

Henri Isoaho

# Teurastamoiden ja lihanjalostuslaitoksien LVI- tekniisiä erityispiirteitä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

4.4.2014

|   |   |
|---|---|
| Tekijä<br>Otsikko<br><br>Sivumäärä<br>Aika  | Henri Isoaho<br>Teurastamoiden ja lihanjalostuslaitoksien LVI-teknisiä erityispiirteitä<br>37 sivua<br>4.4.2014 |
| Tutkinto  | insinööri (AMK)   |
| Tutkinto-ohjelma  | talotekniikka   |
| Suuntautumisvaihtoehto  | LVI, suunnittelupainotteinen  |
| Ohjaajat  | DI toimitusjohtaja Ilkka Råman<br>lehtori Erkki-Olavi Sainio  |
| <p>Insinööriyön tavoitteena oli selvittää teurastamoiden ja lihanjalostuslaitoksien LVI-suunnittelussa huomioonotettavia piirteitä ja ongelmakohtia. Työssä kuvataan lihateollisuuden elintarviketurvallisuuden tärkeimmät riskit, joihin lukeutuvat mikrobiologiset ja kemialliset riskit ja elintarvikkeisiin joutuvat vieraat aineet.</p> <p>Työssä tutkittiin kansainvälisien järjestöjen ja standardien antamia määräyksiä ja suosituksia, joita sovellettiin tähän LVI-suunnitteluohjeeseen. Lisäksi otettiin yhteyttä laitevalmistajiin ja muihin asiantuntijoihin sekä tutustuttiin elintarvikehygieniaohteita sisältäviin kirjoihin, jotta saatiin laaja ja luotettava käsitys LVI-suunnittelun erityispiirteistä ja vaatimuksista.</p> <p>Insinööriyössä tarkasteltiin myös erilaisia elintarviketuotantotilojen pesu- ja desinfektio menetelmiä, jotta suunnittelija osaisi varautua erilaisiin käytäntöihin, joita lihantuotantotiloissa voi esiintyä. Insinööriyössä korostetaan vuorovaikutusta muiden suunnittelualojen ja suunnittelun tilaajan kanssa, jotta lopputuloksesta tulisi käytännöllinen työntekijälle ja tarvittava elintarvikehygienian saavutettavaksi.</p> <p>Ohjeistuksessa on esitetty laitoksen ulkopuolisia LVI-vaatimuksia ja ilmanvaihdossa on paneuduttu ilmanjakotapoihin, suodatukseen sekä puhdistilojen ilmanvaihtosuunnitteluun. Vesi- ja viemärijärjestelmissä on esitetty lihateollisuuden erityispiirteitä ja kalusteiden sijoituspaikkoja, jotta järjestelmistä tulisi toimivia niin hygieenisyydeltään kuin käytännöllisyydeltäänkin. Lämmityksen ja jäähdytyksen osalta on esitelty lihateollisuuden kannalta olennaisia mitoituslämpötiloja ja olosuhteita. Lopuksi on tarkasteltu lihantuotantotiloihin sijoitettavien laitteiden yleisiä hygieni- ja rakennevaatimuksia ja niissä käytettävien voiteluainesten ominaisuuksia.</p> <p>Insinööriyö tarjoaa lähtövalmiudet teurastamon ja lihankäsittelylaitoksen LVI-suunnitteluun.</p> |   |
| Avainsanat  | teurastamo, lihanjalostus, talotekniikka, LVI, suunnitteluohje, hygienia  |

|   |   |
|---|---|
| Author<br>Title<br>Number of Pages<br>Date  | Henri Isoaho<br>Special technical aspects of HVAC designing in slaughterhouses and meat processing facilities<br>37 pages<br>4 April 2014 |
| Degree  | Bachelor of Engineering   |
| Degree Programme  | Building Services Engineering   |
| Specialisation option   | HVAC Engineering, Design Orientation  |
| Instructor(s)   | Ilkka Råman, Managing Director, Master of Engineering<br>Erkki-Olavi Sainio, Senior Lecturer  |
| <p>The aim of this Bachelor's thesis was to pinpoint the special technical aspects of HVAC designing in slaughterhouses and meat processing facilities. The purpose was to gather information concerning HVAC designing from various different sources, thus providing a design manual for HVAC designers. The thesis covered heating, cooling, ventilation, water and sewage systems.</p> <p>For the instructions, several different sources were studied. These included international standards and directives from organizations, legislation, instructions from manufacturers and other experts. Information was also found from literature on HVAC designing and food hygiene.</p> <p>As a result, firstly, the hazards involved in the meat production industry that include biological, chemical and physical risks were compiled. It was established, that it is crucial to understand the risks that poor designing can cause in the meat production. Secondly, methods to diminish and prevent the risks by adequate HVAC design were gathered.</p> <p>The Bachelor's thesis provides a design manual that gives the ability and insight to design HVAC systems in slaughterhouses and meat processing facilities. The thesis emphasizes the importance of communication between different design areas in order to accomplish practical and hygienic systems.</p> |   |
| Keywords  | slaughterhouse, meat processing, building services engineering, HVAC, design manual, hygiene  |

# Sisällys

## Lyhenteet

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Johdanto  | 1  |
| 2     | Lihateollisuuden merkittävät vaarat   | 1  |
| 3     | Mikrobien kasvuun vaikuttavat ympäristötekijät  | 2  |
| 3.1   | Lämpötila   | 2  |
| 3.2   | Suhteellinen kosteus ja kaasuatmosfääri   | 2  |
| 3.3   | Muiden mikrobien vaikutus   | 2  |
| 4     | Lihahygienian tavoitteet  | 3  |
| 4.1   | Hyvälaatuinen liha  | 3  |
| 4.2   | Turvallisuus  | 3  |
| 5     | Lihan pilaantumiseen vaikuttavat mikrobiologiset tekijät  | 3  |
| 5.1   | Bakteerit   | 3  |
| 5.2   | Mikrobiologinen kontaminaatio   | 4  |
| 5.3   | Mikrobiologinen pilaantuminen   | 6  |
| 6     | Raakamateriaaltilojen LVI-tekniset vaatimukset  | 6  |
| 6.1   | Yleistä   | 6  |
| 6.2   | Oviraot sekä putki- ja kanavaläpiviennit  | 6  |
| 6.3   | Ilmanvaihtojärjestelmän aukot   | 7  |
| 6.4   | Viemärit sekä vesikatolle asennettavat tuuletusviemärit ja kattokaivot  | 7  |
| 6.5   | Oviverhot   | 7  |
| 7     | Lihan tuotantotilojen hygienia ja elintarviketurvallisuus   | 8  |
| 7.1   | SFS-EN ISO 22000: Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmät. Vaatimukset kaikille elintarvikeketjun organisaatioille | 8  |
| 7.1.1 | Yleistä   | 8  |
| 7.1.2 | Vastavuoroinen viestintä  | 8  |
| 7.1.3 | Järjestelmän hallinta   | 9  |
| 7.1.4 | Tukiohjelmat  | 10 |
| 7.1.5 | HACCP-periaatteet   | 10 |
| 7.1.6 | Seuranta ja mittaukset  | 11 |
| 7.1.7 | Vuokaaviot  | 11 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 7.2   | Laitoksen ulkopuoli ja ympäristö                         | 12 |
| 7.3   | Laitoksen sisäpuoliset pinnat                            | 13 |
| 7.4   | Ylärakenteet sekä kattoon asennettavat putket ja kanavat | 13 |
| 7.5   | Putki- ja kanavamateriaalit sekä eristeet                | 13 |
| 7.6   | Ilmanvaihto  | 14 |
| 7.6.1 | Yleistä  | 14 |
| 7.6.2 | Ilman suodatus   | 15 |
| 7.6.3 | Puhdastilojen ilmanvaihtosuunnittelu                     | 16 |
| 7.6.4 | Ilman kosteus  | 19 |
| 7.7   | Vesi- ja viemärijärjestelmät                             | 21 |
| 7.7.1 | Käyttöveden laatuvaatimukset                             | 21 |
| 7.7.2 | Teuraseläimien veden tarve                               | 21 |
| 7.7.3 | Käsienpesuhanat  | 22 |
| 7.7.4 | Viemäröinnin vaatimukset                                 | 22 |
| 7.7.5 | Vesi- ja viemärilaitteiden sijoittelu                    | 24 |
| 7.8   | Lämmitys ja jäähdytys                                    | 25 |
| 7.8.1 | Mitoituslämpötilat                                       | 25 |
| 7.8.2 | Radiaattorit   | 26 |
| 7.9   | LVI-laitteiden hygienia                                  | 27 |
| 7.9.1 | Puhdistettavuus, materiaali ja muotoilu                  | 27 |
| 7.9.2 | Standardi SFS-EN 1672+A1                                 | 28 |
| 7.9.3 | Elintarvikealue  | 30 |
| 7.9.4 | Roiskealue   | 30 |
| 7.9.5 | Elintarvikkeeseen koskematon alue                        | 30 |
| 7.10  | Voiteluaineet  | 30 |
| 8     | Lihantuotantotilojen puhdistus                           | 31 |
| 8.1   | Yleistä  | 31 |
| 8.2   | Kuuma vesi ja höyry                                      | 32 |
| 8.3   | Ultravioletivalo   | 32 |
| 8.4   | Ultraääni  | 33 |
| 8.5   | Tehopesu ja saneerauspesu                                | 33 |
| 9     | Yhteenveto   | 33 |
|       | Lähteet  | 35 |

## Lyhenteet

|       |  |
|-------|--|
| ATP   | Adenosiinitrifosfaatti. ATP-mittausta eli luminometriaa käytetään, kun halutaan mitata pintapuhtautta. Mittaus soveltuu myös mikrobimäärien määrittämiseen.  |
| EN    | EN-standardit ovat CEN:n (European Committee for Standardization) laatimia eurooppalaisia suosituksia, jotka vahvistetaan Suomessa SFS-EN-standarddeiksi.  |
| EPA   | Efficiency Particulate Air. Suodatintyyppi, jonka kokonaiserotusaste on vähintään 85 % standardin EN 1822:2009 mukaan.   |
| FAO   | Food and Agriculture Organization of the United Nations. Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö.   |
| HACCP | Hazard Analysis: Critical Control Point. Vaara-analyysia ja kriittisiä hallintapisteitä käyttävä järjestelmä, jolla selvitetään tärkeimmät vaarat ja hallintapisteet puhtaan lopputuotteen aikaansaamiseksi. |
| HEPA  | High Efficient Particulate Air. Suodatintyyppi, jonka kokonaiserotusaste on vähintään 99,95 % standardin EN 1822:2009 mukaan.  |
| ISO   | International Organization for Standardization. ISO-standardit ovat kansainvälisen standardoimisjärjestön ISO:n asettamia suosituksia.   |
| ULPA  | Ultra Low Penetration Air. Suodatintyyppi, jonka kokonaiserotusaste on vähintään 99,9995 % standardin EN 1822:2009 mukaan.   |
| SFS   | Suomen standardisoimisliitto. SFS-standardit ovat Suomen standardisoimisliiton asettamia suosituksia, joiden käyttöä viranomainen voi edellyttää.  |

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on selvittää LVI-teknisiä erityispiirteitä, jotka tulee ottaa huomioon teurastamoiden ja lihanjalostuslaitosten LVI-suunnittelussa. Tarkoituksena on saada aikaan suunnitteluohje käyttäen lähdeaineistona SFS-standardeja, jotka koskevat elintarvikealan hygieniadirektiivejä. Lisäksi erilaiset kirjat liittyen elintarvikehygieniaan ja LVI-tekniset suunnitteluohjeistukset toimivat lähteinä. Myös laitevalmistajilta ja muilta asiantuntijoilta saatavat tiedot hygienia- ja olosuhdevaatimuksista otetaan huomioon.

Insinööriyö on rajattu siten, ettei perinteisiä LVI-ratkaisuja, esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelman osien D1, D2, D3 ja D5 määräyksiä ja ohjeita, käsitellä juuri lainkaan. Ainoastaan tarpeen vaatiessa ja vertailunäkökohtaa esitettäessä tuodaan esille perinteisempiä ratkaisuja. Työ tehdään LVI-insinööritoimisto Vahvacon Oy:lle.

