoimisjärjestön ISO:n vahvistamat standardit). Esimerkiksi ISO 22000-standardit käsittelevät ja koskevat elintarviketuotantoa ja -hygieniaa. Tällaiset standardit ovat yleisesti luonteeltaan vapaaehtoisia, mutta niihin viitataan myös esimerkiksi Euroopan unionin säädöksissä ja kansallisissa lainsäädännöissä. Tällaisilla viittauksilla standardi voidaan tehdä pakolliseksi tai sitä voidaan pitää esimerkkinä säädöksen vaatimukset täyttävästä ratkaisusta. Eurooppalaisissa yhdenmukaistetuissa standardeissa, eli standardeissa, jotka on laadittu Euroopan komission ja/tai EFTA:n (European Free Trade Association, eli Euroopan vapaakauppajärjestö) mandaatilla, esitetään tekniset yksityiskohdat ja spesifikaatiot, joita tarvitaan tuottaessa direktiivinmukaiset vaatimukset täyttäviä tuotteita. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2014).

2.7 Keskeisiä laitos- ja laitehygienia-alan järjestöjä

Seuraavassa on lyhyesti esitetty joitakin kansainvälisiä laitos- ja laitehygienia-alan järjestöjä, joiden laatimat ohjeet ja standardit auttavat tulkitsemaan ja noudattamaan kansainvälisiä elintarvikehygieniaa koskevia lakeja, määräyksiä ja ohjeita.

2.7.1 EHEDG (European Hygienic Engineering & Design Group)

EHEDG on vuonna 1989 perustettu konsortio (silloin European Hygienic Equipment Design Group), johon kuuluu edustajia laitevalmistajista, elintarviketeollisuudesta, viranomaisista, tutkimuslaitoksista, sekä muista elintarviketuotannon kanssa tekemisissä olevista tahoista, kuten suunnitteluorganisaatioista. Sen keskeisenä tavoitteena on parantaa hygieenistä suunnittelua kaikilla elintarviketuotannon tasoilla. Se laatii EU-direktiivejä noudattavia ja selventäviä yleisohjeita hygieenisen suunnittelun ja turvallisuuden parantamiseksi elintarviketuotannossa. EHEDG on aktiivisesti mukana yhtenäistämässä myös maailmanlaajuisesti laadittavia standardeja ja yleisohjeita, se toimii tässä yhteistyös-

sä Yhdysvalloissa toimivien NSF Internationalin ja 3-A Sanitary Standards Inc.:n kanssa. EHEDG toimii myös asiantuntija-apuna Euroopan unionin suuntaan ja antaa suosituksia ja ehdotuksia alaa koskevien säännösten suunnittelussa ja laadinnassa. EHEDG:in internet-sivut löytyvät osoitteesta www.ehedg.org. (Wirtanen 2002; EHEDG 2014).

2.7.2 NSF International

NSF International on Yhdysvalloissa 1944 nimellä National Sanitation Foundation perustettu organisaatio, joka vaihtoi nimensä vuonna 1990 NSF Internationaliksi, toiminnan kansainvälistymisen myötä. Järjestö toimii nykyään myös Euroopassa. Se laatii standardeja, sekä testaa ja sertifioiduista tuotteista, kuten laitteita ja erilaisia järjestelmiä. NSF International on laatinut kymmeniä ANSI-standardeja (American National Standards Institute –standardi). NSF/ANSI-standardeja päivitetään jatkuvasti vastaamaan kehittyvää tekniikkaa. NSF Internationalin internet-sivut löytyvät osoitteesta www.nsf.org. (Wirtanen 2002; NSF International 2014).

2.7.3 3-A Sanitary Standards, Inc. (3-A SSI)

3-A yhdistys perustettiin 1920-luvulla Yhdysvalloissa laatimaan hygienia- ja puhtausstandardeja. Järjestö on laajentunut vuosien saatossa ja vuoden 2003 alusta se uudelleenorganisoi 3-A Sanitary Standards Inc.:ksi. Järjestö laatii standardeja ja hyväksytyjä käytäntöjä koskien elintarviketeollisuuden laitteita ja laitoksia. 3-A:n standardit ovat käytössä Yhdysvaltojen ja Kanadan lisäksi kansainvälisesti mm. Euroopassa, Australiassa, Uudessa-Seelannissa, Japanissa ja Meksikossa. 3-A edustaa Yhdysvaltoja ISO:n ja IDF:n (International Dairy Federation) teknisissä komiteoissa, joissa laaditaan kansainvälisiä standardeja. 3-A:n internet-sivut löytyvät osoitteesta www.3-a.org. (Wirtanen 2002; 3-A SSI 2014).

2.7.4 EFISC (European Feed Ingredients Safety Certification)

EFISC on AAF:n (European Starch Industry Association) ja Fediolin (The EU Vegetable Oil and Proteinmeal Industry) perustama organisaatio, joka on laatinut ja kehittää sertifikaatioprosessia, jolla alan tuottajat voivat osoittaa toimivansa eurooppalaisen lainsäädännön mukaisesti. EFISC:n internet-sivut löytyvät osoitteesta www.efisc.eu. (EFISC 2014).

3 KONTAMINAATIOT JA KESKEISET KONTAMINAATIOREITIT VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSISSA

3.1 Kontaminaatiot

Kontaminaatiot voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: fysikaalisiin, kemiallisiin ja mikrobiologisiin. Fysikaalisen kontaminaation voivat aiheuttaa esimerkiksi raaka-aineen seassa olevat vierasesineet, prosessilaitteista irtoavat osat ja palaset tai muualta tulevat partikkelit, jotka eivät kuulu tuotteeseen, sekä esimerkiksi hyönteisten osat, jotka päätyvät tuotteisiin jossain prosessin vaiheessa. Kemiallinen kontaminaatio voi tapahtua, mikäli laitteiden pinoille on jäänyt pesuainejäämiä tai desinfiointiaineita huonon huuhtelun seurauksena ja nämä aineet pääsevät tuotteisiin. Myös laitteiden voiteluaineet voivat aiheuttaa kemiallisen kontaminaation mikäli niitä pääsee tuotteisiin. Mikrobiologiset eli hiivojen, homeiden ja bakteerien aiheuttamat kontaminaatiot ovat prosessin hygieenisyyden kannalta keskeinen huolenaihe, joiden torjuntaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Haitalliset mikrobit voivat olla pilaajamikrobeja, jotka pilaavat tuotteen tai patogeenejä, jotka aiheuttavat tautiriskin. (Notermans & Powell 2005).

3.2 Keskeiset kontaminaatioreitit vehnätärkkelysprosessissa

Seuraavassa on käyty läpi vehnätärkkelysprosessin kannalta keskeisimmät kontaminaatioreitit ja vektorit eli kontaminaatioiden välittäjät.

3.2.1 Raaka-aine

Raaka-aineeksi toimitettava vehnä saattaa olla valmiiksi esimerkiksi homeiden pilaamaa, jonkin bakteerin saastuttamaa tai sisältää tuhohyönteisiä. Tämä voidaan välttää vaatimalla raaka-aineeksi tulevan vehnän toimittajalta tarvittavat laatuanalyysit. (Nurmi 2012).

3.2.2 Pieneläimet ja hyönteiset

Linnut, jyrsijät ja hyönteiset voivat olla monien haitallisten ja vaarallisten bakteerien kantajia ja aiheuttavat laitostilaan päästessään ulosteillaan kontaminaatiovaaran. Laitosrakennus tulee suunnitella ja rakentaa niin tiiviiksi, että niiden pääsy prosessitiloihin voidaan estää. Lattiat, seinät ja katot tulee suunnitella niin, että hyönteiset ja muut selkärangattomat pieneläimet eivät voi elää niiden rakenteissa. (Notermans & Powell 2005).

3.2.3 Käyttö-, huolto- ja puhtaanapitohenkilökunta

Laitoksen henkilöstö voi huonolla hygienialla tai väärillä työskentelytavoilla aiheuttaa mikrobiologisen kontaminaatiovaaran, joko tuomalla mukanaan jonkin mikrobin tai laiminlyömällä ohjeiden mukaisen puhdistuksen ja pesut ja näin luoda otolliset olosuhteet mikrobeille kasvaa. Henkilökohtaisiin puhtausohjeisiin ja laitoksen pesu- ja desinfiointiohjeisiin tulee tästä syystä kiinnittää erityistä huomiota. (Notermans & Powell 2005).

3.2.4 Avoimet laitteet, laitteet ja niiden materiaalit

Avoimet laitteet ja suppilot muodostavat suunnittelulle ja prosessin hygienialle merkittävän haasteen. Niiden kautta tuotteisiin saattaa päästä vierasesineitä tai epäpuhtauksia ja mikrobeja laitostilan ilmasta (Nurmi 2012; Leimu 2014). Laitteista saattaa irrota kappaleita kulumisen seurauksena, jotka voivat päätyä tuotteiden joukkoon. Väärin valitut materiaalit laitteissa ja esimerkiksi putkissa tai letkuissa voivat aiheuttaa kemiallisen kontaminaation, mikäli niistä liukenee kemiallisia yhdisteitä tuotteisiin. (Notermans & Powell 2005).

3.2.5 Ilmastointi

Laitostilaan ilmastoinnin kautta tuleva ilma voi toimia vektorina kontaminaatioille tuotteissa. Ellei laitoksen tuloilmaa suodateta tehokkaasti, se sisältää mikro-organismeja, jotka voivat olla uhka prosessin hygienialle. Suodattamaton tuloilman mukana laitosilmaan voi päästä myös kevyitä partikkeleita kuten pölyä, itiöitä tai ulkoilmassa mahdollisesti olevia haitallisia kemiallisia yhdisteitä. Lisäksi hyönteiset voivat päästä tuloilman mukana laitostilaan. Ilmastoinnin oikea suunnittelu ja mitoitus ovat tärkeitä, koska väärin suunniteltu ilmastointi voi itsessään aiheuttaa hygieenisen riskin, mikäli ilmastointilaitteistoon pääsee kertymään kosteutta ja olosuhteet muuttuvat otollisiksi homeille tai bakteereille kasvaa. (Notermans & Powell 2005).

3.2.6 Vesi ja höyry

Prosessissa, puhtaanapidossa ja prosessin pesussa käytetyn veden laadulla on merkittävä vaikutus hygienialle ja käytetyn veden tulee olla mikrobiologisesti ja kemiallisesti korkealaatuista. Myös prosessissa käytetyn höyryn tulee olla korkealaatuista ja elintarvikekäyttöön soveltuvaa. Huonolaatuinen vesi tai höyry aiheuttaa joko mikrobiologisen tai kemiallisen kontaminaatiovaaran. (Notermans & Powell 2005). Suomessa tai yleisesti Euroopan unionin alueella käytettävän veden laatu ei yleensä ole ongelma, mutta muualle suunniteltaessa, käytetyn veden laatuun ja sen mahdolliseen puhdistukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota (Leimu 2014).

4 RAAKA-AINEEN JA TUOTTEIDEN HYGIENIAVAATIMUKSET, SEKÄ KESKEISET KONTROLLOITAVAT MIKROBIT

Raaka-aineena käytettävälle vehnälle ja vehnätärkkelysprosessin tuotteille on tiettyjä laatuvaatimuksia. Raaka-aineena käytetyn vehnän tulee olla laadultaan ihmisravinnoksi kelpaavaa. Siinä ei saa olla hyönteisten aiheuttamia tuhoja, eikä se saa olla hiivojen tai homeiden pilaamaa. Taulukossa 1 on esitetty vehnätärkkelyslietteen, gluteenin, ultrasuodattamattoman B-tärkkelyksen, sekä pelletöidyn eläinrehun ja liemirehun hygieeniset laatuvaatimukset, sekä analyysimenetelmät näiden todentamiseksi. (Nurmi 2013b).

Taulukko 1. Tuotteiden hygieeniset laatuvaatimukset (Nurmi 2013b).