Insinööriyö perehtyy aluksi lihahygieniaan ja tärkeimpiin elintarviketurvallisuusriskeihin lihateollisuudessa, kuten mikrobeihin. Tämän jälkeen käsitellään yksityiskohtaisemmin laitoksien ulkopuolisia ominaisuuksia, ilmanvaihtoa, vesi- ja viemärijärjestelmiä sekä lämmitystä ja jäähdytystä.

## 2 Lihateollisuuden merkittävät vaarat

SFS-EN 1672-2+A1 -standardissa ”Elintarvikekoneet. Perusteet. Osa 2: Hygieniavaatimukset” esitetään kolme merkittävintä vaaraa, jotka vaikuttavat elintarvikkeiden pilaantumiseen:

- mikrobiologiset syyt, kuten taudinaiheuttajat, pilaantumista aiheuttavat mikro-organismit, myrkyt ja tuholaiset
- kemialliset syyt, jotka johtuvat raaka-aineista, koneesta tai muusta lähteestä
- vieraat aineet, jotka ovat peräisin raaka-aineista, koneesta tai muusta lähteestä. (1, s. 12.)

Jokainen edellä mainituista vaaroista aiheuttaa kontaminaatoriskin ja kuluttajaan kohdistuvan terveystariskin. Lihateollisuudessa tulee ottaa kaikki kolme vaaraa huomioon, kun suunnitellaan lihantuotantotiloja. (1, s. 12.)

### 3 Mikrobien kasvuun vaikuttavat ympäristötekijät

#### 3.1 Lämpötila

Lämpötilalla on suurin yksittäinen merkitys elintarviketeollisuuden käyttämisestä, mikrobien kasvua rajoittavista tekijöistä. Mikrobit jaotellaan optimaalisten kasvulämpötilojen perusteella psykro-, meso- ja termofiileihin. Psykrofiilit kasvavat aina vähäisistä pakkaslukemista ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) huoneenlämpöön, kuitenkin siten, että niiden optimikasvulämpötila on  $10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Mesofiilit kasvavat parhaiten  $20\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa, mutta selviävät myös  $10\text{--}55\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa. Termofiilien optimikasvulämpötila on  $55\text{--}65\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mutta ne voivat kasvaa jopa  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa. (2, s. 22; 2, s. 264, 336, 395.)

Elintarvikehygieniaan merkittävimmin vaikuttavat bakteeriryhmät kuuluvat mesofiileihin, mutta nykyaikainen elintarvikkeiden pakkassäilytys on kasvattanut psykrotrofisten mesofiilien (kasvulämpötila pakkasasteista jääkaappilämpötiloihin) aiheuttamia mikrobiologisia riskejä (3, s. 22).

#### 3.2 Suhteellinen kosteus ja kaasuatmosfääri

Säilytysympäristön suhteellinen kosteus vaikuttaa elintarvikkeiden pinnan vesiaktiivisuuteen, joten kuivatut tuotteet tulee pakata huolellisesti. Vesiaktiivisuus tarkoittaa tuotteen sisältämää veden määrää. Vedellä arvo on 1 ja lihalla 0,99, kun taas esimerkiksi kestromakkaralla arvo on 0,88. Useimmat bakteerit nauttivat kosteista olosuhteista, joten lihan kosteus on otollinen tavanomaisille pilaajabakteereille. Hiilidioksidi on merkittävin ilmakehän mikrobikasvua rajoittava tekijä ja sitä usein lisätäänkin suojavaikuttaviksi elintarvikkeisiin. Lisäksi hapen poisto elintarvikepakkauksesta vähentää tuotteen vesiaktiivisuutta. (2, s. 22; 4, s. 28–29.)

#### 3.3 Muiden mikrobien vaikutus

Joillakin mikrobeilla on muiden mikrobien kasvua estäviä ominaisuuksia. Esimerkiksi maitohappobakteerilla on hyvä mikrobi-interferenssi, joten sitä käytetään suojaamaan elintarvikkeita sekä fermentaatioissa eli hapattamisessa. (2, s. 22.)



## **4 Lihahygienian tavoitteet**

### 4.1 Hyvälaatuinen liha

Hyvälaatuinen liha on mm. maultaan, hajultaan ja ulkonäöltään nauttimiskelpoista. Lihän laatuun vaikuttaa erityisesti lihan vedensidontakyky. Jos vedensidontakyky on heikko, lihasta irtoaa runsaasti nestettä varastoinnin aikana, mikä aiheuttaa lihan liiallista kuivumista. (2, s. 189.)

### 4.2 Turvallisuus

Lihan ja lihatuotteiden turvallisuuteen vaikuttavat mikrobiologiset, kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet. Mikrobit ovat merkittäviä ruokamyrkytyksen aiheuttajia. Kemiallisiksi turvallisuusriskeiksi voidaan lukea esimerkiksi lihassa olevat eläinlääkejäämät ja fysikaalisiksi luunsirut, lika ja pakkausmateriaalin palaset. (2, s. 189.)

## **5 Lihan pilaantumiseen vaikuttavat mikrobiologiset tekijät**

### 5.1 Bakteerit

Bakteerit ovat riippuvaisia oikeanlaisesta lämpötilasta, kosteudesta, hapesta ja sopivasta happamuudesta. Bakteerien kasvu hidastuu heti, kun yksikin edellä mainituista tekijöistä on epäsuotuisa bakteereille. (2, s. 189–190.)

Tuore liha on bakteereille erittäin hyvä kasvualusta. Lihan ravinteikkaus, pH-arvo (5,4–5,8) ja vesiaktiivisuus ovat juuri sopivia bakteerien kasvulle. Taulukossa 1 on esitetty happamuuden vaikutusta bakteerien ja homeen kasvuun. Ulkoisia tekijöitä muuttamalla voidaan hidastaa bakteerien kasvua. (2, s. 189–190.) Taulukossa 2 ja 3 on esitetty lämpötilan vaikutusta lihan säilyvyyteen.

Taulukko 1. Elintarvikkeiden happamuuden vaikutus bakteereiden, homeiden ja hiivojen esiintyvyyteen (4, s. 32, 37).

| Elintarvike  | pH | Bakteerit   | Homeet ja hiivat |  |
|--|----|---|------------------|--|
|  | 14 |   |                  |  |
|  | 13 |   |                  |  |
|  | 12 |   |                  |  |
| Lipeäkala  | 11 |   |                  |  |
|  | 10 |   |                  |  |
|  | 9  |   |                  |  |
| Munanvalkuainen  | 8  |   |                  |  |
| Liha, kala, muna, maito, leipä, vesi ja eräät kasvikset      | 7  | Suurin osa bakteereista                               | Homeet ja hiivat |  |
|  | 6  |   |                  |  |
| Piimä, viili, jogurtti, hapanleipä, useat marjat ja hedelmät | 5  | Maitohappo-, etikkahappo-, propionihappobakteerit ym. |                  |  |
|  | 4  |   |                  |  |
| Tomaatti, appelsiini, sitruuna, puolukka jne.                | 3  |   |                  |  |
|  | 2  |   |                  |  |
|  | 1  |   |                  |  |
|  | 0  |   |                  |  |

Taulukko 2. Lihan säilyvyys jääkaapissa ja pakastimessa (2, s. 190).

| Liha       | Jääkaappi (vrk) | Pakastin (kk) |
|------------|-----------------|---------------|
| Sianliha   | 2–4             | 3–6           |
| Naudanliha | 4–6             | 9–12          |
| Jauheliha  | 1–4             | 2–3           |

Taulukko 3. Lämpötilan vaikutus pakastetun ruhon säilyvyyteen (kk) (2, s. 190).

| Ruho  | –18 °C | –25 °C | –30 °C |
|-------|--------|--------|--------|
| Nauta | 12     | 18     | 24     |
| Sika  | 6      | 12     | 15     |

Lihassa esiintyvät tauteja aiheuttavat bakteerit ovat lähinnä mesofiilisiä bakteereja, joiden kasvun optimilämpötila on 30–37 °C (2, s. 189–190).

## 5.2 Mikrobiologinen kontaminaatio

Lihan alkukontaminaatio koostuu monista erilaisista pilaajabakteereista ja toisinaan myös tautia aiheuttavista bakteereista. Raaka liha kontaminoituu väistämättä jo teuras-

tusvaiheessa, ja kontaminoituminen jatkuu vielä muun käsittelyn aikana. Käsittelyn ja varastoinnin aikaista kontaminaatiota on mahdoton estää. Suurin osa bakteereista kulkeutuu eläimien kautta teurastamoon ja myöhemmin raa'an lihan matkassa teollisuuslaitoksiin. (2, s. 190–191.)

Teurastamoiden teuraslinja on lihan kontaminaation takia jaettu kahteen osaan, likaiseen ja puhtaaseen puoleen, jotta lihan saastumista voitaisiin rajoittaa. On olennaista, että teurastamon henkilökunta ei joudu liikkumaan likaisemmalta puolelta puhtaammalle. (2, s. 190–191.) Kuvassa 1 on esitetty sika- ja nautalinjan kriittiset pisteet ja jakautuminen puhtaaseen ja likaiseen puoleen.

| Sikalinja  |     | Nautalinja   |     |
|--|-----|--|-----|
| <b>Likainen puoli</b>  |     |  |     |
| Kuljetus<br>↓<br>Tainnutus ja pisto<br>↓<br>Kalttaus<br>↓<br>Karvominen<br>↓<br>Poltto<br>↓<br>Jälkikarvominen<br>↓                      | CP  | Kuljetus<br>↓<br>Tainnutus ja pisto<br>↓<br>Ruokatorven sitominen<br>↓<br>Etupään nylkeminen<br>↓<br>Takajalkojen nylkeminen<br>↓<br>Vuodan veto<br>↓<br>Pään irrotus<br>↓ | CP  |
| <b>Puhdas puoli</b>  |     |  |     |
| Suolistus ja elinten poisto<br>↓<br>Ruhon halkaisu<br>↓<br>Lihantarkastus<br>↓<br>Jälkipuhdistus, punnitus ja luokitus<br>↓<br>Jäähdytys | CP  | Suolistus ja elinten poisto<br>↓<br>Ruhon halkaisu<br>↓<br>Lihantarkastus<br>↓<br>Jälkipuhdistus, punnitus ja luokitus<br>↓<br>Jäähdytys                                   | CP  |
|  | CCP |  | CCP |

Kuva 1. Sika- ja nautalinjan kriittiset pisteet ja jakautuminen puhtaaseen ja likaiseen puoleen, CP = hallintapiste, CCP = kriittinen hallintapiste (2, s. 191).

Lihan saastuminen voi tapahtua myös työntekijöiden, -välineiden ja ympäristön välityksellä. Esimerkiksi työvälineitä on jatkuvasti desinfioitava 82 °C:n lämpöisellä vedellä. (2, s. 191–192.)

Teuraseläimessä on lukuisia bakteereja, joista suurin osa on ihmiselle harmittomia mesofiilejä, mutta tauteja aiheuttavia bakteereja esiintyy eläimien ulosteessa. Tyypillisiä ihmiselle vaarallisia bakteereita, joita on löydetty teuraseläimien ulosteesta, ovat esimerkiksi salmonella, kolibakteeri ja kampylobakteeri, jotka aiheuttavat ihmiselle ripulia, korkeaa kuumetta ja kovia vatsakipuja. (2, s. 192; 3, s. 41, 63, 362.)

### 5.3 Mikrobiologinen pilaantuminen

Mikrobiologinen pilaantuminen on erittäin runsasta proteiinipitoisessa lihassa. Alkukontaminaatio koostuu mesofiilisistä bakteereista, mutta kasvu saadaan aisoihin nopealla jäädyttämisellä eli shokkijäädytyksellä noin 2 °C:seen ja kylmäketjua pyritään ylläpitämään koko tuotantovaiheen ajan aina vähittäismyyntiin asti. (2, s. 193.)

## 6 Raakamateriaalitulojen LVI-tekniset vaatimukset

### 6.1 Yleistä

Raakamateriaalitulat, kuten navetat tai varastot, pitää varmistaa siten, etteivät jyräjät, lentävät ja ryömivät hyönteiset sekä linnut pääse tiloihin. Samat seikat pätevät luonnollisesti jalostustiloihin, mutta koska niissä edellytetään vielä korkeampaa hygieniatasoa, tässä kappaleessa mainittuja seikkoja ei ole mainittu enää myöhemmin. (3, s. 328.) Seuraavissa luvuissa on lueteltu LVI-tekniikalta vaadittuja ominaisuuksia raakamateriaalituloissa.

### 6.2 Oviraot sekä putki- ja kanavaläpiviennit

Ovirakojen suunnittelussa on huomioita, että ne toimivat potentiaalisina reitteinä tuholaisille, varsinkin hyönteisille. Ulko-ovien mahdolliset raot lattian ja oven välissä saavat olla korkeintaan 6 mm korkeita. Kanava- ja putkiläpiviennit tulee tehdä tiiviiksi joko me-

tallikehikolla, jonka reiät ovat korkeintaan 6 mm, tai sementin ja muurauslaastin 1:4-seoksella. (3, s. 328.)

### 6.3 Ilmanvaihtojärjestelmän aukot

Rakennuksen sisäpuoliset poisto- ja tuloilma-aukot tulee varustaa metalli- tai nylonkehikolla, jonka reiät ovat korkeintaan 6 mm, jotta tuholaiset eivät pääsisi ilmanvaihtojärjestelmään (3, s. 328–329). Raitisilma on suodatettava siten, etteivät tuholaiset pääse kanavistoon. Ilmanvaihto on oltava jatkuvasti toiminnassa, jotta jäteilmakanava ei voisi toimia tuholaisten kulkureittinä.

### 6.4 Viemärit sekä vesikatolle asennettavat tuuletusviemärit ja kattokaivot

Viemärit tulee tarkastaa ja koekäyttää säännöllisesti. Puhdistusluukkuja tulee sijoittaa vähintään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 edellyttämällä tavalla. Jokaisen pystykokoojaviemäriin alaosaan tulee asentaa puhdistusluukku ja vaakakokoojaviemäriin vähintään 20 metrin välein, jotta kokonaisvaltainen puhdistus onnistuu. Käytöstä poistetut viemärit tulee täyttää tai purkaa siten, ettei niihin pesiydy tuholaisia. (3, s. 329.)

Vesikatolle asennettavat viemärien päät, kuten tuuletusviemärit ja kattokaivot, tulee varustaa metallikehikolla, jonka reikäkoko saa olla enintään 6 mm (3, s. 329).

### 6.5 Oviverhot

Raakamateriaalilojen ovet tulee olla itsestään sulkeutuvia. Ovet, joita ei voida pitää kiinni, tulee varustaa hyönteissuojilla. Jos hyönteissuoja vaikeuttaa työskentelyä, se tulee korvata oviverhokojeella (ks. luku 7.2). (3, s. 329.)

## 7 Lihan tuotantotilojen hygienia ja elintarviketurvallisuus

### 7.1 SFS-EN ISO 22000: Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmät. Vaatimukset kaikille elintarvikeketjun organisaatioille

#### 7.1.1 Yleistä

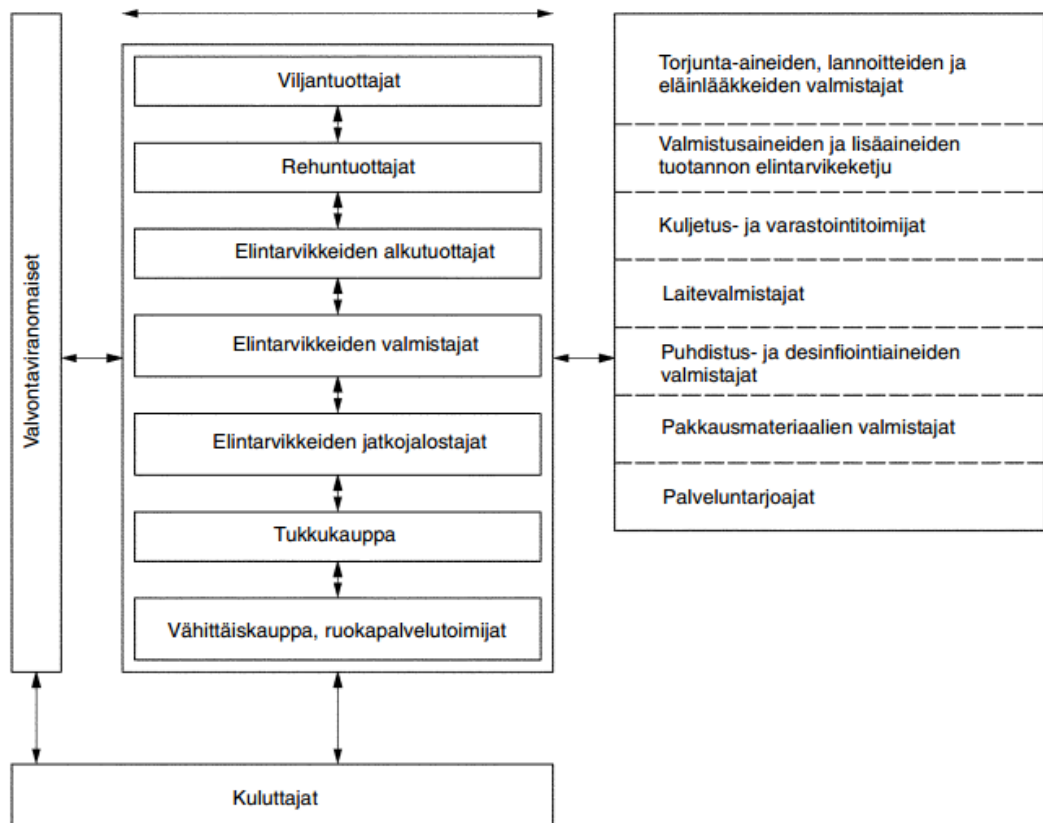
Kansainvälisen SFS-EN ISO 22000 -standardin tavoite on saada aikaan yhdenmukainen standardi elintarvikeketjussa toimiville yrityksille maailmanlaajuisesti. Tarkoituksena on tuoda esiin elintarviketurvallisuuden hallinnan vaatimukset erityisesti sellaisille yrityksille, jotka pyrkivät lain tavanomaisia vaatimuksia organisoidumpaan ja keskitympään elintarviketeollisuuden hallintajärjestelmään. (5, s. 10.)

SFS-EN ISO 22000 -standardi määrittelee vaatimukset elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmille, joihin kuuluvat seuraavat avaintekijät (5, s. 8):

- vastavuoroinen viestintä
- järjestelmän hallinta
- tukiohjelmat
- HACCP-periaatteet.

#### 7.1.2 Vastavuoroinen viestintä

Viestinnällä tarkoitetaan vuorovaikutusta eri suunnittelu-, rakennus- ja käyttöosapuolien välillä, jotta kaikki olennaiset elintarviketurvallisuuden vaarat tunnistettaisiin ja saatettiin hallintaan. Olennaisen tärkeää on tietää oma sijainti elintarvikeketjussa, jotta vuorovaikutteinen viestintä ulottuu koko ketjun matkalle. (5, s. 8.) Kuvassa 2 on esitetty esimerkki viestinnästä elintarvikeketjusta.



HUOM. Kuvassa ei esitetä sellaisia elintarvikeketjun matkalla ja sen poikki tapahtuvia vuorovaikutteisia viestintätapoja, jotka ohittavat välittömät toimittajat ja asiakkaat.

Kuva 2. Esimerkki viestinnästä elintarvikeketjussa (5, s. 10).

### 7.1.3 Järjestelmän hallinta

Järjestelmien hallinnalla tarkoitetaan hallintajärjestelmien laatimista, toimintaa ja ylläpitoa. Hallinta on tehokkainta silloin, kun hallintajärjestelmät sisältyvät organisaation yleisiin johtamistoimiin. SFS-EN ISO 22000 on linjattu standardin ISO 9001 kanssa, jotta hallintajärjestelmien yhteensovittaminen organisaation omien ja näiden kansainvälisten standardien kanssa olisi helpompaa. Näiden kahden kansainvälisen standardin huomiointi on tärkeää, jotta kansainväliset elintarvikeeturvallisuuden vaatimukset saavutettaisiin. (5, s. 8.)

ISO 9001 kuuluu kansainväliseen standardisarjaan ISO 9000, joka asettaa vaatimukset hyvän suunnittelun laatutason takaavalle laatu järjestelmälle. ISO 9000 määrittää seuraavat asiat laadun varmistukselle (6, s. 16–17):

- suunnitteluhenkilöstön koulutus ja ammattitaito
- suunnittelutyön ohjaus ja opastus
- projektin toiminta- ja suunnitteluohjelmiston soveltaminen
- projektin laatusuunnitelman noudattaminen, normiston ja esimerkkiratkaisujen käyttö
- viranomaismääräysten ja lakien huomioonottaminen.

#### 7.1.4 Tukiohjelmat

Organisaatioiden tulee laatia, toteuttaa ja ylläpitää tukiohjelmiä, joiden tarkoituksena on auttaa hallitsemaan

- todennäköisyyttä, että työympäristöstä tulee elintarviketurvallisuuteen vaikuttavia vaaroja tuotteeseen
- tuotteeseen kohdistuvaa biologista, kemiallista tai fyysistä kontaminaatiota
- elintarviketurvallisuuteen kohdistuvien vaarojen tasoja tuotteessa ja tuotteen käsittely-ympäristössä. (5, s. 30.)

On siis selvää, että tukiohjelmiä laadittaessa on huomioitava LVI-tekniset asiat, jotta edellä mainitut kohdat toteutuvat.

#### 7.1.5 HACCP-periaatteet

HACCP-järjestelmä tarkoittaa vaara-analyysia ja kriittisiä hallintapisteitä käyttävää järjestelmää. HACCP-suunnitelman teko on tehokkaan elintarviketeollisuuden hallintajärjestelmän avaintekijä, koska vaara-analyysin luominen auttaa järjestämään tietoa, jota toimivan hallintatoimenpiteiden yhdistelmän laatiminen edellyttää. Elintärkeää HACCP-suunnittelussa on, että kaikki mahdolliset riskit ja vaarat, joita voidaan olettaa syntyvän elintarvikeketjussa, tunnistetaan ja arvioidaan. Tämän jälkeen voidaan määrittää keinot eri osissa ketjua esiintyvien riskien hallintaan. (5, s. 8.)

Vaara-analyysin merkitystä LVI-suunnittelun kannalta ei voi aliarvioida, sillä siinä määritetään, minkä tasoista hallintaa elintarviketeollisuuden olosuhteilta odotetaan. Organisaation, joka tavoittelee SFS-EN ISO 22000 -standardin mukaisia järjestelmiä, on viestittävä LVI-suunnittelijan kanssa, jotta haluttu hallinnan taso saavutetaan. (5, s. 36.)



HACCP-periaatteisiin kuuluvat keskeisesti kriittiset hallintapisteet. Ne kuvaavat pisteitä, joiden ylittäminen aiheuttaa vaaroja elintarviketurvallisuudelle. Tästä johtuen jokaista vaaraa varten pitää määrittää kriittinen hallintapiste, jolle määritetään kriittiset rajat, jotka varmistavat, ettei elintarviketurvallisuuteen kohdistuvan vaaran raja ylity lopputuotteessa. Standardi edellyttää, että kriittisten rajojen tulee olla mitattavissa ja valittujen kriittisten rajojen perustelut on dokumentoitu. (5, s. 40.)

#### 7.1.6 Seuranta ja mittaukset

Edellä mainittu kriittisten rajojen mittaus tulee ottaa huomioon suunniteltaessa elintarviketurvallisuuteen vaikuttavia LVI-järjestelmiä. Esimerkiksi ilman puhtauden on oltava mitattavissa luetettavasti. Lisäksi on varmistettava, että esimerkiksi vesi- ja viemäripisteiden puhtaus on mitattavissa.