Kuiva vehnätärkkelys		
(pmy = pesäkkeitä muodostava yksikkö)		
Kokonaisbakteerien lkm.	max.	1000 pmy/g ISO 4833
Hiivat ja homeet	max.	100 pmy/g ISO 7954
Salmonella	neg.	/25 g ISO 6579
<i>E. coli</i> eri muodot	neg.	pmy/g ISO 16649-2
Vehnätärkkelysliete		
Kokonaisbakteerien lkm.	max.	10000 pmy/g ISO 4833
Hiivat ja homeet	max.	1000 pmy/g ISO 7954
Salmonella	neg.	/25 g ISO 6579
<i>E. coli</i> eri muodot	neg.	pmy/g ISO 16649-2
Gluteeni		
Kokonaisbakteerien lkm.	max.	1000 pmy/g ISO 4833
Hiivat ja homeet	max.	100 pmy/g ISO 7954
Salmonella	neg.	/25 g ISO 6579
<i>E. coli</i> eri muodot	neg.	pmy/g ISO 16649-2
B-tärkkelyssiirappi (ilman ultrasuodatusta)		
Salmonella	neg.	/25 g ISO 6579
<i>E. coli</i> eri muodot	neg.	pmy/g ISO 16649-2
Pelletöity eläinrehu ja liemirehu		
Salmonella	neg.	/25 g ISO 6579

4.1 Vehnätärkkelysprosessin kannalta keskeisimmät kontrolloitavat mikrobit

Monet mikrobit voivat aiheuttaa vehnätärkkelysprosessin kaltaiselle prosessille hygieniariskin. Tällaisia ovat erilaiset hiivat ja homeet jotka tuottavat homeyrkyjä eli mykotoksiineja, sekä monet elintarvike- ja rehuprosesseille hygieenisen riskin aiheuttavat bakteerit, kuten *Listeria monocytogenes*, salmonella (useat serotyypit) ja *Escherichia coli* eri muodot, ennen kaikkea patogeeniset muodot. Osa bakteereista muodostaa myös tietyissä olosuhteissa ns. biofilmin putkistojen ja laitteiden pinnoille, joka vaikeuttaa ja lisää haasteita prosessin putkistojen ja laitteiden puhdistukselle (Wirtanen & Mattila-Sandholm 2002).

Seuraavassa on lyhyesti kuvattu salmonella ja *Escherichia coli*, kaksi tuotteiden hygieenisen laadun varmistamisen kannalta keskeistä bakteeria, jotka muodostavat hygieenisen riskin.

4.1.1 Salmonella

Salmonellat ovat suolistobakteereja, jotka lisääntyvät sekä aerobisesti että anaerobisesti. Ne ovat yleisimpiä ruokamyrkytyksen aiheuttajia. Eri salmonella-tyyppejä on yli 2000. Ne aiheuttavat suolisto- ja yleisinfektioita. Salmonellat aiheuttavat salmonelloosin eli kuumeisen ripulin. Lisäksi *Salmonella typhi* ja *Salmonella paratyphi* aiheuttavat vakavia yleisinfektioita: lavantautia ja pikkulavantautia. Suomessa salmonellatartunnat ovat harvinaisia ja suurin osa niistä on peräisin ulkomailta. (Evira 2014g; European Centre for Disease Prevention and Control ECDC 2014).

Salmonella tarttuu ihmisen ja eläinten ulosteilla saastuneen veden tai ruuan välityksellä. Se voi tarttua myös eläimestä ihmiseen tai ihmisestä ihmiseen, yleensä huonon käsihygienian vuoksi. Salmonellan itämisaika on tavallisesti 12–36 tuntia. Oireet kestävät yleensä muutaman päivän, mutta tartunnan saanut on parannuttuaan edelleen bakteerin kantaja joistain viikoista jopa kuukausiin. Salmonellainfektio voi olla myös täysin oireeton ja ihminen on taudinkanta-

ja tietämättään. Tästä syystä elintarviketyössä olevat henkilöt testataan tietyin aikaväleihin mahdollisen salmonellainfektion varalta. (Evira 2014g).

Mahdollisia salmonellan kontaminaatioreittejä vehnätärkkelysprosessissa ovat esimerkiksi saastunut raaka-aine eli vilja, linnut ja piennisäkkäät, jotka pääsevät prosessitiloihin, sekä henkilökunta, jotka voivat olla tietämättään kantajia tai tuoda salmonellan ulkoa tehtaaseen esimerkiksi kengissään.

4.1.2 *Escherichia coli*

Escherichia coli on ihmisen ja muiden tasalämpöisten eläinten suolistossa elävä enterobakteeri. Ne kuuluvat suoliston normaalibakteeristoon ja ovat pääasiassa hyödyllisiä estäen esimerkiksi muiden haitallisten mikrobien kasvua suolistossa. (Evira 2014c).

Jotkin *E. coli* kannat ovat kuitenkin muuntautuneet niin, että ne voivat johtaa ripulia aiheuttaviin suolistotulehduksiin sekä virtsatieinfektioihin. Tällainen kanta on esimerkiksi enterohemorraaginen *Escherichia coli* eli EHEC, joka tuottaa suolistoon päästyään shigatoksiineja ja aiheuttaa veriripulia. EHEC:in itämisaika tartunnasta on noin 3-4 vuorokautta. Itse tauti kestää tavallisesti 4-10 vuorokautta. (Evira 2014c; Terveystieteiden tutkimuskeskus THL 2014).

Tartunnan aiheuttaa yleensä ulosteella saastunut vesi tai huonosti kypsennetty ruoka. Tartunta voi levitä myös käsien välityksellä ihmisestä toiseen tai koskettelulla EHEC-bakteeria kantavia eläimiä. (THL 2014).

Mahdollisia kontaminaatioreittejä *Escherichia coli*in leviämislle vehnätärkkelysprosessissa ovat esimerkiksi eläinten ulosteet raaka-aineena olevassa viljassa, lintujen tai jyrsijöiden ulosteet, jotka päätyvät tuotteeseen prosessissa, tai tehtaassa henkilöstö huonon käsihygienian seurauksena.

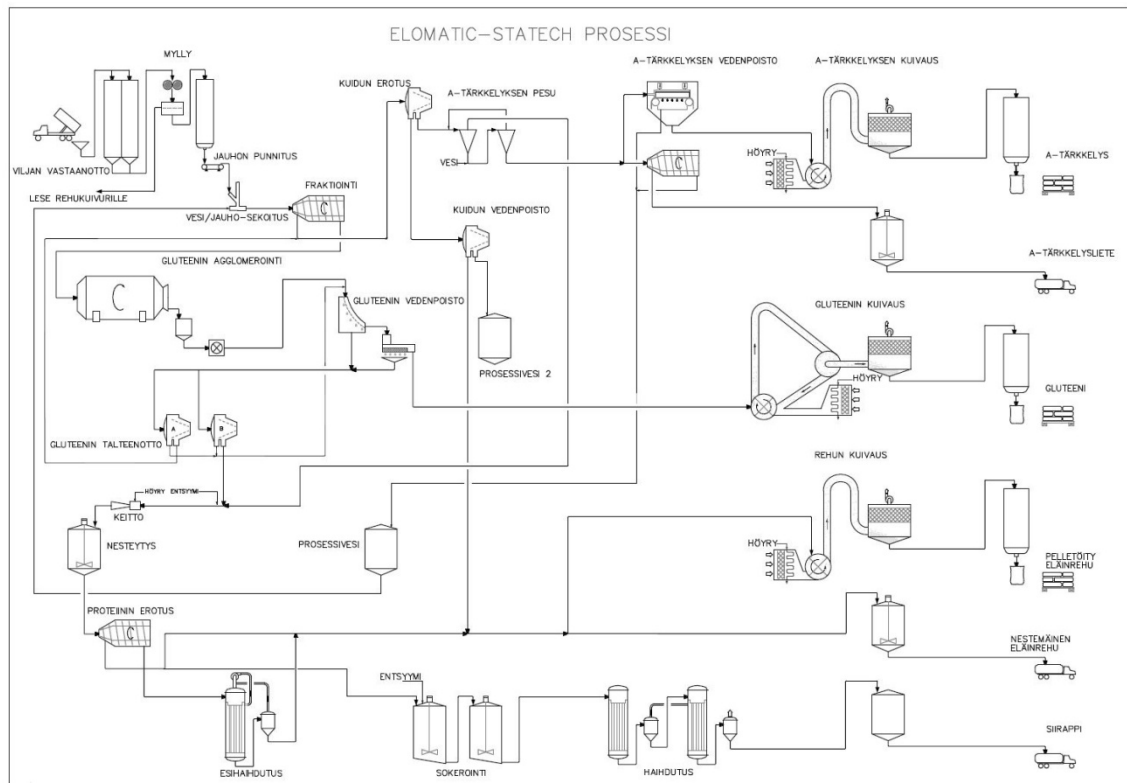
5 ELOMATIC-STATECH VEHNÄTÄRKKELYSPROSESSI

Perinteisessä vehnätärkkelyksen tuotantomenetelmässä valmistetaan ensin taikina ja annetaan sen levätä, eli annetaan gluteenin muodostua, jonka jälkeen tärkkelys pestään pois. Tämän menetelmän ongelmana ovat suuri vedenkulutus ja soveltuvuus vain tietyille vehnäjauholaaduille. Veden kulutuksen määrää saadaan pudotettua vain, jos taikina on lietemäisessä muodossa ja muodostunut gluteeni hajotetaan ennen fraktiointia. Tämä kuitenkin heikentää gluteenin laatua. (Nurmi 2013a).

Elomatic-Statech prosessi (aiemmalta nimeltään Raisio prosessi) kehitettiin, jotta edellä mainitut ongelmat voidaan välttää. Elomatic-Statech prosessissa jauho ja vesi sekoitetaan suoraan lietteeksi ja syötetään välittömästi fraktiointiin. Tällöin gluteenia ei ehdi muodostua ennen fraktiointia tai sen aikana. Elomatic-Statech prosessi voi hyödyntää kaikkia vehnäjauholaatuja pienellä vedenkulutuksella. Prosessi varmistaa myös korkeimman mahdollisen gluteenisäannon ja -laadun, koska gluteeni muodostuu vasta omassa prosessivaiheessaan, eikä sitä tarvitse hajottaa kesken prosessia. (Nurmi 2013a).

5.1 Prosessin kuvaus

Tässä työssä prosessista käsitellään prosessin variaatio, jonka tuotteita ovat kuivattu vehnätärkkelys, vehnätärkkelysliete, gluteeni, pelletöity eläinrehu, eläinrehuliete, sekä B-tärkkelyssiirappi. Prosessin yhteyteen voitaisiin tarvittaessa yhdistää myös muita laitoksia, kuten bioetanolilaitos tai modifioitujen tärkkelysten valmistuslaitoksia. Prosessin havainnekaavio on esitetty kuviossa 1. (Nurmi 2013a).



Kuvio 1. Prosessin havainnekaavio.

5.1.1 Viljan vastaanotto

Esipuhdistettu vilja toimitetaan tehtaaseen yleensä kuorma-autoilla tai esimerkiksi junalla. Vilja puretaan vastaanotokuihuun, josta se siirretään kuljettimilla viljan varastosiiloihin. (Nurmi 2013a).

5.1.2 Viljan puhdistus, valmennus (temperointi) ja jauhatus

Varastosiiloista vehnä siirretään vehnän vastaanottosiiloon myllyyn. Ennen jauhatusta vehnä puhdistetaan perusteellisesti ja siitä erotetaan hiekka ja muut epäpuhtaudet. Puhdistettu vehnä temperoidaan valmennussiiloissa oikeaan, jauhatukseen sopivaan kosteuteen. (Nurmi 2013a).

Mylly on suunniteltu niin sanotun lyhyen myllydiagrammin mukaisesti, erityisesti vehnästä tarkkelysprosessin tarpeet ja vaatimukset huomioiden. Mylly tuottaa kor-

kean saannon jauhoa, jossa vahingoittuneen tärkkelyksen määrä ja tuhkapitoisuus ovat hyvin alhaiset. (Nurmi 2013a).

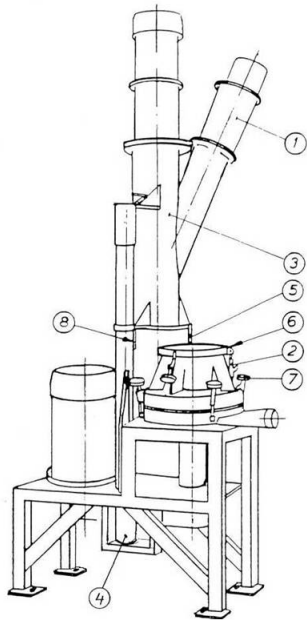
Jauhatuksessa syntyvät kaksi fraktiota, jauho ja lese, punnitaan jatkuvatoimisilla saantovaaioilla. Vaa'alta jauho siirretään pneumaattisesti impaktorin läpi, joka tuhoaa mahdolliset hyönteiset ja hyönteisten munat, jauhon varastosiiloihin. Lese vastaavasti siirretään pneumaattisesti leseeseen varastosiiloihin. (Nurmi 2013a).

5.1.3 Jauhon ja leseeseen käsittely

Vehnäjauho siirretään pneumaattisesti varastosiiloista jauhon päiväsiiloihin, josta edelleen tärypohjien kautta prosessin syöttölaatikkoon märkäprosessin puolelle. Lese taas siirretään varastosiiloista pneumaattisesti rehukuivurille. (Nurmi 2013a).

5.1.4 Vesi/jauho-sekoitus ja fraktiointi

Punnitusantureiden päällä olevasta syöttölaatikosta vehnäjauho syötetään ruuvikuljettimella erityiseen in-line vesi/jauho-sekoittimeen (kuva 1). Syötettävän jauhon määrää säädellään ruuvikuljettimen nopeutta säätämällä. Lämmönvaihtimessa lämmitetty vesi syötetään yhdessä jauhon kanssa vesi/jauho-sekoittimeen. Samalla lisätään myös entsyymiä. (Nurmi 2013a).



Kuva 1. Vesi/jauho-sekoitin (Elomatic 2010).

Syntynyt seos homogenisoidaan in-line homogenisaattorissa ja syötetään kolmivaihedekanterille ("trikantteri"), jossa se separoidaan tiheyden perusteella kolmeen jakeeseen, eli fraktioon:

- A-tärkkelys / kuitu
- Proteiini / B-tärkkelys (Gluteenijae)
- Pentosaani(t)

Proteiini/B-tärkkelys -jake pumpataan gluteenin kypsytykseen, agglomerointiin ja seulontaan.

A-tärkkelys lietetään uudelleen ja haluttu määrä A-tärkkelystä pumpataan kuidunerotukseen ja A-tärkkelyksen pesuun ja loput pumpataan A-tärkkelyksen vedenpoiston puskurisäiliöön, josta se ohjataan vedenpoistoon ja edelleen A-tärkkelyskuivuriin, tai vaihtoehtoisesti liete pumpataan vedenpoiston puskurisäiliöstä A-tärkkelyslietteen käsittelyyn.

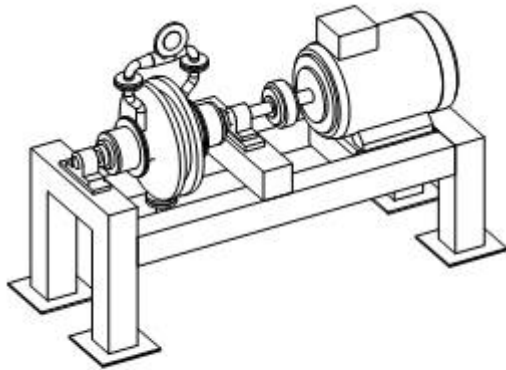
Pentosaani -fraktio pumpataan B/C-dekstriinilinjaan. (Nurmi 2013a).

5.1.5 Gluteenin kypsytytys ja agglomerointi

Kolmivaihedekantterissa erotettu proteiini/B-tärkkelys -fraktio pumpataan leporumpuun. Kypsytyksessä vehnän niin sanottu gluteenimatriksi pehmenee, siihen edelleen kiinnittyneet tärkkelysjuvat vapautuvat ja gluteeniini ja gliadiini proteiinit ketjuuntuvat pitkiksi molekyyliketjuiksi, eli muodostavat gluteenin. Tämän reaktion tapahtumiseksi on ensiarvoisen tärkeää, että lepoaika on oikea ja tasainen. Tästä syystä ei käytetä perinteisiä sekoitussäiliöitä, vaan leporumpua (kuva 2), joka on erityisesti gluteenin kypsytystä varten suunniteltu pyörivä prosessilaitte. Kypsytyksen jälkeen jakeeseen lisätään vettä ja se pumpataan gluteenin agglomeraattoreihin (kuva 3), joissa muodostunut gluteeni muodostaa taikinamaisen kokonaisuuden, joka tämän jälkeen pestään ja seulotaan oikeaan proteiinipitoisuuteen kaariseuloilla (kuva 4).



Kuva 2. Leporumpu (Elomatic 2000).



Kuva 3. Gluteenin agglomeraattori (Elomatic 2010).



Kuva 4. Kaariseula (Elomatic 2000).

Seulojen läpi menevä suspensio pumpataan B-kuidun seulontaan ja gluteenin talteenottoon. (Nurmi 2013a).

5.1.6 Kuidunerotus ja A-tärkkelyksen pesu

Kolmivaihedekantterin erottama A-tärkkelysfraktio syötetään kartioseuloille, joissa A-tärkkelyksestä erotetaan kuitu kahdessa vaiheessa. Erotetut kuidut pumpataan kuidun vedenpoistoon. A-tärkkelys taas syötetään hydrosykloneille, joissa se pestään vastavirtaperiaatteella mahdollisimman pienellä vesimäärällä haluttuun kuiva-ainepitoisuuteen. Pesun jälkeen A-tärkkelysliete pumpataan kontrolliseulan läpi A-tärkkelyksen vedenpoistoon tai A-tärkkelyslietteen käsitteilyyn. A-tärkkelyksen pesun kevyempi faasi pumpataan prosessivesisäiliöön 1. (Nurmi 2013a).

5.1.7 Prosessivesi 1:n selkeytys

A-tärkkelyksen pesussa käytetty prosessivesi pumpataan prosessiveden selkeytykseen. Selkeytyksessä syntyvä raskaampi A-tärkkelystä sisältävä faasi pumpataan selkeytyksestä A-tärkkelyksen vedenpoistoon. Selkeytyksessä syntyvä kevyempi faasi taas pumpataan prosessivesitankkiin (prosessivesi 1) ja edelleen uudelleenkäytettäväksi märkäprosessissa. (Nurmi 2013a).

5.1.8 A-tärkkelyksen vedenpoisto, kuivaus ja pakkaus

A-tärkkelyksen pesusta tuleva liete pumpataan A-tärkkelyksen vedenpoiston rumpusuodattimeen (voidaan käyttää myös automaattista levysuodatinta) ja syntyvä suodatuskakku pudotetaan A-tärkkelyskuivurin syöttöön, jossa siihen sekoitetaan kuivurin kuivatuotekierrosta tulevaa kuivaa A-tärkkelystä. Tämän jälkeen se syötetään flash-tyyppisesti toimivan kuivurin kuumaan ilmavirtaan ja kuivataan kuivurissa haluttuun kosteuspitoisuuteen. Rumpusuodattimen läpäisevä suodos jatkokäytetään A-tärkkelyksen pesussa. Näin osaltaan minimoidaan tuoreen veden tarvetta märkäprosessissa.

A-tärkkelyskuivurista ulos tuleva kuiva tuote siirretään pneumaattisesti varastosiiloon, josta se säkitetään joko suursäkkeihin tai pienempiin, esimerkiksi 25 kg:n säkkeihin. (Nurmi 2013a).

5.1.9 A-tärkkelyslietteen käsittely

A-tärkkelysliete voidaan pumpata myös A-tärkkelyksen kuiva-aineensäätoidekantteriin lietteen kuiva-ainepitoisuuden nostamiseksi. Dekantterista tuleva raskas faasi pumpataan A-tärkkelyksen varastosäiliöihin ja kevyt faasi puolestaan käytetään märkäprosessissa osana prosessivettä. (Nurmi 2013a).

5.1.10 Gluteenin vedenpoisto, kuivaus ja pakkaus

Gluteenin seulonnasta tuleva gluteeni ohjataan vedenpoistoyksikköön gluteenin vedenpoistoruuville (ruuviprässi), jossa gluteenista poistetaan vapaa vesi. Tämän jälkeen märkä gluteeni syötetään "kalanpyrstö"-suuttimen läpi höyrylämmitteiseen pneumaattiseen rengaskuivuriin, jossa nopeasti kiertävän kuuman ilmavirran mukana gluteeni kuivataan haluttuun kosteuspitoisuuteen. Kuivatettu gluteeni kerätään kiertävästä ilmavirrasta pussisuodattimella. Kerätystä kuivasta gluteenista osa syötetään takaisin kuivuriin. Kuivan gluteenin päävirta syötetään lajittelumyllyyn, jossa suuremmat gluteenipartikkelit jauhetaan partikkelikooltaan oikeaksi, homogeenisen tuotteen varmistamiseksi. Valmis tuote siirretään pneumaattisesti varastosiiloihin, josta se säkitetään joko suursäkkeihin tai pienempiin, esimerkiksi 25 kg:n säkkeihin. (Nurmi 2013a).

5.1.11 Kuidun vedenpoisto

Kuidun seulonnasta tuleva märkä kuitu pumpataan vedenpoitoseulaan (kartioseula), jossa siitä poistetaan mahdollisimman paljon vettä rehukuivurin energiankulutuksen pienentämiseksi. Seulasta kuitu pumpataan rehukuivurin syöt-

tösäiliöön. Erotettu vesi kierrätetään prosessivesi 2:n selkeytykseen. (Nurmi 2013a).

5.1.12 B-kuidun seulonta ja gluteenin talteenotto

Gluteenin kypsytyksestä ja agglomeroinnista tuleva nestevirta syötetään kaksivaiheiseen kartioseulasysteemiin, jossa jäljellä oleva hieno kuitu erotetaan ja johdetaan A-kuidun vedenpoistoon, sekä palautetaan mahdollinen jäljelle jäänyt märkä gluteeni takaisin gluteenilinjaan. Seulojen läpi menevä suspensio pumpataan A-talteenottoon. (Nurmi 2013a).

5.1.13 A-tärkkelyksen talteenotto

B-kuidun seulonnasta ja gluteenin talteenotosta tuleva virta syötetään A-talteenoton hydrosykloniyksikköön, joka jakaa virtaaman kahteen faasiin, eli A-tärkkelykseen ja B/C-tärkkelykseen. Talteen saatu erotettu A-tärkkelys palautetaan A-tärkkelyslinjaan ja B/C-tärkkelys pumpataan joko prosessivesi 2:n selkeytykseen tai B-tärkkelyksen pesuun. (Nurmi 2013a).

5.1.14 B-tärkkelyksen pesu

B/C-tärkkelys syötetään hydrosykloneihin, joissa se pestään vastavirtaperiaatteella mahdollisimman pienellä vesimäärällä haluttuun kuiva-ainepitoisuuteen. B-tärkkelysliete pumpataan pesusta pH:n säätösäiliöön ja sieltä edelleen B-tärkkelyksen keiton syöttösäiliöön. Hydrosykloneista tuleva kevyempi faasi taas pumpataan prosessivesi 2:n selkeytykseen. (Nurmi 2013a).

5.1.15 Prosessivesi 2:n selkeytys

A-talteenotosta tuleva B/C-tärkkelys ja B-tärkkelyksen pesusta tuleva kevyt faasi ohjataan prosessivesi 2:n dekantterille, josta ulos tuleva raskaampi faasi oh-

jataan B/C-tärkkelyksen keiton syöttösäiliöön tai C-tärkkelyksen keiton syöttösäiliöön. Dekanterin kevyt faasi pumpataan prosessivesi 2:n säiliöön uudelleenkäytettäväksi prosessivedeksi märkäprosessissa. (Nurmi 2013a).

5.1.16 Eläinrehulinja, B-tärkkelyksellä

Valmennus

Kolmivaihedekanterin fraktioinnista tuleva pentosaani, prosessivesi 2:n selkeytyksestä tuleva raskas faasi ja prosessivesi 2:n säiliön ylivuoto ohjataan B/C-tärkkelyksen keiton syöttösäiliöön, jossa lietteen pH:ta säädetään ja lietteeseen lisätään entsyymiä jatkuvatoimisesti ennen keittämistä. (Nurmi 2013a).