Standardissa edellytetään, että organisaation on oltava kykenevä näyttämään, että seuranta- ja mittausmenetelmät sekä -laitteet ovat riittäviä. Lisäksi kalibroinneista ja mittaustuloksista on ylläpidettävä tallenteita. Standardi esittää seuraavat toimenpiteet mittaustuloksille ja -menetelmille (5, s. 48):

- kalibrointi tai toteaminen toimiviksi joko määräajoin tai ennen käyttöönottoa
- viritys tai uudelleen viritys tarpeen vaatiessa
- suojaus virityksiltä, jotka voivat mitätöidä tai vääristää mittaustuloksia
- suojaus vaurioilta ja kulumiselta.

Mittaustuloksista saatuja tietoja on kyettävä arvioimaan ja vertaamaan aikaisempiin vastaaviin. Jos mittaustulos poikkeaa asetetuista rajoista, on selvítettävä mistä poikkeama johtuu. Mittalaitteen antaman arvon paikkansapitävyys on arvioitava, ja jos mittalaite on kunnossa, pitää raja-arvon ylittämisen syy selvittää välittömästi. (5, s. 48.)

#### 7.1.7 Vuokaaviot

SFS-EN ISO 22000 -standardi käsittelee myös vuokaavioiden tekemistä. Sen mukaan elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmän kattamista tuoteryhmistä ja prosessimenetelmistä on laadittava vuokaaviot. Niissä tulee ilmetä elintarviketurvallisuuteen kohdis-

tuvien vaarojen mahdollinen esiintyminen, lisääntyminen ja syntyminen. Vuokaavioissa pitää selkeästi esittää seuraavat asiat:

- kaikkien toiminnan eri vaiheiden järjestys ja vuorovaikutukset
- kaikki ulkoistetut prosessit ja alihankintatyöt
- vaiheet, joissa raaka-aineita, valmistusaineita ja puolivalmisteita liittyy prosessiin
- vaiheet, joissa tapahtuu uudelleenprosessointia ja kierrätystä
- vaiheet, joissa lopputuotteet, puolivalmisteet, sivutuotteet ja jätteet luovutetaan tai poistetaan. (5, s. 34.)

Edellä mainitut asiat huomioiden LVI-suunnittelijan on oltava valmistautunut esittämään esimerkiksi ilmankäsittelyssä syntyvät mahdolliset riskit, jotta vuokaavio olisi kattava.

## 7.2 Laitoksen ulkopuoli ja ympäristö

LVI-tekniisesti laitoksen ympäristöön tulee ottaa huomiota siten, ettei ympäristöön jää seisovaa vettä. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi pysäköintialueet ja kulkureitit. Seisova vesi on erittäin otollinen kasvualusta hyönteisille ja bakteereille, joten sadevesiviemärröinti ja salaojitus on tärkeää hoitaa erittäin tarkasti. (2, s. 356.) Maa- ja metsätalousministeriön asetus laitosten elintarvikehygieniasta 1369/2011 edellyttää, että laitoksen edustan, johon teuraseläimet puretaan tai tuodaan sisään, on oltava viemäröity, valaistu ja päällystetty, jotta eläimet eivät likaannu. (7)

Laitoksen lastausovien sijoituksessa on toivottavaa, ettei tuuli pääsisi suoraan ovista sisään. Jos edellä mainittua tilannetta ei voida välttää, LVI-suunnittelussa on otettava huomioon, että suunniteltava oviverhokoje voittaa sisään pyrkivän ilman sekä ilmavirrasta että teholta. Ohjeita oviverhokojeiden valintaan on saatavissa laitevalmistajilta. Lisäksi mitoitus- ja laskentaohjeita on saatavilla useista alan kirjoista. Esimerkiksi Goodfellow'n ja Tähdän "Industrial Ventilation Design Guidebook" sisältää laskuohjeen oviverhokojeen mitoittamiseen. (2, s. 356; 8, s. 553–571.)

### 7.3 Laitoksen sisäpuoliset pinnat

Tuotantotiloissa käytettävien materiaalien tulee olla myrkyttömiä ja helposti puhdistettavia. Tämä koskee myös LVI-tekniikkaa. Lisäksi materiaalien tulee kestää vaihtelevia oloja, joita tuotantotiloissa esiintyy. Kuluttavia tekijöitä lihantuotantotiloissa ovat esimerkiksi alhaiset ja korkeat lämpötilat, mekaaninen rasitus, kemikaalit, kosteus ja korrosio. (2, s. 356.)

Laitteista ei saa irrota aineita ympäristöön, eikä niissä saa olla teräviä koloja tai muita paikkoja, jotka keräävät likaa. Lisäksi lattioissa tulee olla riittävät kallistukset, jotta vesi pääsee valumaan esteettä lattiakaivoon. (2, s. 356.)

### 7.4 Ylärakenteet sekä kattoon asennettavat putket ja kanavat

Usein teollisuushalleissa kattoon asennettavat kanavat ja putket jätetään eristeettä ja ilman suurempaa suojausta. Lihantuotantolaitoksessa tällainen menettely aiheuttaa kontaminaatoriskejä, koska putket ja kanavat keräävät likaa, vaikeuttavat katon puhdistamista ja voivat jopa toimia tuhoeläimien kulkureitteinä. Lisäksi tuotantolaitoksen vaihtelevat olosuhteet aiheuttavat putkien ja kanavien pintaan kondensoitumista, joka toimii bakteereille otollisena kasvualustana. (2, s. 357.) Putket ja johdot tulee sijoittaa sellaisiin paikkoihin, etteivät ne ylitä elintarvikelinjoja eikä niistä voi pudota pölyä tai kondenssivettä linjan laitteisiin tai tuotteisiin (9, s. 25). On suositeltavaa, että putket ja kanavat sijoitetaan erilliseen huoltokerrokseen tuotantotilojen yläpuolelle, jolloin myös huoltotyöt mahdollistuvat menemättä lainkaan tuotantotiloihin. Tuotantotilojen sisäpuolinen katto on oltava sileää ja likaa hylkivää materiaalia, jotta sen puhdistaminen on helppoa ja vaivatonta. (2, s. 357; 3, s. 45.)

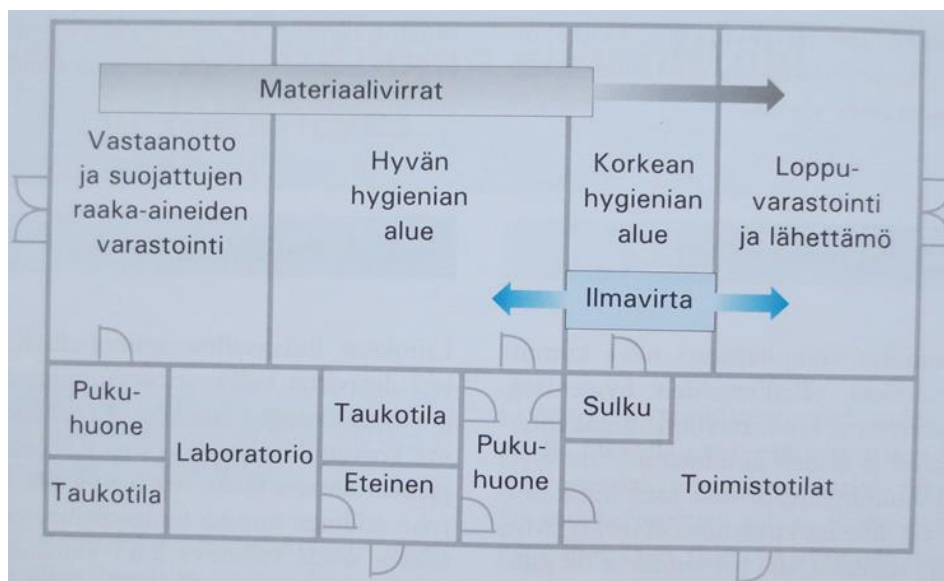
### 7.5 Putki- ja kanavamateriaalit sekä eristeet

Kanava- ja putkimateriaalien tulee olla sileitä ja korroosionkestäviä pestävissä tuotantotiloissa. Lisäksi eristeet tulee pinnoittaa sileällä ja halkeilemattomalla materiaalilla, jos on mahdollista, että eristyksistä irtoava pöly pääsee tuotantotilaan. Esimerkiksi HST-kanavien eli hapon kestävästä teräksestä valmistettujen kanavien käyttö on suositeltavaa tällaisissa tiloissa. (10)

## 7.6 Ilmanvaihto

### 7.6.1 Yleistä

Ilman vaikutus tuotteiden kontaminaatioon on merkittävä, sillä se kuljettaa pilaajabakteereita ja homeita prosessipinnoille ja tuotteiden pinnoille. Tällöin syntyy niin sanottua alkukontaminaatiota, joka vaikuttaa merkittävästi tuotteen säilyvyyteen. Ilmanvaihtoa suunniteltaessa tulee saada aikaan sellaiset paineolosuhteet rakennuksen sisälle, ettei likainen ulkoilma pääse rakennuksen sisään vuotoilmana. (2, s. 357–358.) Siksi laitokseen suunnitellaan vallitsemaan lievä ylipaine (5–15 Pa). Lisäksi korkean hygienian alueet ja niihin johtavat sulut suunnitellaan siten, että ne ovat ylipaineisia ympäröiviin tiloihin nähden. Sulut suunnitellaan noin 15 Pa korkeampaan paineeseen kuin ympäröivät tilat ja puhdistilat 15 Pa korkeampaan paineeseen kuin sulut. Suunnittelussa pyritään siihen, että korkeimman hygienian tilassa vallitsisi 45 Pa:n ylipaine normaali-paineeseen nähden. (11, s. 23, 31.) Ilmavirta kulkee tällöin aina pois päin puhtaammasta tilasta, kuten kuvasta 3 ilmenee. Usein erittäin hygieenisten tilojen ilmanvaihto suunnitellaan kokonaan erilliseksi muihin tuotantotiloihin nähden. (2, s. 357–358, 365.)



Kuva 3. Tuotantolaitoksen pohjapiirrosesimerkki, jossa ristikontaminaatio on pyritty eliminoimaan (2, s. 358).

Taulukossa 4 on esitetty tyypillinen puhtausalueiden erottelu, joka pitää huomioida ilmanvaihtoa suunniteltaessa. Ilmavirtoja ei saa päästää siirtymään huonomman hygieniatason puolelta parempaan. (2, s. 358.)

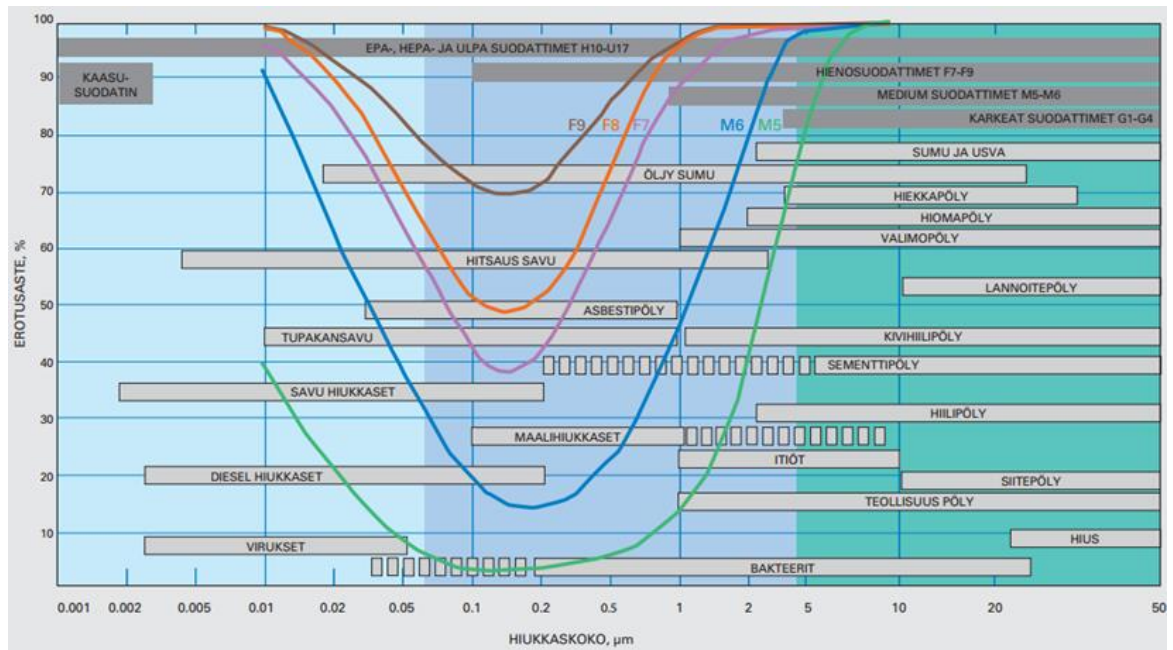
Taulukko 4. Tuotantotilojen puhtausalueiden koodit (2, s. 358).

| Puhtausalue            | Osasto                                       | Esimerkkivärikoodi |
|------------------------|--|--------------------|
| Korkean hygienian tila | Siivutusosasto ja pakkaamo                   | Punainen           |
| Hyvän hygienian tila   | Teurashalli ja raaka-aineiden käsittelytilat | Keltainen          |
| Varasto- ja huoltotila | Pakattujen tuotteiden tilat                  | Vihreä             |
| Epähygieeninen tila    | Navetta ja jätehuone                         | Ruskea             |

Laitoksen sisäiset ilmapirrat suunnitellaan siten, että ne kulkevat tuotantolinjan loppupäästä alkupäätä kohti eli kuvassa 1 esitetyn listan mukaan alhaalta ylöspäin ja kuvan 3 mukaisesti. Ilmanvaihdossa tulee olla myös riittävä tehostusmahdollisuus ja höyrynpisto kondenssivesiongelmien välttämiseksi. (2, s. 356–358.) Elintarvikkeiden tuotantotilan ilmanvaihtuvuus pitäisi olla 6–20 1/h, jotta pystytään ylläpitämään riittävän miellyttävät olosuhteet työntekijälle (3, s. 413).