Keitto ja koagulointi

Keiton syöttösäiliöstä liete pumpataan höyrykuumentaisen suihkukeittimen (jet cooker) läpi lepoputkeen ja sieltä flash-syklonin kautta koagulointisäiliöön. Suihkukeittimessä liete kuumennetaan suoraan lietteeseen puhalletulla kuumalla höyryllä noin 105 °C lämpötilaan. Kuumennetun lietteen viipymäaika lepoputkessa on noin 5-10 minuuttia. Lepoputken jälkeen tuote jäähdytetään nopeasti flash-syklonissa noin 85 °C lämpötilaan ja ohjataan koagulointisäiliöön, jossa koagulaatio tapahtuu. (Nurmi 2013a).

B/C-proteiinin erotus

Koaguloinnista liete pumpataan erotussedikanterin läpi, jossa koaguloituneet proteiinit erotetaan ja ohjataan rehukuivurin syöttösäiliöön. Loput suspensiosta ohjataan esihaihduttimen syöttösäiliöön. (Nurmi 2013a).

Esihaihdutus

Esihaihduttimen syöttösäiliöstä suspensio pumpataan kalvohaihduttimeen (ohutfilmihaihdutin) kuiva-ainepitoisuuden nostamiseksi. Haihduttimen syöttöön lisätään vaahdonestoainetta vaahtoamisen estämiseksi haihdutuksen aikana. Haihduttimelta, esihaihdutettu dekstriini pumpataan rehukuivurin syöttösäiliöön

ja edelleen rehukuivuriin tai vaihtoehtoisesti nestemäisen eläinrehun varastosäiliöihin. (Nurmi 2013a).

Rehun kuivaus, pelletöinti ja pakkaus

Koaguloituneet proteiinit, kuidun vedenpoistosta saadut kuidut sekä myllyssä tuotettu lese sekoitetaan ja ohjataan rehukuivuriin, jossa siihen sekoitetaan vielä kuivurin kierrosta tulevaa kuivempaa tuotetta. Kuivurissa tuote kuivataan lopulliseen haluttuun kosteuteen ja siirretään varastosiiloon. Varastosiilosta tuote ohjataan edelleen pelletöintiin ja kuiva rehu pelletöidään pienellä määrällä siirappia. Valmiit pelletit varastoidaan siiloon pakkausta varten. Pakkauksessa käytetään joko suursäkkejä tai pienempiä, esimerkiksi 25 kg:n säkkejä. (Nurmi 2013a).

5.1.17 Eläinrehulinja ilman B-tärkkelystä

Valmennus

Kolmivaihedekanterin fraktioinnista tuleva pentosaani, prosessivesi 2:n selkeytyksestä tuleva kevyt fraktio ja prosessivesi 2:n säiliön ylivuoto ohjataan C-keiton syöttösäiliöön, jossa lietteen pH:ta säädetään ja lietteeseen lisätään entsyymiä jatkuvatoimisesti ennen keittämistä. (Nurmi 2013a).

Keitto ja koagulointi

Keiton syöttösäiliöstä liete pumpataan höyrykuumentaisen suihkukeittimen (jet cooker) läpi lepoputkeen ja sieltä flash-syklonin kautta koagulointisäiliöön. Suihkukeittimessä liete kuumennetaan suoraan lietteeseen puhalletulla kuumalla höyryllä noin 105 °C lämpötilaan. Lepoputken jälkeen tuote jäähdytetään nopeasti flash-syklonissa noin 85 °C lämpötilaan ja ohjataan koagulointisäiliöön, jossa koagulaatio tapahtuu. (Nurmi 2013a).

C-proteiinin erotus

Nesteytyksestä liete pumpataan erotussedikanterin läpi, jossa koaguloituneet proteiinit erotetaan ja ohjataan rehukuivurin syöttösäiliöön. Loput suspensiosta ohjataan esihaihduuttimen syöttösäiliöön. (Nurmi 2013a).

Esihaidutus

Esihaidduuttimen syöttösäiliöstä suspensio pumpataan kalvohaidduuttimeen (ohutfilmihaidutin) kuiva-ainepitoisuuden nostamiseksi. Haihduttimen syöttöön lisätään vaahdonestoainetta vaahtoamisen estämiseksi haihdutuksen aikana. Haihduttimelta esihaidutettu dekstriini pumpataan rehukuivurin syöttösäiliöön ja edelleen rehukuivuriin tai vaihtoehtoisesti nestemäisen eläinrehun varastosäiliöihin. (Nurmi 2013a).

5.1.18 B-tärkkelys siirappilinja

Valmennus

pH:n säädöstä B-tärkkelysliete pumpataan keiton syöttösäiliöön. Lietteen pH:ta ja entsyymipitoisuutta säädetään jatkuvatoimisesti ennen syöttöä keittimeen. (Nurmi 2013a).

Nesteytys

Keiton syöttösäiliöstä liete pumpataan höyrykuumentaisen suihkukeittimen (jet cooker) läpi lepoputkeen ja sieltä flash-jäähdytynyksikön läpi monivaiheiseen reaktoriin. Suihkukeittimessä liete kuumennetaan suoraan lietteeseen puhalletulla kuumalla höyryllä noin 105 °C lämpötilaan. Kuumennetun lietteen viipymäaika lepoputkessa on noin 5-10 minuuttia, jona aikana sen viskositeetti laskee. Lepoputken jälkeen tuote jäähdytetään nopeasti flash-yksikössä noin 95 °C lämpötilaan ja gelatinoitunut tärkkelysliete ohjataan monivaiheiseen reaktoriin, jossa täydellinen nesteytyminen tapahtuu. (Nurmi 2013a).

Proteiinin erotus

Nesteytyksestä liete pumpataan proteiinin erotussedikanterin läpi, jossa koaguloituneet proteiinit erotetaan ja ohjataan rehukuivurin syöttösäiliöön. Loput suspensiosta ohjataan sokerointisäiliöihin. (Nurmi 2013a).

Sokerointi

Sokerointi tapahtuu sekoitussäiliöissä. Sokerointientsyymejä annostellaan annospumpuilla jatkuvatoimisesti hydrolysaatin joukkoon. (Nurmi 2013a).

Ultrasuodatus

Lopputuotteen puhtausvaatimuksista riippuen siirappiliuos voidaan tässä vaiheessa suodattaa tarkoitukseen sopivalla ultrasuodatinjärjestelmällä (Nurmi 2013a).

Haihdotus

Sokeroinnin ja mahdollisen ultrasuodatuksen jälkeen siirappiliuos konsentroidaan haluttuun loppukonsentraatioon vakuumikalvohaihduttimella. Haihdutuksesta tuote pumpataan varastosäiliöihin. (Nurmi 2013a).

5.1.19 Jäteveden esikäsitely

Jäteveden esikäsitelyvaiheella pyritään varmistamaan, että laitos tuottaa mahdollisimman vähän jätevesiä. Koska syntyvissä jätevesimäärissä saattaa esiintyä piikkejä, jätevesisäiliöt ovat suuria (~100 m³). Kaikki normaalin tuotannon ja CIP:n aikana lattiakaivoihin kertyvä jätevesi kerätään näihin jätevesisäiliöihin ja puhdistetaan jätevesidekanttereilla. Jätevesidekanttereissa syntyvä kiintoaines pumpataan jätesäiliöihin ja kuljetetaan lopulta pois autoilla. Dekanttereilla esipuhdistettu jätevesi syötetään viemäriin yhdessä esihaihduttimilta tulevan sekundäärikondensaatin kanssa. (Nurmi 2013a).

5.1.20 CIP (Cleaning In Place)

Korkean sanitaation varmistamiseksi laitoksessa tarvitaan toimiva ja kattava puhdistusjärjestelmä. Tuotantoseisakkien ja täten tuotantomenetysten minimoimiseksi, prosessilaitteet on valittu niin, että ne eivät tarvitse jatkuvaa puhdistamista. Laitos pitää kuitenkin pysäyttää kerran noin viidessä tai kuudessa viikossa huoltoa ja puhdistusta varten. Jotta huolto- ja pesukatko olisi mahdollisimman lyhyt, laitoksen CIP on suunniteltu siten, että suurin osa prosessin laitteista on osa CIP-systeemiä. (Nurmi 2013a).

6 HYGIENIAN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA

Prosessin, laitoksen ja prosessilaitteiden suunnittelulla on keskeinen merkitys tuotannon ja tuotteiden hygienian varmistamisessa. Huonosti suunnitellut laitteet, laitos ja prosessi aiheuttavat hygieenisen riskin ja voivat aiheuttaa tuotteiden kontaminoitumisen. Lisäksi suunnitteluvirheet voivat johtaa kasvaneisiin kustannuksiin, johtuen tuotteiden pilaantumisesta, lisääntyneistä puhdistuskustannuksista ja tuotantokatkoksista johtuvista tuotantomenetyksistä. Tästä syystä on ensiarvoisen tärkeää, että laitoksen ja prosessin suunnitteluun osallistuvat tuntevat hygieenisen suunnittelun periaatteet ja vaatimukset. (Notermans & Powell 2005).

Seuraavassa on esitetty asioita, jotka tulisi huomioida vehnätärkkelyslaitoksen ja -prosessin tietyissä suunnitteluvaiheissa, lisäksi käydään läpi hygienian kannalta kriittisimmät vehnätärkkelysprosessin kohteet, osaprosessit ja hygienian huomioiminen niissä.

6.1 Laitoksen ympäristö

Laitosta ympäröivä laitosalue muodostaa ensimmäisen esteen mahdollisille laitoksen hygieniata uhkaaville kontaminaatiolähteille kuten jyrksijöille, linnuille ja hyönteisille. Tehdasalueen suunnittelulla ja laitoksen rakennusten sijoittelulla voidaan osaltaan vaikuttaa laitoksen hygieniaan. (Wierenga & Holah 2003).

Laitosrakennusten reuna-alueet tulisi pitää puuttomina ja pensaattomina. Suositeltavaa on myös pitää kyseiset alueet ruohottomina ja peittää laitosrakennuksen seiniä reunustavat alueet syvällä kerroksella soraa (Wierenga & Holah 2003). Tätäkin parempi vaihtoehto, etenkin piha-alueen puhtaanapitoa ajatellen on kestopäällyste (asfaltti) (Leimu 2014). Tämä osaltaan vähentää jyrksijöiden, hyönteisten ja lintujen pesiytymistä laitosrakennuksen välittömään läheisyyteen (Wierenga & Holah 2003).

Laitosta ympäröivän piha-alueen pinnankallistukset ja sadevesikaivojen sijoittelu tulee suunnitella niin, että sadevedet valuvat pois päin laitusrakennuksesta, eivätkä muodosta piha-alueelle lammikoita. Erityisen tärkeää tämä on tuotelauspaikkojen ja viljan vastaanottokuilun läheisyydessä. (Leimu 2014).

Laitosalueen liikenteen suunnittelulla ja ohjauksella voidaan myös vähentää laitoksen ympäristöstä tulevaa kontaminaatiovaaraa. Liikenne laitusrakennuksen/-rakennusten läheisyydessä tulisi suunnitella niin, että esimerkiksi raaka-aine, tuotteet ja jätteet kulkisivat mahdollisuuksien mukaan omia reittejään (Wierenga & Holah 2003). Lisäksi henkilökunnan ja vieraiden pysäköintialue tulisi sijoittaa selvästi erilleen laitusrakennuksesta niin, ettei henkilöliikenne turhaan risteä tuotekuljetusvirtojen kanssa (Leimu 2014).

Laitoksessa syntyville jätteille on suunniteltava suljetut jäteastiat, jotka ovat erillään sellaisessa paikassa, etteivät ne aiheuta kontaminaatiovaaraa raaka-aineelle, prosessille tai tuotteelle (Wierenga & Holah 2003).

Laitosalueen ja laitusrakennusten ulkovalaistukseen tulisi myös kiinnittää huomiota, esimerkiksi niin, että valaistavien sisäänkäyntien valo ei sijoiteta suoraan itse sisäänkäyntien yläpuolelle, vaan kauemmas, josta ne suunnataan sisäänkäyntiä kohti. Näin vältetään hyönteisten hakeutuminen kohti valoa sisäänkäyntien luona. (Wierenga & Holah 2003).

6.2 Laitusrakennus

Tässä opinnäytetyössä ei käydä yksityiskohtaisesti läpi erilaisia rakenneratkaisuja, vaan esitetään joitain keskeisiä asioita, jotka rakennus- ja layout-suunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Laitoksen sisätilojen seinien, katon ja lattioiden vaatimuksia ja ratkaisuja käsitellään hieman tarkemmin.

Laitusrakennuksen ulkorakenteet (seinät ja katto) muodostavat toisen esteen laitoksen hygieniää ulkopuolelta uhkaavalle kontaminaatiovaaralle. Ulkorakenteet toimivat esteenä esimerkiksi linnuille, jyräjille ja hyönteisille sekä sään vaikutuksille. Tästä syystä rakennuksen rakenteiden tulee olla tiiviitä niin,

että edellä mainitut eivät voi päästä sisälle laitostiloihin esimerkiksi rakenteissa olevista raoista tai aukoista. Ikkunoita, ovia ja muita aukkoja tulee olla mahdollisimman vähän etenkin tuotantotilojen yhteydessä. Ulkoseiniin tulevien läpivientien tulee olla tiiviitä ja kestäviä. Ulkoseinien tulisi olla sileitä niin, että niissä ei ole koloja tai syvennyksiä, joihin lika voi kertyä. Seinien tulee olla myös pestävissä. Tehtaan alimman kerroksen taso tulisi olla korotettu maanpinnan tason yläpuolelle (+1,20 m tasoon). (Wierenga & Holah 2003).

Tuotantotilojen ikkunoiden materiaaliksi tulisi valita kestävä materiaali kuten jokin kestävä polymeeri (muovi), kuitenkin jokin muu kuin lasi. Ikkunoiden ei tulisi olla avattavia. Mikäli avattavia ikkunoita tai luukkuja kuitenkin käytetään, nämä on varustettava kestävin, tarpeeksi pieniaukkoisin verkoin, jotta linnut ja hyönteiset eivät pääse niistä tuotantotiloihin. Ikkunalautojen tulee olla niin jyrkkiä, että linnut eivät voi pesiä niille. (Wierenga & Holah 2003).

Ulko-ovet eivät saisi aueta suoraan tuotantotiloihin, vaan pääsy ulkoa tulisi tapahtua kahden oven läpi kulkien, joiden välissä on tuulikaappi. Ulos avautuvien ovien tulee olla tiiviitä (ei yli 3 mm rakoja), itsestään ja riittävän nopeasti sulkeutuvia sekä pinnoiltaan sileitä ja puhdistettavia. Isoihin oviin, jotka eivät ole jatkuvassa käytössä, tulisi sijoittaa pienempi henkilöovi henkilöliikennettä varten. Mikäli laitoksessa on trukkiliikennettä, voidaan tällaisissa ovissa käyttää myös itsestään sulkeutuvia rullaovia. Ulkoa sisälle suuntautuvan trukkiliikenteen ovissa tulisi aina käyttää edellä mainittua tuulikaappiratkaisua. Laitoksen hätäuloskäynnit, joista ei ole normaalisti kulkua, tulee merkitä selvästi niin, että niitä saa käyttää ainoastaan hätätilanteessa. (Wierenga & Holah 2003).

6.2.1 Sisäseinät ja katto

Tuotantotilojen seinien tulee olla sileitä, kestäviä, vedenpitäviä, pestäviä ja väriykseltään vaaleita. Seinämateriaalit tulee valita niin, että ne estävät mikrobikasvua ja kestävät vahingoittumatta käytettyjä pesuaineita ja -menetelmiä. Hyvä vaihtoehto seinän pinnoitemateriaaliksi on esimerkiksi muovipinnoitettu ruostumattomasta teräksestä valmistettu pelti. Aiemmin on käytetty myös kaakelointia,

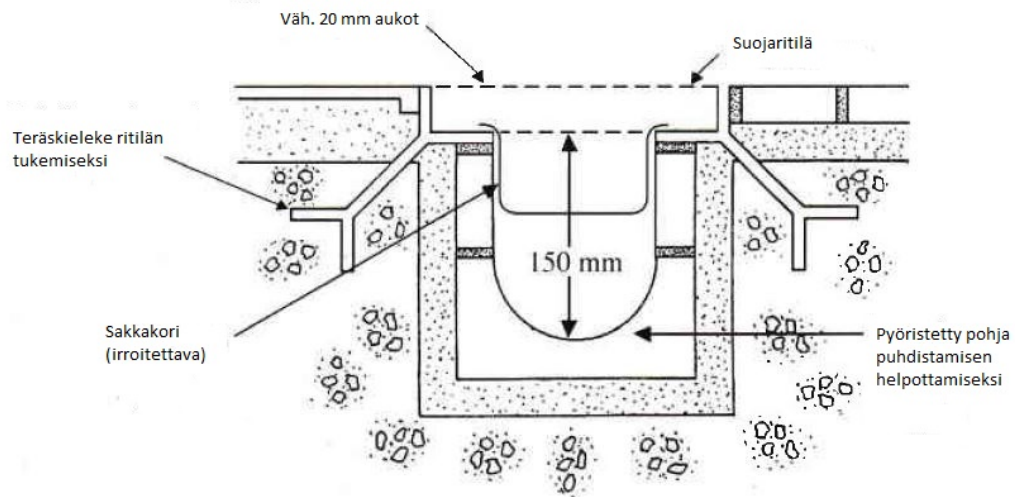
mutta tämä ei ole hyvä vaihtoehto saumoihin kertyvän lian ja saumojen kuluminen vuoksi (Nurmi 2012; Leimu 2014). Seinien liitosten tulee olla kestäviä ja aineita läpäisemättömiä ja käytettyjen paneelien välit tulee saumata ja tasata seinäpinnan kanssa. Suojatun, pinnoitetun ja vedenpitävän seinän osan tulee ylettyä selvästi laitteiden yläpintaa korkeammalle mahdollisten roiskeiden vuoksi ja tilojen tehokkaan pestävyyden mahdollistamiseksi. Seinien ja lattioiden liitoskohdat tulee olla pyöristettyjä, jotta niihin ei kerry likaa ja ne ovat paremmin puhdistettavissa. (Wierenga & Holah 2003; Nurmi 2012; Leimu 2014). Ikkunoiden, ovien karmien ja seinien liitoskohdat tulee tiivistää ja tasoittaa. Laitostilan sisäkattojen tulee olla sileitä ja kestää esimerkiksi kondensoitumisesta johtuva kostuminen. (Wierenga & Holah 2003).

6.2.2 Lattiat

Lattioiden tulee olla kestäviä. Niiden tulee kestää käyttö, kulutus ja käytetyt pesuaineet ja -menetelmät. Niiden tulee kestää myös mahdollinen trukkiliikenne, mikäli sellaista laitoksessa on. Lattioiden tulee olla pinnaltaan myös riittävän karheita liukastumisvaaran poistamiseksi. Lattioissa on perinteisesti käytetty kahdenlaisia pinnoitteita, eli keraamisia laattoja ja hartsipohjaisia lattiapinnoitteita. Näistä laattojen käyttöä ei voi suositella, koska ne ovat herkempiä rikkoutumaan ja laattojen saumat kuluvat ja toisaalta keräävät helpommin likaa. Hartsipohjaisista pinnoitteista käytetyimmät ovat epoksihartsit ja polyuretaanipinnoitteet. Pinnoite valetaan betonin päälle. Tällaisia pinnoitteita käyttämällä lattiapinnasta saadaan saumaton ja vedenpitävä. Lattiapinnan tulee olla tasainen, jotta lammikkoja ei pääse syntymään. Lattioiden kallistukset tulee suunnitella oikein niin, että nesteet valuvat tehokkaasti lattiakanaviin ja niistä viemäriin. (Carpentier 2005). Lattioiden kallistusten tulisi olla välillä 1:50–1:100. Hyväksi kompromissiksi on esitetty kallistusta 1:80. Lattioiden kallistusten suunnittelu tulisi suorittaa vasta kun laitteiden sijoittelu ja osastointi on suunnittelussa tehty. (Wierenga & Holah 2003).

6.2.3 Lattiakanavat

Lattiakanavien suunnittelu tulisi suorittaa samanaikaisesti lattioiden kallistusten suunnittelun kanssa, mutta vasta kun laitos-layout ja prosessilaitteiden sijoittelu on tehty. Näin laitoksen viemärointi voidaan suunnitella mahdollisimman tehokkaaksi. Kuviossa 2 on esitetty hygieenisen lattiakanavan malliratkaisu. Kanavan laskun tulisi olla vähintään 1:100, jotta tehokas virtaus viemäriin voidaan varmistaa. Kanavan pohjan tulee olla pyöristetty puhdistuksen helpottamiseksi. Helpon puhdistettavuuden vuoksi kanavan ei tulisi myöskään olla syvyydeltään paljon yli 150 mm syvä.



Kuvio 2. Hygieeninen lattiakanava (Wierenga & Holah 2003, muokattu).

Kiintoaineiden keräämiseksi lattiakanavista, kanava tulisi varustaa sakkakorilla, josta mahdolliset kiintoaineet on helppo kerätä pois. Kanavat tulee turvallisuussyistä suojata ritilällä, jonka aukot ovat halkaisijaltaan vähintään 20 mm, jotta kiintoaineet pääsevät viemäriin. Ritilän kestävyys ja hygieenisyyden takia on materiaalina suositeltavaa käyttää ruostumatonta terästä. Kanavien virtaus-suunta tulisi olla korkeamman hygieniariskin alueilta kohti matalamman riskin alueita. Hygienian kannalta paras tulos saavutetaan rakentamalla erilliset kanavat hygieniatasoltaan eritasoisille alueille, jotka virtaavat kokoomakaivoon ja

siitä pääviemäriin. Kokoomakaivon tulisi olla erillään itse tuotantotiloista. (Wierenga & Holah 2003).

6.3 Osastointi, osaprosessit, kulkureitit ja allastus (Layout-suunnittelu)

Osastoinnilla ja osaprosessien sijoittelulla, kulkureittien suunnittelulla sekä laitteiden sijoittelulla tiloihin on keskeinen merkitys laitoksen hygienian varmistamisessa. Osastoinnin tulee olla selkeä ja eritasoiset osaprosessit tulee erottaa toisistaan. Hygieniatasoltaan erilaiset alueet tulee määrittää layout-suunnittelussa. (Holah 2005).

Vehnätärkkelysprosessissa toisistaan eroteltavia osaprosesseja ja prosessin osia ovat mylly, märkäprosessi (sekä sen sisällä mahdollisesti omaan tilaansa suljettavat laitteet kuten A-tärkkelyksen kontrolliseula), kuivurit, tuotesäiliöt sekä kuivien tuotteiden pakkaamot ja varastot (Nurmi 2012; Leimu 2014). Näiden välillä liikkumisen hallitseminen on kontaminaatioiden siirtymisen estämiseksi tärkeää ja tulee tarpeen mukaan minimoida tai estää kokonaan. Tästä syystä kulkureittien ja ovien sijoittelun suunnittelu on tärkeää. Laitoksen muista tiloista kuten valvomosta, sosiaalityloista ja etenkin wc-tiloista ei saa olla suoraa pääsyä prosessitiloihin, vaan kulun tulisi tapahtua aina erillisen tilan kautta. (Holah 2005).

Laitteiden sijoittelun tulee olla selkeää ja laitteiden ympärille on jätettävä riittävästi tilaa, jotta niiden ja ympäröivän tilan puhdistus sekä laitteiden huolto- ja kunnossapito on tehokkaasti mahdollista. Ylivuotoherkät laitteet tulisi allastaa niin, ettei mahdollinen ylivuoto pääse valumaan laajemmalle, vaan se voidaan ohjata mahdollisimman nopeasti lattiakanavaan. (Holah 2005).

Käsienpesupisteitä tulee sijoittaa kaikkien prosessitilojen sisäänkäyntien yhteyteen ja sopivasti myös prosessitiloihin. Pesua ja puhtaanapitoa varten prosessitiloihin tulee sijoittaa riittävästi vesipisteitä niin, ettei vesiletkuja tarvitse vetää pitkiä matkoja laitoksen latioilla. Näin osaltaan vähennetään kontaminaatioiden siirtymistä latioilla osastojen välillä. (Holah 2005; Nurmi 2012; Leimu 2014).