#### 7.6.2 Ilman suodatus

Ilman suodatus on olennaista ilmanvaihtojärjestelmässä, jotta ulkoilman epäpuhtaudet eivät pääsisi kulkeutumaan sisätiloihin. Lihateollisuudessa suurimman epäpuhtausongelman aiheuttavat bakteerit, joten niiden suodattaminen tuloilmasta on erityisen tärkeää. Kuvasta 4 nähdään, että suodatusluokka F9 on riittävä useimpiin tiloihin. Sen keskimääräinen erotusaste standardi EN 779:n mukaan on 95 % ja vähimmäiserotusaste on 70 %. (12, s. 16.) Raakamateriaaliloihin, työntekijöiden oleskelutiloihin ja muihin tiloihin, joissa ilman puhtauden ei katsota olevan merkittävä riski, riittää F7-tason suodatus. Korkean puhtauden tiloihin, kuten tiloihin, joissa jauhetaan ja siivutetaan lihaa, vaaditaan usein EPA- tai HEPA-suodatin. (13)



Kuva 4. Ilman epäpuhtaudet, hiukkaskoot ja suodatusluokat (12, s. 6).

### 7.6.3 Puhdastilojen ilmanvaihtosuunnittelu

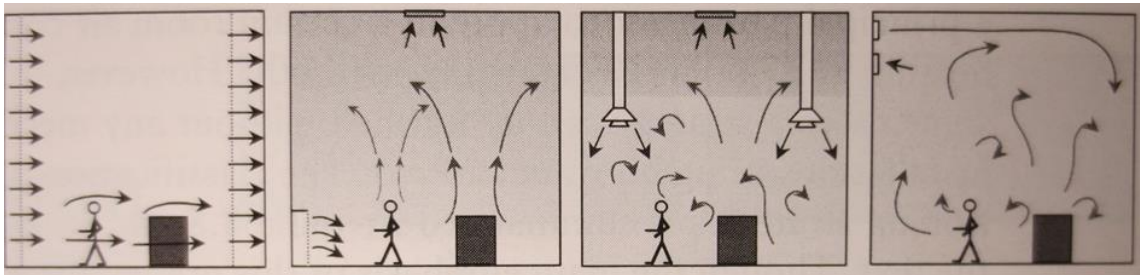
Standardissa ISO-146441-1 puhdistila on määritelty siten, että sen ilmassa esiintyvien partikkelien määrää hallitaan, ja se on rakennettu sekä käytetään siten, että partikkelien sisäänpääsy, muodostuminen ja pysyminen tilassa minimoidaan. Myös tilan olosuhteita, kuten lämpötilaa, kosteutta ja ilmanpainetta kontrolloidaan tarvittaessa. (14)

Elintarviketeollisuudessa puhdistilasuunnittelun määrä kasvaa koko ajan. Elintarviketeollisuudessa keskitytään lähinnä mikrobitason pienentämiseen eikä niinkään muihin partikkeleihin, kuten elektroniikkasovelluksissa. Epäpuhtaudet, joiden määrää pyritään vähentämään elintarviketeollisuudessa, ovat bakteerit, hiivat ja homeitiöt. Päästyään prosessiin ne voivat pilata tuotteen jo valmistusvaiheessa tai lyhentää sen säilymisaikaa dramaattisesti. Joskus epäpuhtaudet voivat muodostaa myrkyllisiä aineita prosessissa. Elintarviketeollisuudessa ei ole tarkkaa ohjeistusta ilman suodattamiselle, vaan tarvittava puhtausluokka selvitetään riskianalysien ja kokemusten avulla. HACCP-järjestelmän käyttö auttaa oikean suodatusluokan saavuttamisessa. (14)

Tilat, joihin vaaditaan huomattavasti suurempaa puhtaustasoa kuin muihin laitostiloihin, kuten laboratoriot, on usein erotettava muusta ilmanvaihdosta. Olennaista on, että ilma suodatetaan riittävän hyvällä suodattimella, yleensä EPA- tai HEPA-suodattimella (ks. kuva 4). Useimmiten elintarviketeollisuuden puhdistilatarpeisiin riittää EPA-

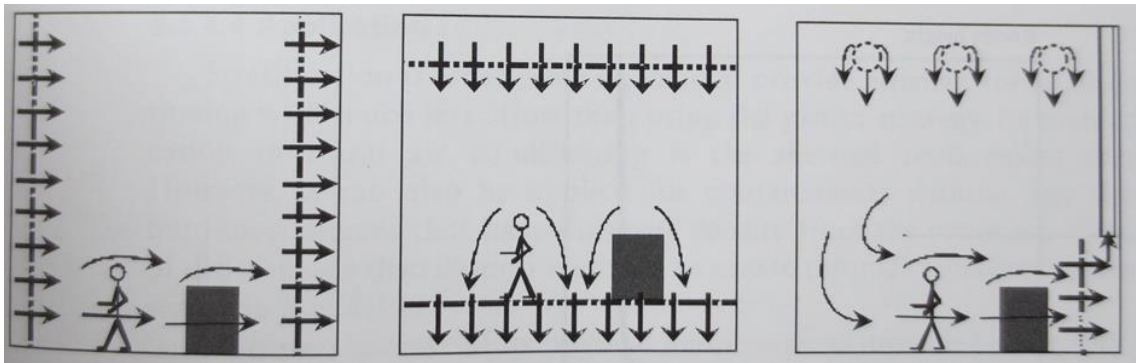
suodattimista E10-tasoinen suodatus. Jos on tiedossa, että ilman vaikutukset voivat tuottaa suuria riskejä elintarvikkeessa, käytetään HEPA-suodattimista H13-tasoa. Tällaisia tiloja ovat leikkaus-, paloittelu- ja työvälaineiden säilytystilat. Tiloissa, joissa lihaa leikataan, siivutetaan sekä puhdistetaan luista ja rustoista ja tiloissa, joissa liha poistuu jäähdetyltä alueelta pakkaukseen, suositellaan käytettäväksi H14-tasoista HEPA-suodatusta tai U15-tasoista ULPA-suodatusta. (13)

Jotta voidaan taata epäpuhtauksien poistuminen tilasta, tulee ilman nopeuden olla vähintään 0,3 m/s kaikkialla tilassa. Ilmanvaihtuvuuden tulee olla vähintään 15–20 1/h. (11, s. 26.) Ilmanjakotavoista hyödynnetään usein mäntävirtausta. Sen tarkoituksena on jakaa ilmaa siten, että tuloilma tulee yhtenäisenä rintamana puhtaammasta päästä liikaisempaan. Kuvassa 5 on esitetty ilmanjakotyyppien periaatteet. Äärimmäisenä vasemmalla on mäntävirtaus. (2, s. 365; 8, s. 631–632) EPA-, HEPA- ja ULPA-suodattimien avulla ilmavirtauksesta saadaan laminaarinen ja haitalliset partikkelit jäävät suodattimeen. Ilmanvaihtuvuuden tulee olla riittävän suuri, jotta ilman laatu pysyy halutulla tasolla. Laminaarisesta virtauksesta on se hyöty, että ilmavirtauksessa ei esiinny pyörteitä ja haitallisia hiukkasia ei pääse tuotteisiin. (14)



Kuva 5. Ilmanjakotyypit vasemmalta oikealle: mäntävirtaus, syrjäyttävä, vyöhyke ja sekoittava (8, s. 632).

Kuten kuvasta näkyy, mäntävirtaus on tehokkain ilmanjakotapa, kun halutaan tasainen virtaus tilaan. Mäntävirtausta hyödyntäessä tilaan ei jää solmukohtia, jossa ilma ei vaihdu. Tällöin tilassa ei esiinny ilman kerrostumista, ja tilaan voidaan taata yhtäläiset olosuhteet niin kosteuden kuin lämpötilankin suhteen. (8, s. 631–633) Kuvassa 6 on esitetty erilaisia periaatteita, joilla mäntävirtaus voidaan toteuttaa.

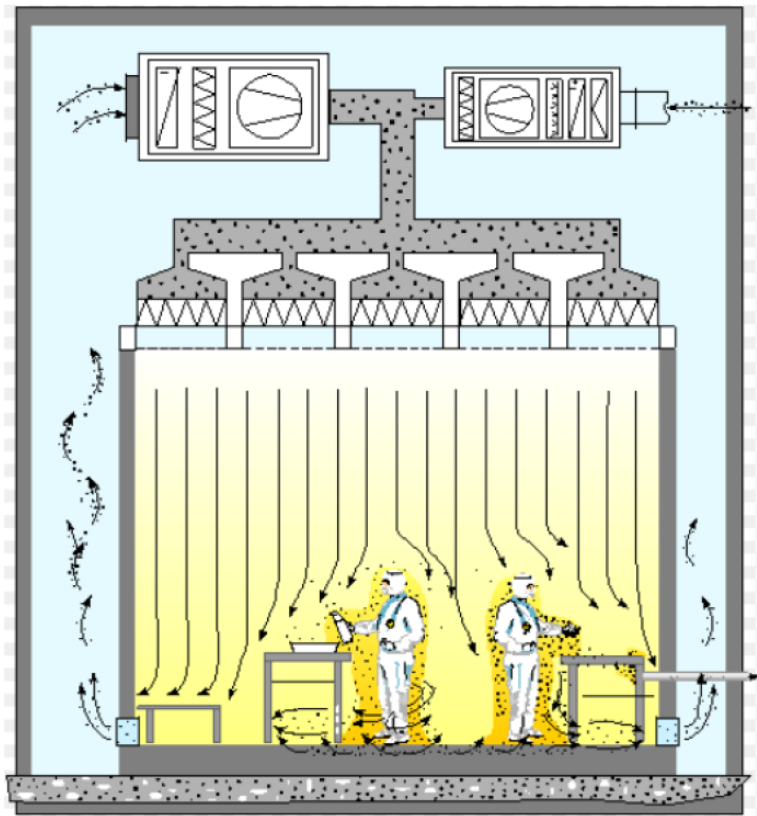


Kuva 6. Esimerkkejä mäntävirtauksesta. Vasemmalla vaakasuuntainen, keskellä pystysuora ja oikealla osittainen mäntävirtaus (8, s. 633).