Desinfiointialtaita tulee sijoittaa kaikkien prosessitiloihin johtavien ovien yhteyteen. Ne tulee olla kooltaan riittävän isoja ja sijoitettava niin, että niitä ei ole mahdollista kiertää. Desinfiointialtaat tulee kiinnittää lattiaan, mutta niiden tulee olla helposti irrotettavissa puhdistusta varten. (Nurmi 2012).

6.4 Prosessisuunnittelu

Prosessisuunnittelussa luodaan perusteet prosessin hygieeniselle toiminnalle. Prosessisuunnittelussa suunnitellaan itse prosessi ja suunnittelussa tulee prosessin toimivuuden lisäksi huomioida prosessin hygienia. Kiertopesujärjestelmä eli CIP-pesujärjestelmä suunnitellaan osaksi prosessia. Lisäksi prosessisuunnitteluun kuuluvat esimerkiksi laitteiden, venttiilien, toimilaitteiden, instrumenttien ja käytettävien materiaalien määrittely sekä säiliöiden mitoitus. Myös hygienia-tason ylläpidon periaatteiden määrittely, eli esimerkiksi pesuohjelmien ja pesu- ja työhöjien laatiminen ja käytettävien desinfiointi- ja pesuaineiden määrittäminen on osa prosessisuunnittelua. (Nurmi 2012; Tolvanen & Wirtanen 2002).

6.4.1 Laittevalinnat ja laitemäärittely

Prosessissa käytettävien laitteiden tulee olla elintarvikekäyttöön soveltuvia, niin rakenteeltaan, materiaaleiltaan kuin käytetyiltä voiteluaineiltaan. Euroopan unionin konedirektiivin (2006/42/EY) mukaan laitevalmistajan on annettava vakuutus laitteen soveltuvuudesta elintarvikekäyttöön ja käyttötarkoitukseensa. Laitteita valittaessa on varmempaa käyttää tunnettuja ja luotettavia laitevalmistajia, joiden valmistamien laitteiden toimivuudesta ja soveltuvuudesta on olemassa laajempaa kokemusta. Valittavat laitteet tulee mitoittaa oikein prosessin kapasiteetti ja tarpeet huomioiden. Niiden tulee myös olla helposti tyhjentyviä ja purettavissa puhdistusta ja huoltoa varten. Laadittaessa hankittavista laitteista tarjouspyyntöjä laitevalmistajille tai -toimittajille, laitemäärittelyssä esitetään hankittavilta laitteilta vaaditut ominaisuudet. (Nurmi 2012).

6.4.2 Säiliöiden mitoitus

Säiliöt tulee mitoittaa oikein niin, että ne eivät ole liian suuria, jotta tuote ei viivy liian pitkään säiliössä. Toisaalta niiden tulee olla riittävän suuria, jotta niissä on varmuusvaraa, mikäli osaan prosessista tulee häiriö. Prosessin välisäiliöiden tulee olla riittävän isoja, jotta yksittäisiä prosessin osia voidaan tarvittaessa pestä muun prosessin käydessä. (Nurmi 2012).

6.5 CIP ja säiliöiden erillispesut

6.5.1 CIP-periaate

CIP eli Cleaning in Place -systeemi on kiertopesusysteemi, jolla kaikki siihen liitetyt putkistot, laitteet ja säiliöt voidaan pestä tehokkaasti. Kiertopesut hoidetaan pesukeskuksista, joissa ovat huuhteluvesi- ja pesuliuossäiliöt sekä säätölaitteet. CIP-pesujärjestelmä on yleensä kaksivaiheinen ja pesuliuoksina käytetään niin emäksisiä kuin happamia liuoksia. Ennen varsinaista pesua pesuliuoksilla putkistot ja laitteet huuhdellaan vedellä irtonaisen lian ja tuotejäämien poistamiseksi. Pesussa laitteistoissa kiertää ensin kuuma (75–80 °C) 1-prosenttinen emäksinen pesuliuos vähintään 15–20 minuutin ajan, varsinaisen vaikutusajan riippuessa CIP:ssä mukana olevien putkistojen ja laitteiden määrästä ja likaisuudesta. Tämän pesun jälkeen laitteistot huuhdellaan vedellä. Seuraavaksi niissä kierrätetään 80 °C 1-1,5-prosenttista happoliuosta vähintään viiden minuutin ajan, vaadittavan vaikutusajan jälleen riippuessa pestävän systeemin monimutkaisuudesta ja likaisuudesta. Tehokkaan pesuvaikutuksen varmistamiseksi pesunesteiden virtauksen on oltava turbulenttista, eli virtausnopeuden on oltava yli 1,5 m/s. Todellisuudessa virtausnopeuden tulee olla tätä selvästi nopeampi, koska putkistoissa ja laitteissa on virtausesteitä, jotka hidastavat virtausta aiheuttaessaan painehäviöitä. Mikäli säiliöt ovat mukana kiertopesussa, niissäkin pesun on oltava tehokasta, jotta esimerkiksi niissä olevien sekoittimien pinnoille saadaan riittävä mekaaninen vaikutus. (Arpiainen *et al.* 2002).

6.5.2 CIP Elomatic-Statech prosessissa

Elomatic-Statech prosessi on suunniteltu niin, että suurin osa prosessin laitteista ja putkistosta voidaan pestä yhdellä kiertopesujärjestelmällä, kierrättämällä pesuliuoksia prosessiputkistossa alkaen märkäprosessin alusta, aina märkäprosessin tuotteiden ulostuloon. Osa prosessilaitteista on kuitenkin ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne eivät sovellu pestäväksi osana prosessin kiertopesua. Nämä laitteet kiertopestaan erikseen. Osa prosessilaitteista myös likaantuu muuta prosessia helpommin ja nämä laitteet on mahdollista pestä kiertopesulla erikseen muun prosessin ollessa tuoteajossa. Lisäksi esimerkiksi tuotesäiliöt ovat pestävissä erikseen aina tyhjennyksen jälkeen. Edellä mainituista syistä kiertopesujärjestelmä on jaettu kahteen erilliseen pesukeskukseen, toinen pesukeskus on varsinaista prosessin kiertopesua varten ja toinen erikseen kiertopestäviä prosessilaitteita varten. (Stjernberg 2006).

Vehnätärkkelysprosessissa voidaan käyttää edellä kohdassa 6.5.1 kuvatun kaltaista kaksivaiheista CIP-pesua, jossa pesuaineina käytetään emästä ja happoa (esimerkiksi natriumhydroksidi eli NaOH ja typpihappo eli HNO₃). Käytetyt vaikutusajat ovat yleensä kuitenkin pidempiä. Toisena vaihtoehtona voidaan käyttää pidempivaikutteista emäspesua (korkeintaan 50 °C 3-prosenttinen NaOH-vesiliuos, vaikutusaika noin kaksi tuntia), jonka jälkeen laitteisto huuhdellaan ja tämän jälkeen laitteistossa kierrätetään desinfiointiliuosta (esimerkiksi hypokloriitti tai jokin kaupallinen desinfiointiliuos kuten Desirox: vesiliuos, jossa 12 % peretikkahappoa, 20 % vetyperoksidia ja 20 % etikkahappoa), joka lopuksi huuhdellaan vielä vedellä. (Nurmi 2012).

6.5.3 Säiliöiden erillispesu

Prosessisäiliöt tulee voida erillispesä muun prosessin käydessä. Ennen kaikkea tuotesäiliöt eli A-tärkkelysliete- ja siirappisäiliöt tulee olla pestävissä erikseen aina lastauksen jälkeen ennen uutta täyttöä. Tästä syystä ne varustetaan tehokkailla pallopesureilla, jolloin niiden tehokas vesipesu tyhjennyksen jälkeen

on mahdollista. Pallopesureiden vesisuihkun on oltava riittävän voimakas ja ulottua tehokkaasti koko säiliöön. (Nurmi 2012).

6.6 Putkistosuunnittelu

Prosessin putkisto tulee toimivuuden lisäksi suunnitella hygieeniseksi. Hygieeniseksi suunnitellun putkiston keskeiset vaatimukset ovat (Baumbach & Hoogland 2003):

- hygieeniset materiaalit ja pinnat (elintarvikelaatu)
- tyhjennettävyys
- puhdistettavuus
- kuolokohtien (taskujen) välttäminen putkistossa

Prosessiputkissa käytetään yleisesti ohutseinämäistä austeniittisestä ruostumattomasta teräksestä tai haponkestävästä teräksestä valmistettua putkea. Yleisesti käytettyjä putkimateriaaleja ovat AISI 304 ja AISI 316 teräkset (Hoogland 2005). Kaikki hitsausliitokset putkistoon on tehtävä TIG-hitsauksena, suo- jakaasu myös putken sisäpuolella. Putkiliitoksina käytetään mieluummin hit- sausliitoksia kuin muita liitostapoja kuten laippaliitoksia. Joidenkin laitteiden lii- toksissa käytetään muoviletkuja, joiden materiaalin tulee olla elintarvikelaatua. (Etupalta 2009; Nurmi 2012).

Putket tulee suunnitella tyhjentyviksi. Kaikkien prosessi-, höyry- ja lauhdeputki- en tulee olla laskullisia. Yleinen käytetty kaltevuus on 1:100. Putken koon muut- tuessa tulisi käyttää epäkeskisiä kartioita tavallisten sijaan. Putkiston tyhjennyk- set tulee suunnitella kaikkiin tarpeellisiin kohtiin putkistoa, jotta putken tyhjenty- vyys täydellisesti voidaan varmistaa, eikä putkistoon voi jäädä tuotetta. Putket tulee myös kannakoida kunnolla käyttäen standardeissa ilmoitettuja kannakevä- lejä, jotta putket eivät asennettuina jää notkolle, jolloin niiden tyhjentyvyys voi olla vajaata. (Baumbach & Hoogland 2003).

Käytettyjen venttiilien ja toimilaitteiden tulee olla elintarvikekäyttöön soveltuvia. Yleisesti käytetty venttiilityyppi on läppäventtiili. Halkaisijaltaan pienemmissä

putkistoissa käytetään myös hygieenisiä palloventtiilejä, jotka soveltuvat CIP-pesuun. Tavallisten palloventtiilien käyttö tuotteen kanssa kosketuksiin tulevissa putkistoissa on hygieniasyistä ehdottomasti kielletty. (Etupalta 2009).

Putkiston pestävyys CIP-pesussa tulee huomioida putkistosuunnittelussa. Ennen kaikkea niin, että käytetyt venttiilit ovat tiiviitä ja estävät pesuliuoksen pääsyn putkiin, joissa mahdollisesti edelleen kulkee tuotetta, mikäli vain osa prosessista ja putkistosta pestään. Myös putkiston geometriaan on kiinnitettävä huomiota niin, ettei putkistossa ole taskuja, joissa kiertävä pesuliuos ei pääse tehokkaasti kiertämään ja vaikuttamaan. Tästä syystä esimerkiksi instrumenttien ja toimilaitteiden istutuksissa ei tulisi käyttää pitkiä T-liitoksia. (Baumbach & Hoogland 2003; Etupalta 2009). Hygieenisten putkistojen asennuksen erityisvaatimukset on selkeästi määriteltävä putkiston hankinta-asiakirjojen työselityksessä (Etupalta 2009).

6.7 Ilmastointi ja pölynpoisto

Prosessi- ja laitostilojen ilman laadulla on merkittävä vaikutus prosessin hygienialle. Ilma on potentiaalinen kontaminaatioiden kuten bakteerien, hiivojen ja homeiden välittäjä. Tästä syystä riittävästä ilmansuodatuksesta huolehtiminen on tärkeää. Ilmastoinnin ja etenkin ilmansuodatuksen oikea valinta ja suunnittelu on vaativaa ja erityisosaamista edellyttävää. Valittava suodatusmenetelmä riippuu ilmanlaadulle asetettavista vaatimuksista. Paine-eroilla eri tilojen välillä voidaan estää ilman siirtyminen korkeamman hygienian alueille. Paine-eron tulisi olla välillä 5-15 pascalia, jotta ilmavirta korkeamman hygienian alueelta likaisemmalle olisi riittävää. Ilman vaihtuvuuden nopeus on myös tärkeä huomioida. Osaprosesseissa, joissa on tai käsitellään pölyäviä tuotteita tai raaka-aineita, tulee huolehtia tehokkaasta pölynpoistosta. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi mylly, kuivurilat ja jauhemaisten tuotteiden pakkaamot. (Holah 2005).

6.8 Suunnittelussa laadittavat hygieniaan liittyvät dokumentit

Suunnittelussa laadittavilla dokumenteilla varmistetaan osaltaan laitoksen rakentaminen ja prosessin asennus hygieniaseikat huomioiden kuten laitoksen suunnitellut organisaatio on tarkoittanut. Seuraavassa on lueteltu keskeisiä dokumentteja, joita suunnittelussa laaditaan ja joilla on merkitystä laitoksen ja prosessin hygieenisessä toteutuksessa.

- rakennus- ja aluesuunnitteludokumentit, sekä rakennustapaselostus, joissa on määritetty laitoksen ympäristö, laitosrakennukset rakenteineen, sekä esimerkiksi seinä, katto ja lattiapintojen vaaditut ominaisuudet
- laitos- ja prosessisuunnittelun dokumentit, kuten prosessikuvaus, PI-kaaviot ja laitesijoitussuunnitelma (layout) osastointeineen
- putkistosuunnitelmat eli isometrit, putkisijoituspiirustukset ja asennusohjeet, joista ilmenee, miten hygieenisiksi suunnitellut putket on tarkoitettu toteutettaviksi ja asennettaviksi
- laitemäärittelyt ja hankintamäärittely, joissa on esitetty hankittaville laitteille asetetut vaatimukset, myös hygieenisuus ja soveltuvuus elintarvikekäyttöön
- CIP-käyttökuvaus, jossa kuvataan käytetty CIP-järjestelmä ja sen käyttö yksityiskohtaisesti mukaan lukien erillispestävät laitteet ja säiliöt
- prosessin riskiarvioidokumentit ja HACCP-määrittelyt
- pesu- ja kunnossapito-ohjelmat
- työohjeet prosessityöntekijöille, siivoojille, kunnossapidolle yms., kuten yleiset työohjeet hygieenisistä toimintatavoista, puhdistus- ja desinfiointiohjeet, aistinvaraisen puhtauden tarkistamisen ohjeet

6.9 Hygienian kannalta kriittiset kohteet ja osaprosessit

Kokemuksen mukaan seuraavat HACCP-periaatteella määritellyt Elomatic-Statech prosessin osaprosessit ovat hygienian kannalta kriittisimmät (Nurmi 2012). Jokaisen kohdalla on pyritty esittämään joitain ratkaisuja tai huomioita, joilla hygienia pyritään varmistamaan.

6.9.1 Viljan vastaanotto

Viljan vastaanottokuilun luukut tulee suunnitella tiiviiksi niin, että vastaanottojen välillä hyönteiset tai jyräjät eivät pääse kuiluun. Luukkujen ollessa auki, riskin muodostavat linnut, joiden ulosteet voivat päätyä lastin tyhjennyksen aikana raaka-aineen sekaan. (Nurmi 2012).

6.9.2 Viljan esipuhdistus

Viljan esipuhdistuksella on kriittisen tärkeä merkitys raaka-aineen ja tuotteiden hygienian varmistamisessa. Käytettävän puhdistusmenetelmän ja laitteiden tulee toimia tehokkaasti, jotta raaka-aineena käytettävästä vehnästä saadaan poistettua epäpuhtaudet. (Nurmi 2012).

Hyviä ja tehokkaita esipuhdistusjärjestelmiä ovat esimerkiksi niin sanotut combi cleaner -laitteet. Ne poistavat tehokkaasti myllyyn tulevasta vehnästä epäpuhtaudet kuten hiekan, kivet, hyönteisten ja pieneläinten osat sekä muut roskat kuten viljan muut osat (korret ym.). (Nurmi 2012; Bühler AG 2014).

6.9.3 Fraktiointi (avoimet suppilot)

Kolmivaihefraktiointidekanttereihin ja prosessin muihinkaan dekanttereihin ei voida syöttää lukuun ottamatta tehdä kiinteitä putkiasennuksia laitteiden synnyttämän ali-/ylipaineen vuoksi. Tästä syystä on käytettävä dekanttereista ulostuleville virroille laitteiden alle sijoitettavia suppiloita. Käytettävät suppilot tulee

suunnitella muodoltaan hygieenisiksi niin, etteivät ne kerää suppiloiden taitoskohtiin tuotetta, eikä osa tuotevirrasta voi myöskään jäädä pidemmäksi aikaa suppiloon. (Nurmi 2012). Prosessitilan ilmansuodatuksella voidaan yleisesti vaikuttaa ilmanlaatuun ja näin pienentää hygieenistä riskiä, joka avoimiin suppiloihin ja prosessilaitteisiin liittyy (Leimu 2014). Dekanttereiden suppiloiden säännöllinen pesu vedellä on huomioitava laadittavissa työohjeissa (Nurmi 2012).

6.9.4 Leporumpu ja leporummun päätykaukalo

Leporumpu on yksi Elomatic-Statech prosessia varten erityisesti suunnitelluista prosessilaitteista. Leporumpu on avoin prosessilaitte ja siksi hygienian kannalta haastava. Sekä sen sisään että sen avonaiseen päätykaukalo, johon leporummusta tuleva gluteeni valuu, pääsee helposti hyönteisiä kuten kärpäsiä. Myös prosessitilan ilmassa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet päätyvät helposti tuotteeseen. Leporumpua ja sen päätykaukaloa ei kuitenkaan voida suunnitella suljetuksi, koska leporummusta tulevan muodostuvan gluteenin visuaalinen laaduntarkkailu on tuotteen laadun kannalta ensiarvoisen tärkeää. (Nurmi 2012). Tärkeintä on huolehtia prosessitilan ilmansuodatuksen toimivuudesta ja estää mahdollisuuksien mukaan hyönteisten pääsy prosessitilaan (suljetut ikkunat ja itsestään sulkeutuvat ovet). Lisäksi leporummun päätykaukalon säännöllinen pesu vedellä on huomioitava laadittavissa työohjeissa ja leporummun ja päätykaukalon tehokas pesu on huomioitava laadittavassa pesuohjelmassa. (Nurmi 2012; Leimu 2014).

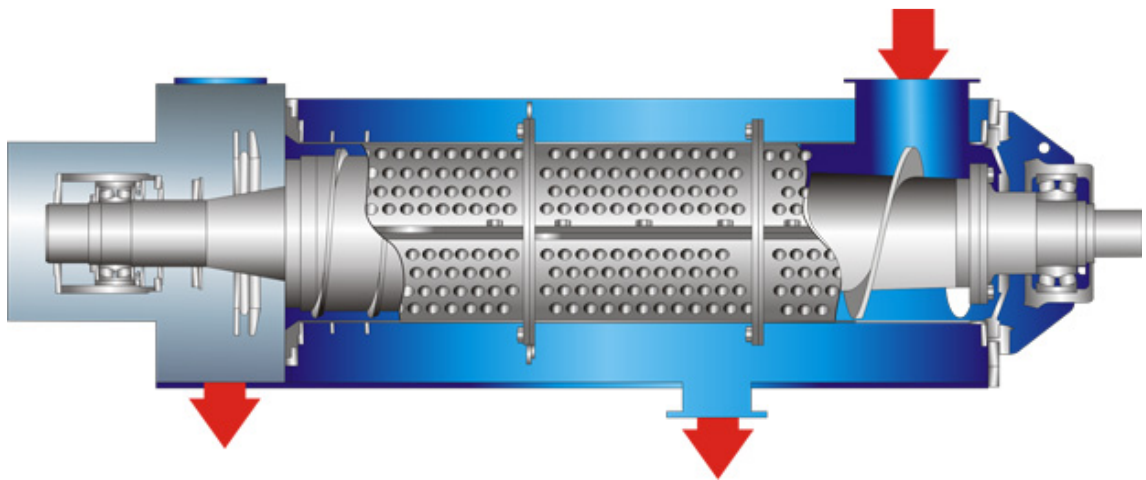
6.9.5 Kaariseulat

Kaariseulat ovat avoimia laitteita. Ne voidaan suunnitella suljetuiksi, käyttäen avattavia kansia. Tällöin kuitenkin seulalle tulevan gluteenin laaduntarkkailu vaikeutuu. Seulat tukkeutuvat helposti ja niitä on pestävä usein. Tähän voidaan käyttää automaattisia pesujärjestelmiä, mutta kokemus on osoittanut, että ne eivät ole kovin tehokkaita. Tehokkaampaa on seulojen likaantuessa pestä ne

käyttäen vesiletkua. Tästä syystä kaariseulat on huomioitava laadittavissa pesu- ja työhjeissa. (Nurmi 2012).

6.9.6 Gluteenin vedenpoistoruuvi

Gluteenin vedenpoistoon käytetään ruuviprässiä (kuva 5), joka poistaa puristamalla gluteenimassasta ylimääräisen veden, joka valuu vedenpoistoruuvin alapuolella olevaan suppiloon.



Kuva 5. Ruuviprässi (vikaspumps.com).

Puristetun veden poistolle olisi periaatteessa mahdollista tehdä kiinteä putkiasennus, mutta vesi sisältää melko paljon gluteenia ja aiheuttaa putken ”liimoittumisen” ja mahdollisen tukkeutumisen. Tästä syystä käytetään yleensä ruuvin alle sijoitettavaa suppiloa, johon vesi ruuvilta valuu. Sama likaantumisongelma koskee kuitenkin myös suppiloa, joka on haasteellinen myös avoimuutensa vuoksi. Suppiloon kertyvä likapinta on hyvä kasvualusta mikrobeille, jotka voivat suppilosta edelleen levitä ilman ja roiskeiden mukana muualle prosessiin. Vedenpoistosuppilo voidaan sulkea avattavilla kansilla, jolloin sen pesu on edelleen helppoa. Vedenpoistosuppilon säännöllinen pesu vedellä täytyy huomioida laadittavissa työ ja pesuohjeissa. Vedenpoistoruuvin sijoittamista omaan suljettuun tilaansa voidaan myös tarvittaessa harkita, mikäli se on kustannuksien kannalta järkevää. (Nurmi 2012).

6.9.7 A-tärkkelyksen kontrolliseula

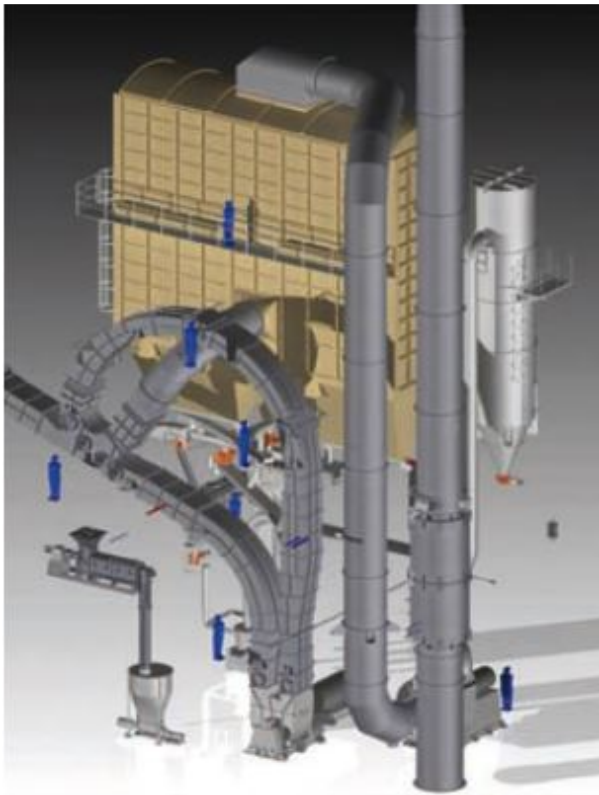
A-tärkkelyksen kontrolliseula on täysin avoin prosessilaitte ja siksi hygienian kannalta haastava. Laitetta ei kuitenkaan voida peittää tai sulkea, koska laadun-tarkkailun kannalta on välttämätöntä voida tarkkailla kontrolliseulalle tulevaa tuotetta. Seulan seulakangas tukkeutuu helposti ja sen on oltava siksi helposti pestävissä vedellä. A-tärkkelyksen kontrolliseula olisi hyvä sijoittaa omaan sul-jettuun tilaansa, jossa sen yläpuolella ei ole esimerkiksi putkia tai valaisimia, joiden päälle voisi kertyä pölyä ja likaa, jotka vuorostaan voivat pudota seulalle ja päätyä siitä mahdollisesti tuotteeseen. Omalla suljetulla tilalla myös pienennettäisiin muualta prosessista tulevaa kontaminaation mahdollisuutta. Kontrolliseula täytyy edellä mainituista syistä huomioida myös laadittavissa työ- ja pesuohjeissa. (Nurmi 2012).