Haittapuolena mäntävirtauksessa on, että tuloilmamäärät ja -elinten pinta-alat tilassa ovat suuria. Kustannussyistä elintarviketeollisuuden puhdasilmataratkaisuissa puhdistila-alue pyritään optimoimaan niin pieneksi, että se kattaa ainoastaan kriittisen prosessivaiheen. (14) Jos mäntävirtausilmanjakotapa ei onnistu logististen tai taloudellisten syiden takia, syrjäyttävä ilmanjakoratkaisu on seuraavaksi paras ratkaisu. Syrjäyttävässä ratkaisussa saavutetaan samankaltaiset olosuhteet kuin mäntävirtauksessa niin lämpötilan suhteen kuin epäpuhtauksien poistossa. Syrjäyttävään ilmanjakotapaan pätee sama periaate, että ilman tulisi liikkua puhtaammasta likaisempaan ja ikään kuin syrjäyttää likaisempi ilma pois tilasta. (8, s. 632–635.)

Usein puhdistilan tuloilma on suureksi osaksi uudelleen suodatettua poistoilmaa eli kierrätysilmaa, koska puhdistilojen korkeasta puhtausluokasta johtuen tilan poistoilma on huomattavasti puhtaampaa kuin perinteinen tuloilma. Vain pieni osa tilaan tulevasta ilmasta on niin sanottua tuoretta tuloilmaa, jotta puhdistilasta saadaan ylipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden. (16) Kuvassa 7 on esitetty perinteinen puhdistilan ilmanvaihtoperiaate.





Kuva 7. Puhdastilan ilmanvaihtoperiaate (16).

#### 7.6.4 Ilman kosteus

Ilmanvaihtoratkaisuilla voidaan vähentää bakteereille suotuisia olosuhteita. Lämmöntalteenottolaitteissa ilman kosteus pääsee usein tiivistymään, joten kondenssivesiviemärointi on suunniteltava huolellisesti ja sen toiminta on tarkastettava riittävän usein. Raitisilmakanavien ja jäteilmakanavien eristykset tulee olla riittäviä (taulukko 5), jotta kanavien pinnalle ei muodostu pisaroita. (17, s. 13.) Jäähdytyslaitteisiin kondensoituu välillä suuriakin määriä vettä, joten on huomioitava, että kondenssivesi- ja sulatusaltaat laitteissa ovat kunnollisia eikä vettä pääse tippumaan tuotantolaitteisiin ja elintarvikkeisiin (9, s. 25). Maa- ja metsätalousministeriön asetus laitosten elintarvikehygieniasta 1369/2011 edellyttää, että laitoksessa on menettelyt tiivistymisveden hygieeniseksi poistamiseksi jäähdytetyistä tiloista, jos sitä on ennaltaehkäisevistä toimenpiteistä huolimatta muodostunut (7).

Taulukko 5. Pyöreän kanavan lämmöneristyspaksuus,  $\Delta t$  = kanavassa virtaavan ilman ja ympäristön välinen lämpötilaero (17, s. 13).

| Kanavan halkaisija (mm) | Nimellinen eristepaksuus (mm)          |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|--|
|                         | $\Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ | $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ | $\Delta t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ | $\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| 63                      | 40                                     | 50                                     | 60                                     | 80                                     |
| 80                      | 40                                     | 50                                     | 60                                     | 80                                     |
| 100                     | 50                                     | 60                                     | 80                                     | 100                                    |
| 125                     | 50                                     | 60                                     | 80                                     | 100                                    |
| 160                     | 50                                     | 60                                     | 80                                     | 100                                    |
| 200                     | 60                                     | 80                                     | 100                                    | 120                                    |
| 250                     | 60                                     | 80                                     | 100                                    | 120                                    |
| 315                     | 60                                     | 80                                     | 100                                    | 120                                    |
| 400                     | 80                                     | 100                                    | 100                                    | 160                                    |
| 500                     | 80                                     | 100                                    | 120                                    | 160                                    |
| 630                     | 80                                     | 100                                    | 120                                    | 160                                    |
| 800                     | 100                                    | 120                                    | 120                                    | 160                                    |
| 1000                    | 100                                    | 120                                    | 160                                    | 180                                    |
| 1250                    | 100                                    | 120                                    | 160                                    | 180                                    |

Jos kosteutta pääsee ilmanvaihtojärjestelmiin, mikrobit voivat muodostaa biofilmejä, jotka tarttuvat pintamateriaaleihin ja muodostavat kerrostumia. Esimerkiksi Legionella-bakteerin on havaittu esiintyvän ilmastointijärjestelmien vesijärjestelmissä. LVI-tekniikan avulla voidaan vaikuttaa ilman suhteelliseen kosteuteen. Ilmankuivaimilla ja -kostuttimilla voidaan hallita suhteellisen kosteuden ylä- ja alarajaa. Jos elintarviketeollisuudessa käytetään ilmankostuttimia tai muita laitteita, joissa on avoimia kiertäviä vesijärjestelmiä, ne on tarkastettava ja puhdistettava vähintään kerran kuukaudessa. (6, s. 12, 15.)

On havaittu, että pakkaamattoman tuotteen säilyttäminen korkeassa 80 %:n kosteudessa lisää merkittävästi elintarvikkeen vesiaktiivisuutta, jolloin tuotteessa voi tapahtua laatua pilaavia muutoksia (18). On siis tärkeää pyrkiä säilyttämään tuotteita alhaisemmissa kosteuksissa kuin 50 %. (11, s. 14.) Toinen korkean kosteuden välttämistä puoltava seikka on, että pakkausvaiheessa pakkauksen sisään pääsee ympäröivän ilman kosteutta, joka voi pakastusvaiheessa tiivistyä pakkauksen sisään. Tiivistymistä voidaan välttää siten, että pakkaamattomia lihoja käsitellään alhaisemmissa kosteuspitoisuuksissa. (19) Jos tilaan ei ole esitetty tarkempia vaatimuksia kosteuden osalta, pyritään 30–65 %:n suhteelliseen kosteuteen viihtyvyyden ja materiaalien säilymisen takia (11, s. 32–33).

Ilmankuivaimien käyttö on suositeltavaa myös siksi, että laitoksen energiatehokkuus parantuu. Jos ilmaa kuivataan laitoksessa, pesun jälkeinen kosteus haihtuu nopeammin ja täten saavutetaan halutut olosuhteet nopeammin. Lisäksi alhainen kosteus vähentää jäähdytyslaitteiden sulatusaikoja merkittävästi, koska ilman kosteutta ei tiivisty niin paljon jäähdytyslaitteiden pintoihin. (19)

## 7.7 Vesi- ja viemärijärjestelmät

### 7.7.1 Käyttöveden laatuvaatimukset

Käyttöveden laadulle ei ole erityismääräyksiä teurastamoissa ja lihanjalostuslaitoksissa, koska normaali käyttövesi Suomessa on juomakelpoista. Lämmin käyttövesi suunnitellaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan siten, ettei sen lämpötila laske alle 55 °C:n ja on jatkuvassa virtauksessa lämpimän kiertovesiputken ansiosta.

Jos on syytä epäillä käyttöveden laatua, tulee siitä ottaa näyte. Elintarviketeollisuudelle haitalliset mikrobit voidaan havaita esimerkiksi ATP-mittauksella jopa muutamassa tunnissa. (20, s. 14.)

Kun on mahdollista, että käyttövesiputkiston vesi voi kontaminoitua esimerkiksi liian alhaisen lämpimän käyttöveden lämpötilan, hitaan virtausnopeuden tai seisovan veden takia, voidaan putkistoon suunnitella erilaisia mikrobeja torjuvia komponentteja. Esimerkiksi lämpimän kiertoveden putkeen voidaan asentaa GF Piping Systems JRGUT-HERM 2T -venttiili, joka säätelee lämpimän kiertoveden virtausta lämpötilan ja hygieenisyyden mukaan. Kylmälle käyttövedelle on myös oma ratkaisu. Jos kylmä käyttövesi seisoo pitkään putkistossa, sen lämpötila voi nousta ja biofilmejä alkaa muodostua putkiston pinnalle. JRG LegioTherm K -tyhjennysventtiili päästää vettä pois putkistosta, jos kylmän veden lämpötila nousee yli asetetun raja-arvon. (21)

### 7.7.2 Teuraseläimien veden tarve

FAO:lla on vaatimuksia teurastamoiden ja lihankäsittelylaitoksien hygieenisyydelle ja eläimien veden tarpeelle. Juotavaksi kelpaavaa vettä on oltava saatavilla teuraseläimille aina. (22) Taulukossa 6 on esitetty eri teuraseläimien minimivedentarve.

Taulukko 6. Teuraseläimen minimivedentarve (22).

| Teuraseläin | Veden tarve (l) |
|-------------|-----------------|
| Nauta       | 1000            |
| Sika        | 450             |
| Pieneläin   | 100             |

Sikateurastamoihin on suunniteltava veden lämmitysjärjestelmä, joka pystyy tuottamaan 80 °C:n lämpöistä vettä. Tätä vettä käytetään kuumentamaan sian ruhoja, jotta karvojen poistaminen onnistuisi. (22)

### 7.7.3 Käsienpesuhanat

Yksittäisistä LVI-laitteista elintarvikehygienian kannalta tärkeimmässä roolissa ovat käsienpesuhanat ja altaat. Elintarviketeollisuus edellyttää tiheää käsienpesua, joten hanojen sijoittelu täytyy suunnitella siten, ettei työntekijän käsienpesu vaikeudu eikä hän joudu siirtymään puhtaammasta tilasta likaisempaan pestäkseen käsiänsä. Käsienpesuhanojen on myös havaittu olevan otollinen kontaminaation leviämiskohde. Siksi on suositeltavaa suunnitella tiloihin liiketunnistushanoja, joihin työntekijän ei tarvitse koskea. Sopiva käsienpesulämpötila on noin 37 °C. (4, s. 4; 6, s. 21; 17, s. 21.)

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa laitosten elintarvikehygieniasta on pykälä, jossa kielletään käsi- tai käsivarsikäyttöiset hanat tiloissa, joissa käsitellään suojaamatonta elintarviketta. Myös näihin tiloihin johtavissa suluissa tai muissa tiloissa, joissa kädet on pestävä välittömästi ennen tuotantotiloihin menoa, ei saa käyttää käsi- tai käsivarsikäyttöisiä hanoja. Tällaisia hanoja ei saa olla myöskään suojaamattomia elintarvikkeita käsittelevän henkilökunnan WC-tiloissa. (7)

### 7.7.4 Viemäroinnin vaatimukset

Lihantuotantotiloissa on muutamia erityisiä viemärointivaatimuksia, jotka tulee huomioida suunnittelussa. Jollei jostain asiasta löydy erityismääräyksiä tai -suosituksia, noudatetaan sen valtion rakentamismääräyskokoelmia, jossa laitos sijaitsee. (3, s. 100.)

Tilat, joissa käytetään runsaasti vettä esimerkiksi pesuun, tulee varustaa koko tilan pituisella lattiakourulla tai useammalla tilan koosta riippuen. Kourun päälle on asennet-

tava metallisäleikkö. Kallistukset lattiassa kourua kohti tulee olla riittävät (vähintään 20 ‰), jotta vettä ei jää lattialle. (3, s.100.)

Kaikki pesualtaat, käsienpesualtaat, urinaalit ja WC:t tulee varustaa vesilukolla. Lisäksi viemäripisteisiin, joihin on vaara päästä roskia tai muita tukkimisvaaran aiheuttavia aineita, on varustettava sihdeillä. (3, s. 100–101.)

Kaikissa viemärintipisteissä, joista pääsee rasvaa viemäriin, viemärit on suunniteltava siten, että ne johdetaan rasvanerottimeen ennen yhdistämistä muuhun viemärijärjestelmään. Rasvanerottimet on tyhjennettävä säännöllisesti. (3, s. 101.)

Lihantuotantotilojen viemärien suunnittelussa on huomioitava, että viemäriin pääsee vahvoja happamia ja emäksisiä pesuaineita sekä eläimien virtsaa (23). Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty Uponorin valmistamien eri muoviviemärialaatujen kestävyyttä erilaisilla aineilla.

Taulukko 7. Viemäriputkien ja -tiivisteiden kemiallinen kestävyys, ++ = kestää, + = kestää rajoitetusti, - = ei kestä (24, s. 24).

|                   | Laimeat hapot |       | Vahvat hapot |       | Laimeat emäkset |       | Vahvat emäkset |       |
|-------------------|---------------|-------|--------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|
|                   | 20 °C         | 60 °C | 20 °C        | 60 °C | 20 °C           | 60 °C | 20 °C          | 60 °C |
| <b>Putket</b>     |               |       |              |       |                 |       |                |       |
| PVC               | ++            | +     | ++           | +     | ++              | ++    | ++             | +     |
| PP                | ++            | ++    | ++           | +     | ++              | ++    | ++             | ++    |
| PE                | ++            | ++    | ++           | +     | ++              | ++    | ++             | ++    |
| <b>Tiivisteet</b> |               |       |              |       |                 |       |                |       |
| NBR               | ++            | +     | +            | -     | ++              | ++    | ++             | ++    |
| SBR               | ++            | +     | +            | -     | ++              | ++    | ++             | +     |
| TPE               | ++            | ++    | ++           | ++    | ++              | ++    | ++             | ++    |
| EPDM              | ++            | +     | +            | -     | ++              | ++    | ++             | +     |

Taulukko 8. Viemäriputkien ja -tiivisteiden kemiallinen kestävyys, ++ = kestää, + = kestää rajoitetusti, - = ei kestä (24, s. 24).

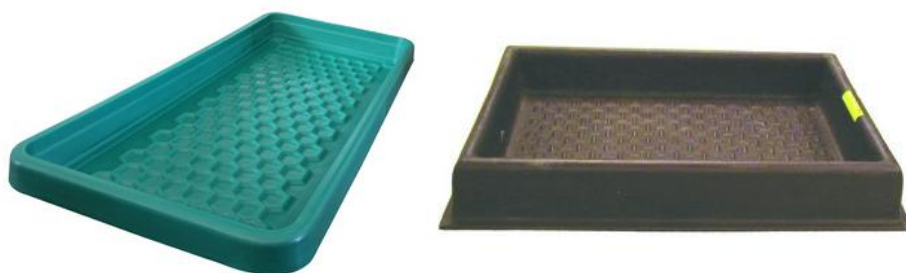
| Putket            | Bensiini |       | Öljy  |       | Asetoni |       | Sokeriliuos |       |
|-------------------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|-------|
|                   | 20 °C    | 60 °C | 20 °C | 60 °C | 20 °C   | 60 °C | 20 °C       | 60 °C |
| PVC               | ++       | ++    | ++    | ++    | -       | -     | ++          | ++    |
| PP                | ++       | -     | ++    | ++    | ++      | ++    | ++          | ++    |
| PE                | ++       | +     | ++    | +     | ++      | ++    | ++          | ++    |
| <b>Tiivisteet</b> |          |       |       |       |         |       |             |       |
| NBR               | ++       | +     | ++    | +     | -       | -     | ++          | ++    |
| SBR               | -        | -     | -     | -     | -       | -     | ++          | ++    |
| TPE               | ++       | -     | ++    | -     | +       | +     | ++          | ++    |
| EPDM              | -        | -     | -     | -     | ++      | -     | ++          | ++    |

Tiloissa, joissa eläimien veret vuodatetaan ruhoista, tulee olla erillinen viemärijärjestelmä. Verta ei saa päästä jätevesiviemäriverkostoon. Verelle on tehtävä oma verkosto, joka johtaa laitoksen ulkopuolelle rakennettavaan verisäiliöön. Säiliö voidaan asentaa maan alle ja konstruoida siten, että veri imeytyy maahan ja kompostoituu. Tällöin verisäiliötä ei tarvitse tyhjentää usein. Verisäiliö toimii ainoastaan silloin, kun pohjavesitaso on matalammalla kuin verisäiliön pinnan korko ja säiliötä ympäröivä maaperä imee kosteutta. Verisäiliö suunnitellaan siten, että ilma vaihtuu säiliössä. (22)

#### 7.7.5 Vesi- ja viemärilaitteiden sijoittelu

Vesipisteet tuotantotiloissa tulee sijoittaa siten, että ne ovat esteettömästi käytettävissä ja hygieenisten kulkureittien ja työtapojen noudattaminen on helppoa ja vaivatonta. Viemärintipisteet on sijoitettava siten, ettei tuotannossa käytettävä runsas vesimäärä jää lainehtimaan tilojen lattioille. (2, s. 359.) Lattiakaivojen sijoittelussa on huomioitava, että elintarviketeollisuuden pintapuhtausnäytteitä otetaan usein lattiakaivoista. Tästä syystä lattiakaivot tulee sijoittaa siten, että näytteenotto onnistuu. Lattiakaivo on tyypillinen näytteenottopaikka, kun halutaan selvittää, esiintyykö jotain tiettyä patogeenistä bakteeria, kuten Listeriaa tai Salmonellaa, teollisuuslaitoksessa. (18, s. 10.)

Desinfektioaltaita (kuva 8) tulee sijoittaa osastointien välille, jotta epäpuhtauksien siirtyminen jalkineissa voitaisiin minimoida. Tällaisia paikkoja ovat sellaiset osastointien välit, joissa kuljetaan ulkokengissä tai teuraseläimet kulkevat. Altaan tulee olla riittävän leveä, jotta sen kiertäminen ei onnistu. Desinfektioaltaan pohjalle asetetaan vaahtomuovityyny (paksuus vähintään 5 cm), joka kostutetaan desinfektioaineella. (25, s. 2.)



Kuva 8. Esimerkkejä desinfektioaltaista: vasemmalla on eläimelle tarkoitettu allas ja oikealla ihmiselle (26).

## 7.8 Lämmitys ja jäähdytys

### 7.8.1 Mitoituslämpötilat

Lihantuotantolaitoksen sellaisissa tiloissa, joissa lihan säilytys ei aseta erityisiä lämpötilavaatimuksia, pidetään yllä normaalia työskentelylämpötilaa 16–20 °C, jotta työskentely olisi miellyttävää ja tehokasta (3, s. 387–388).

Lihan säilymisen kannalta lämpötilan merkitys on erittäin suuri. Tästä syystä teurastamoissa ja lihanjalostuslaitoksissa on suuri kylmätehotarve ja kylmäaineena käytetään usein ammoniakkia. Jäähdyttämiseen käytetään usein shokki- eli pikajäähdytystä ja osa työtiloista on jäähdytetty lihan säilymisen parantamiseksi. (27)

Lihan shokkijäähdytyksen jälkeen lihan lämpötila tulisi ylläpitää mahdollisimman tasaisesti korkeintaan 7 °C:ssa. Tästä johtuen paloittelu-, jauhamis- ja muissa käsittelytiloissa ilman lämpötila pidetään korkeintaan 10 °C:ssa. (28, s. 350–351.)

Taulukossa 9 ja 10 on esitetty erilaisten lihojen säilytyslämpötiloja ja -olosuhteita, joiden avulla kylmä- ja pakkasvarastot voidaan suunnitella.

Taulukko 9. Elintarvikkeiden suuntaa antavia säilytyslämpötiloja ja -olosuhteita (29, s. 43).

| Tuote           | Varastointi-lämpötila (°C) | Suht. Kosteus (%) | Varastoin-tiaika | Alin jäätymispiste (°C) |
|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| Nauta           | -1...0                     | 85-90             | 2-4 vko          | -2                      |
| Sika, rasv.     | -1...0                     | 85-90             | 1-2 vko          | -2                      |
| Sika, laiha     | -1...0                     | 85-90             | 1-2 vko          | -1                      |
| Liha, pakast.   | -23...-18                  | 90-95             | 4-12 kk          |                         |
| Siipik. tuore   | 0                          | 85-90             | 1-2 vko          | -2,7                    |
| Siipik. pakast. | -18                        | 90-95             | 8-12 kk          |                         |
| Sisäelin, tuore | 0...+1                     | 75-80             | n. 3 vrk         | -2                      |
| Sisäelin, pak.  | -18                        | 90-95             | 3-4 kk           |                         |
| Makkarat        | 0...+1                     | 85-90             | 3-12 vrk         | -2                      |
| Riista, tuore   | 0...+1                     | 85-90             | 1-5 vrk          | -2,7                    |

Taulukko 10. Elintarvikkeiden suuntaa antavia säilytysolosuhteita (29, s. 43).

| Tuote         | Omin.lämpö ennen jäät. (kJ/kg°C) | Omin.lämpö jäät. jälkeen (kJ/kg°C) | Jäätymislämpö (kJ/kg) | Vesipitoisuus (%) |
|---------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Nauta         | 3,25                             | 1,75                               | 235                   | 72                |
| Sika, rasv.   | 2,15                             | 1,35                               | 125                   | 50                |
| Sika, laiha   | 3,4                              | 1,4                                | 240                   | 65                |
| Siipik. tuore | 3,3                              | 1,75                               | 245                   | 74                |
| Makkarat      | 3,7                              | 2,35                               | 215                   |                   |
| Riista, tuore | n. 3,1                           | n. 1,7                             | n. 230                |                   |

### 7.8.2 Radiaattorit

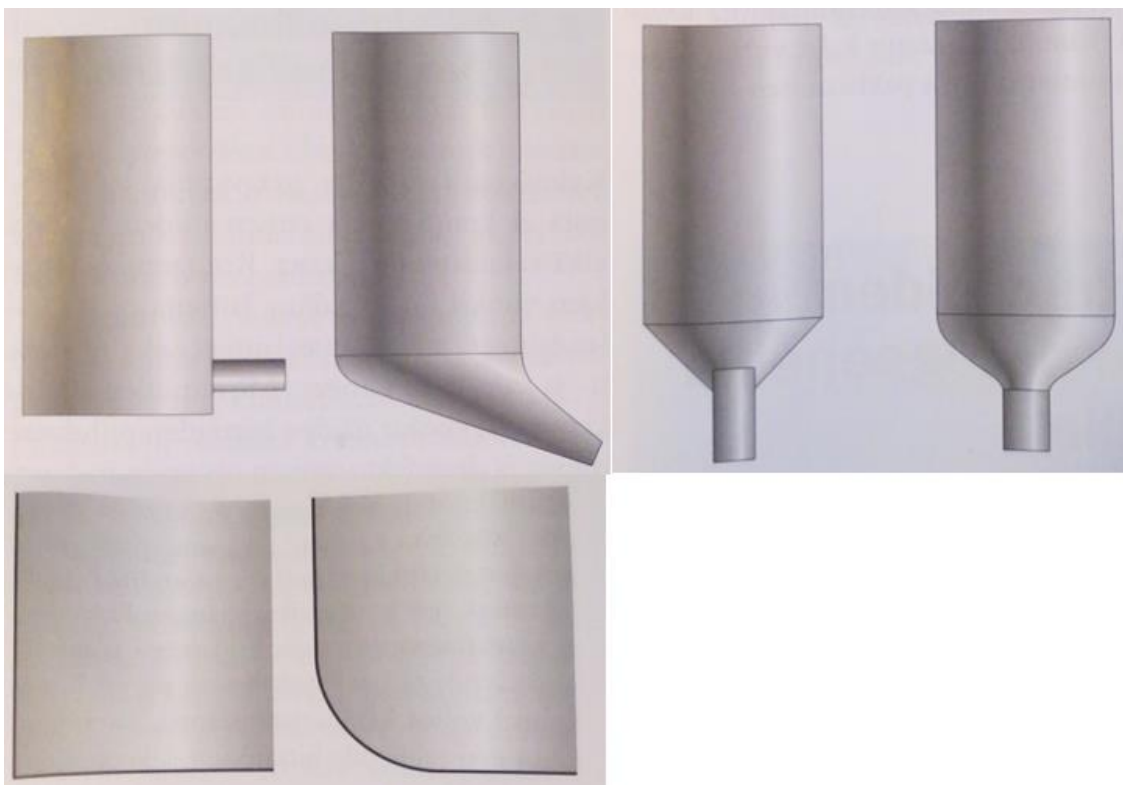
Radiaattorit ovat ongelmallisia hyvää hygieniaa edellyttävissä lihantuotantotiloissa, koska ne muodostavat katvealueita seinien ja radiaattoreiden väliin, jolloin pesu hankaloituu. Lisäksi konvektiolamellit muodostavat koloja, jolloin hygieenisuus huononee. (7, s. 54.) Jos tuotantotiloihin suunnitellaan radiaattoreita, niiden tulee olla puhdistettavissa ja kestää pesua. Tällöin radiaattorit tulee ensin sinkitä ja sen jälkeen maalata. Normaalit patterit eivät kestä kovaa painepesuripesua. (30)



## 7.9 LVI-laitteiden hygienia

### 7.9.1 Puhdistettavuus, materiaali ja muotoilu

Koska tuotantotiloissa vaaditaan puhtaita olosuhteita kaikilla osa-alueilla, tulee LVI-laitteidenkin olla likaa hylkiviä. LVI-laitteiden pitää olla puhdistettavissa ilman suurta vaivaa. Kaikissa laitteissa tulisi välttää teräviä kulmia ja koloja, koska ne keräävät likaa ja vaikeuttavat puhdistamista. (2, s. 359–360.) Kuvassa 9 on esitetty esimerkkejä epähygieenisistä, likaa kerryttäviä rakenteita ja vastaavasti hygieenisempiä, virtaviivaisia rakenteita.