6.9.8 Kuivurit

Prosessissa käytettävät kuivurit ovat A-tärkkelyskuivuri, gluteenikuivuri ja rehu-kuivuri. Käytetty A-tärkkelyskuivuri on tyypiltään niin sanottu flash-kuivuri (kuva 6). Gluteeni- ja rehu-kuivurit ovat tyypiltään rengaskuivureita (kuva 7).



Kuva 6. Flash-kuivuri (VetterTec GmbH 2014).



Kuva 7. Rengaskuivuri (VetterTec GmbH 2014).

Kuivurit eivät itsessään, oikein toimiessaan aiheuta hygieenistä riskiä. Päinvas-toin kuivaukseen käytetty kuuma ilma tappaa tehokkaasti tuotteessa mahdoli- sesti olevat mikrobit. Ongelmia syntyy, mikäli kuivuri on mitoitettu väärin tai kui- vuriin syötetään liikaa märkää tuotetta. Tällöin märkä tuote pääsee kertymään tuotteen ulosoton suodattimien suodatinsukille, jolloin syntyvät otolliset olosuh- teet mikrobien kasvulle. Tästä syystä kuivurin oikea mitoitus ja märän tuotteen syötön parametrien määrittely on suunnittelussa ensiarvoisen tärkeää. (Leimu 2014).

Kuivaukseen käytetään ilmaa, joka kuumennetaan joko höyrypatterilla tai esi- merkiksi butaaniliekillä. Kuivaukseen käytetyn ilman tulee olla tehokkaasti suo- datettua. Tästä syystä oikeanlaisten suodatinten valinta on tärkeää. Kuivurien valmistajilla on valmiita ratkaisuja kuivausilman suodattamiseksi tehokkaasti. (Nurmi 2012; Leimu 2014).

6.9.9 B-siirappisäiliöt

Siirappisäiliöiden tuote on kuumaa. Tämä aiheuttaa siirapissa olevan veden haihtumista tuotteesta, joka kondensoituu säiliöiden sisäkanteen ja tippuu siitä takaisin tuotteen päälle muodostaen vesikerroksen tuotteen pinnalle. Siirapin kuiva-ainepitoisuus itsessään on niin korkea, että se ei ole mikrobeille edullinen kasvualusta. Tuotteen pinnalle pudonneeseen veteen liukenee siirappia ja syn- tyvä laimeampi liuos toimii hyvänä kasvualustana hiivoille, homeille ja baktee- reille ja etenkin hiivat aiheuttavat helposti käymisreaktion. Näiden torjuntaan ja kasvun estämiseen voidaan käyttää UV-valoja, jotka sijoitetaan säiliön kanteen. (Nurmi 2012; Leimu 2014). UV-valo vaikuttaa mikrobeihin aiheuttamalla muu- toksia niiden perimässä ja proteiineissa. Hiivat ja homeet ovat bakteereja kestä- vämpiä UV-valon vaikutuksille. Niihinkin voidaan kuitenkin vaikuttaa. UV-valo tuhoaa mikrobeja aallonpituuksilla 220–300 nm. Paras mikrobeja tuhoava teho on aallonpituuksilla 250–260 nm. UVC-lamppu tuottaa aallonpituutta 253,7 ja on siten ihanteellinen mikrobien tuhoamiseen. (Tolvanen 2002). Sisäkanteen sijoi- tettavat lamput tulee huomioida säiliöiden pinnansäätöjen ylärajoja määrittettä-

essä, jotta nämä eivät jää tuotteen kastelemiksi säiliöitä täytettäessä. Kondensoitumista voidaan ehkäistä säiliöiden lämpöeristyksellä ja kriittisten pintojen lämmityksellä. (Leimu 2014).

6.9.10 Jäähdytysvesitorni ja jäähdytysvesijärjestelmä

Jäähdytysvesitorni sijoitetaan laitoksen katolle. Se on avoin ja siksi altis laitoksen ympäristöstä tuleville kontaminaatioille (Leimu 2014). Jäähdytysvedessä voi esiintyä mikrobeja, kuten esimerkiksi *Listeria monocytogenes*, salmonellat ja *Escherichia coli*. Ilmasta siirtyy veteen myös ravinteita, joita mikrobit voivat hyödyntää. (Wirtanen & Mattila-Sandholm 2002). Jäähdytysvesi ei normaalisti pääse kontaktiin tuotteiden kanssa, mutta esimerkiksi lämmönvaihtimen, jossa jäähdytysvesi kiertää, rikkoontuessa voi tuote saastua. Kontaminaatiovaaraa voidaan jonkin verran pienentää peittämällä jäähdytysvesitornin avoimet osat riittävän tiheällä verkolla, jolla estetään lintujen pääsy jäähdytysveteen. (Nurmi 2012; Leimu 2014). Jäähdytysvesijärjestelmää voidaan desinfioida syöttämällä jäähdytysveteen jotain soveltuvaa ja tehokasta biosidiä (Wirtanen & Mattila-Sandholm 2002).

7 LOPUKSI

Tässä opinnäytetyössä on käyty yleisellä tasolla läpi ongelmakohtia vehnätärkelysprosessissa ja keskeisiä suunnitteluvaiheita, joissa hygienia tulee huomioida. Kokonaisuus on kuitenkin paljon laajempi ja vaatii suunnittelun eri osalueiden asiantuntijoiden yhteistyötä ja osaamista. Kaikkia suunnittelun osalueita, jotka osaltaan voivat vaikuttaa laitoksen ja prosessin hygieniaan, ei ole tarkasteltu tässä työssä. Tällaisia ovat esimerkiksi automaatio-, sähkö-, valaistus- ja LVI-suunnittelu.

Prosessin hygienian varmistusmenetelmät ja erilaiset hygieeniset ratkaisut kehittyvät jatkuvasti. Suunnittelijoiden tulisi päivittää tietämystään mahdollisuuksien mukaan. Tällöin hyvää opastusta ja lisätietoa saa esimerkiksi tässäkin opinnäytetyössä mainituilta laite- ja laitoshygienia-alan järjestöiltä, jotka laativat jatkuvasti uusia ajanmukaisia ohjeita hygienian huomioimisesta suunnittelussa.

Lisätietoa löytyy laajasti myös esimerkiksi tämänkin opinnäytetyön lähteinä olleista kirjoista ja oppaista kuten *Hygiene in food processing, Handbook of hygiene control in the food industry* ja *Laitehygienia elintarviketeollisuudessa – Hygieniaongelmien ja *Listeria monocytogeneksen* hallintakeinot*. Nämä kirjat löytyvät Elomaticin kirjavalikoimasta. Putkistosuunnittelua on käsitelty laajasti Elomaticin omassa dokumentissa *Putkistosuunnittelun ohjeisto Elomaticissa*.

LÄHTEET

Aarnisalo, K., Pahkala, S. 2002. Määräykset ja ohjeistukset. Teoksessa Wirtanen, G. (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Espoo: VTT Publications.

Arpiainen, M., Salo, S., Wirtanen, G. 2002. Laitteiden puhdistuvuus- ja desinfiointitoimet. Teoksessa Wirtanen, G. (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Espoo: VTT Publications.

Baumbach, F., Hoogland, H. 2003. Piping systems, seals and valves. Teoksessa Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., White, B. (toim.). Hygiene in food processing. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Bühler AG. 2014. Combi-Cleaner MTKB. Viitattu 8.9.2014 www.buhlergroup.com/global/en/products/combi-cleaner-mtkb.htm#.VA3SCOWcSM8

Carpentier, B. 2005. Improving design of floors. Teoksessa Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., White, B. (toim.), 2005. Handbook of hygiene control in the food industry. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Codex Alimentarius 2014. About Codex. Viitattu 27.8.2014 www.codexalimentarius.org/about-codex/en/

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2014a. Elintarvikehygieniä. Viitattu 27.8.2014 www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/elintarvikehygienia/

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2014b. Elintarvikelainsäädäntö. Viitattu 1.9.2014 www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/valmistus+myynti/elintarvikelainsaadanto/

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2014c. *Escherichia coli* / EHEC (VTEC/STEC) ruokamyrkytyksen aiheuttajana. Viitattu 28.8.2014 www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia+aiheuttavia+bakteereja/escherichia+coli/

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2014d. Eviran esittely. Viitattu 1.9.2014 www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/esittely/

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2014e. HACCP. Viitattu 27.8.2014 www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/omavalvonta/haccp/

Elintarvikevirasto Evira 2014f. Lainsäädäntö. Viitattu 1.9.2014 www.evira.fi/portal/fi/elaimet/rehut/lainssaadanto/

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira 2014g. Salmonella. Viitattu 28.8.2014 www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia+aiheuttavia+bakteereja/salmonella/

Etupalтта, I. 2009. Hygieeniset putket elintarviketeollisuudessa. Teoksessa Putkistosuunnittelun ohjeisto Elomaticissa. Turku: Elomatic Oy. Ei julkinen dokumentti.

European Centre for Disease Prevention and Control 2014. Salmonellosis. Viitattu 28.8.2014 www.ecdc.europa.eu/EN/HEALTHTOPICS/SALMONELLOSIS/Pages/index.aspx

European Feed Ingredients Safety Certification EFISC 2014. About us. Viitattu 27.8.2014 www.efisc.eu/web/about-us/1011306087/list1187970061/f1.html

European Food Safety Authority 2014. About EFSA. Viitattu 27.8.2014 www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa.htm

European Hygienic Engineering & Design Group EHEDG. 2014. About EHEDG. Viitattu 27.8.2014 www.ehedg.org

Holah, J. 2005. Improving zoning within food processing plants. Teoksessa Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., White, B. (toim.). Handbook of hygiene control in the food industry. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Hoogland, H. 2005. Improving the hygienic design of pipes. Teoksessa Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., White, B. (toim.), 2005. Handbook of hygiene control in the food industry. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Leimu, P. 2014. [Haastattelu] (29.8.2014).

Notermans, S., Powell, S.C. 2005. Introduction. Hygienic design of facilities and equipment. Teoksessa Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., White, B. (toim.). Handbook of hygiene control in the food industry. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

NSF International 2014. About NSF. Viitattu 27.8.2014 www.nsf.org/about-nsf/

Nurmi, L. 2012. [Haastattelu] (16.2.2012).

Nurmi, L. 2013a. Process Description. Turku: Elomatic Oy. Ei julkinen dokumentti.

Nurmi, L. 2013b. Technical Specification No. 14219A. Turku: Elomatic Oy. Ei julkinen dokumentti.

Stjernberg, M. 2006. CIP Description. Turku: Elomatic Oy. Ei julkinen dokumentti.

Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2014. Standardien suhde muihin asiakirjoihin. Viitattu 27.8.2014 www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/standardien_suhde_muihin_asiakirjoihin

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos THL 2014. EHEC. Viitattu 28.8.2014 www.thl.fi/fi/web/infektiotaudit/audit-ja-mikrobit/bakteeritaudit/ehc

Tolvanen, R., Wirtanen, G. 2002. Elintarviketeollisuuden tilaratkaisujen merkitys laitehygieniasa. Teoksessa Wirtanen, G. (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Espoo: VTT Publications.

Tolvanen, R. 2002. Ultravioletin käyttö mikrobin tuhoamisessa. Teoksessa Wirtanen, G. (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Espoo: VTT Publications.

Wierenga, G., Holah, J.T. 2003. Hygienic plant design. Teoksessa Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., White, B. (toim.). Hygiene in food processing. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Wirtanen, G. 2002. Keskeiset järjestöt laitehygieniä-alalla. Teoksessa Wirtanen, G. (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Espoo: VTT Publications.

Wirtanen G., Mattila-Sandholm T. 2002. Mikrobit pinnoilla. Teoksessa Wirtanen, G. (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Espoo: VTT Publications.

3-A Sanitary Standards Inc. 2014. About 3-A SSI. Viitattu 27.8.2014 www.3-a.org/About_3-ASSI.php?DocID=1701