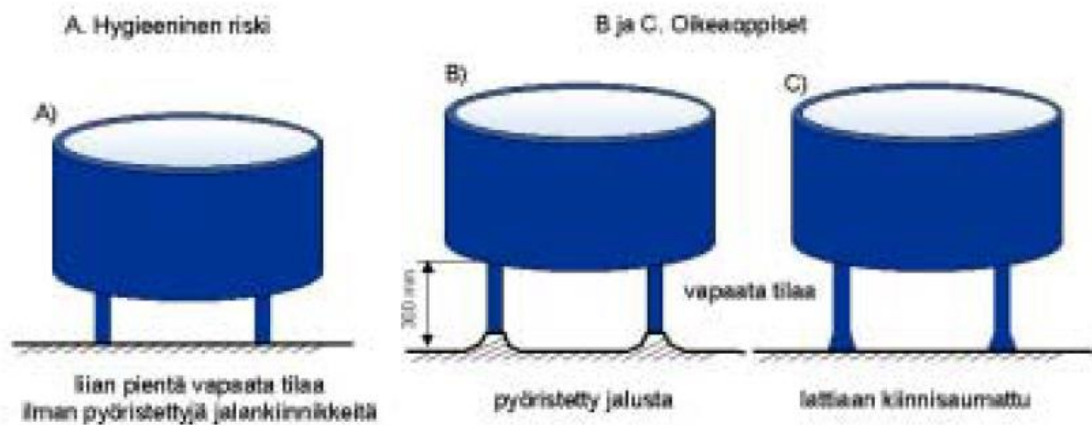


Kuva 9. Vasemmalla esimerkkejä likaa keräävistä rakenteista ja oikealla virtaviivaisia sekä hygieenisistä rakenteita (2, s. 361).

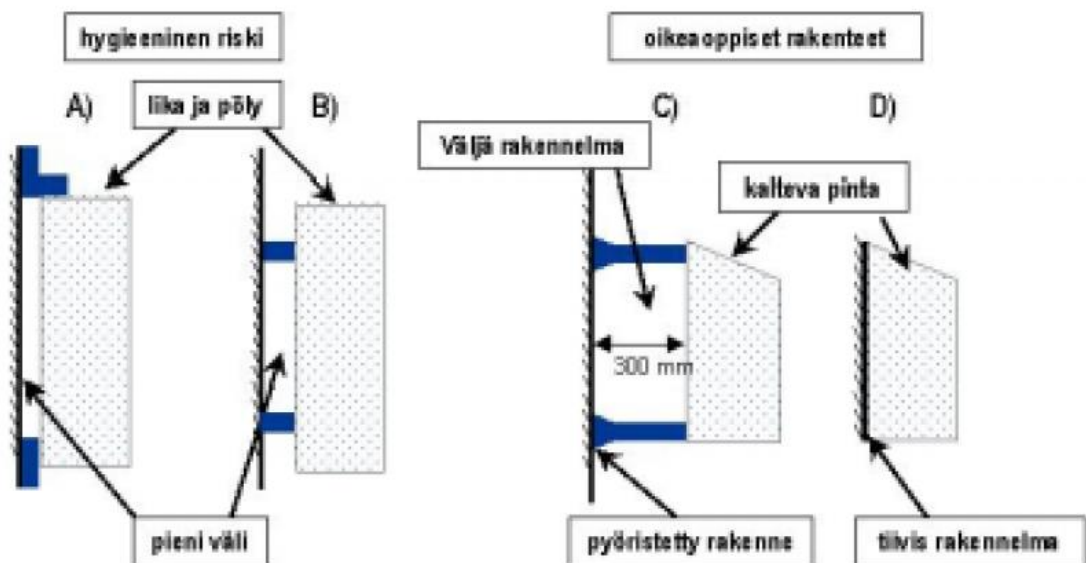
Laitteiden pintamateriaalien tulee olla kestäviä, koska niiden pitää kestää käyttöä, happamia ja emäksisiä pesuja. Materiaali ei saa alkaa hilseillä, halkeilla tai kulua, jotta siitä ei irtoisi tai liukenisi pinnoitetta elintarvikkeisiin. maalatut pinnat eivät saa olla suorassa kosketuksessa elintarvikkeisiin. (8, s. 63–64.)

Olellista laitteiden sijoittelussa on, että katvealueet ja ahtaat välit pystyttäisiin välttämään, jotta puhdistus ja laitteen kuivuminen olisi esteetöntä ja nopeaa. Laitteiden lii-

toskohtiin, tiivisteisiin, eristuksiin, kulmien muotoiluun ja karheuteen on kiinnitettävä huomioita. (8, s. 52.) Kuvissa 10 ja 11 on esitetty hygieenisen riskin aiheuttavia asennustapoja ja vastaavasti oikeaoppisia vaihtoehtoja.



Kuva 10. Laitteiden kiinnitystavat lattiaan: Tapa A aiheuttaa hygieenisiä riskejä, B ja C on toteutettu oikealla tavalla. (8, s. 53.)

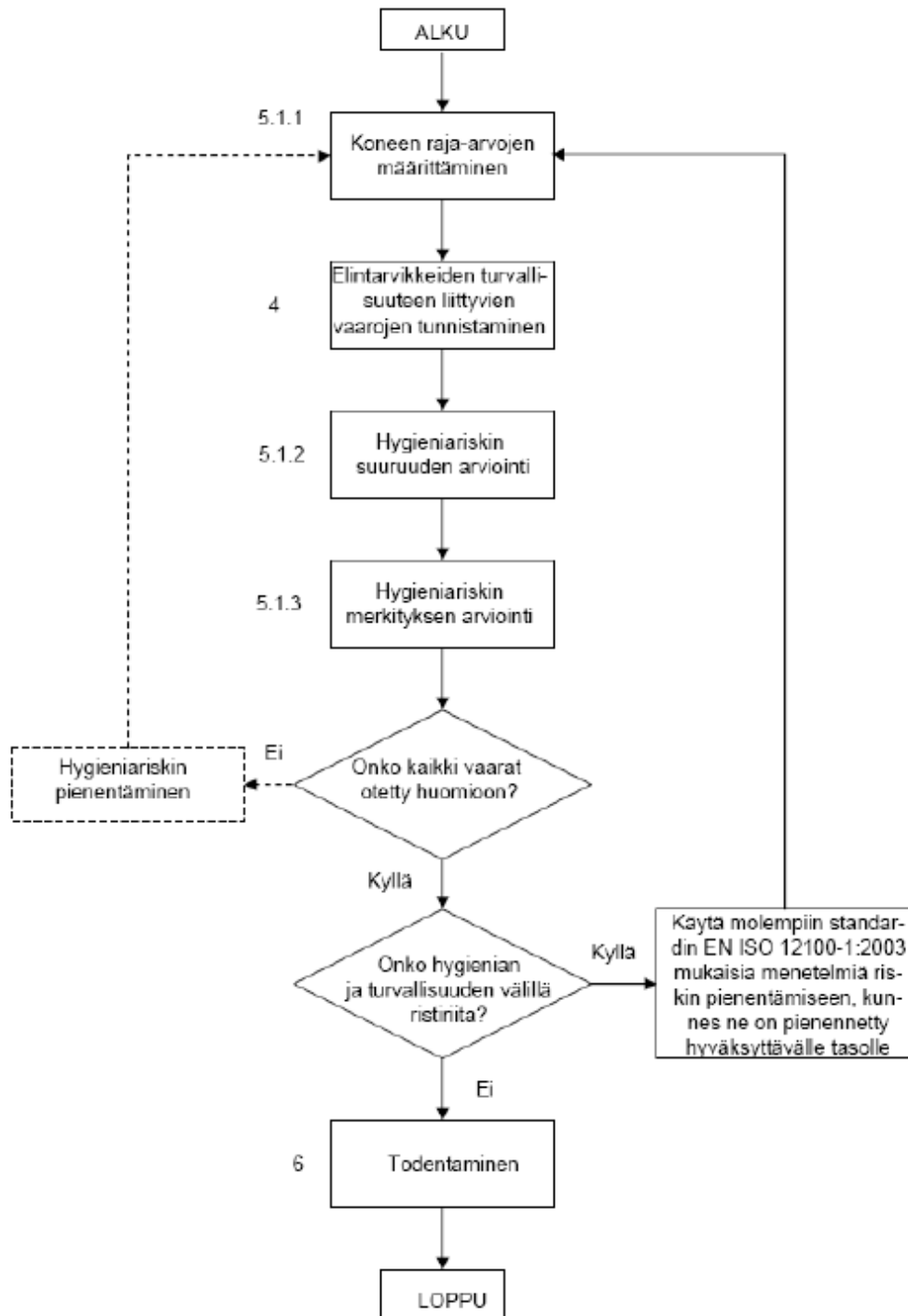


Kuva 11. Laitteiden kiinnitystavat seinään: Tapa A aiheuttaa hygieenisiä riskejä, B ja C on toteutettu oikealla tavalla. (8, s. 54.)

## 7.9.2 Standardi SFS-EN 1672+A1

Standardissa SFS-EN 1672-2+A1 esitetään kaavio, jonka avulla voidaan suunnitella hygieenisiä koneita lihantuotantotiloihin. Kaavio on tarkoitettu tuotantokoneille, joilla käsitellään elintarvikkeita, mutta samaa kaaviota voidaan soveltaa LVI-laitteisiin varsin-

kin silloin, kun on syytä epäillä, että elintarvike voi joutua kosketuksiin laitteen kanssa joko suoraan tai välillisesti, kuten ilman, veden tai ihmisen välityksellä. Kaavio on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Koneen hygieniariskin arviointi (1, s. 16).

Standardissa SFS-EN 1672-2+A1 tuotantotila määritellään kolmeen eri alueeseen: elintarvikealueeseen, roiskealueeseen ja elintarvikkeeseen koskemattomaan alueeseen.

seen. Elintarvikealueella tarkoitetaan pintaa, johon elintarvike on kosketuksissa ja voi palautua takaisin elintarvikekiertoon. Roiskealue tarkoittaa aluetta, johon elintarvike voi roiskua tai jota pitkin se voi valua ja joista se ei palaudu takaisin muun elintarvikkeen joukkoon. (1, s. 10.)

### 7.9.3 Elintarvikealue

Elintarvikealueella olevalta materiaalilta edellytetään korroosionkestävyyttä, myrkyttömyyttä ja imemättömyyttä. Lisäksi materiaali ei saa aiheuttaa elintarvikkeeseen ei-toivottuja hajua-, väri- tai makumuutoksia eikä myötävaikuttaa elintarvikkeen kontaminaatioon. (1, s. 20.)

### 7.9.4 Roiskealue

Roiskealueella olevat materiaalit eivät vaadi niin suurta hygieniaa kuin elintarvikealueella olevat. Suunnittelu- ja rakennevaatimukset voivat olla vähemmän vaativia pinnan viimeistelyssä ja kulmien pyöristyksissä edellyttäen, että rakenteet on puhdistettavissa ja desinfioitavissa. Roiskealueella olevat laakerit, tiivisteet ja liikkuvat akselit voidaan voidella muulla kuin elintarvikekäyttöön soveltuvilla voiteluaineilla edellyttäen, että voiteluaineilla ei ole haitallista vaikutusta elintarvikkeeseen. (1, s. 24.)

### 7.9.5 Elintarvikkeeseen koskematon alue

Elintarvikkeeseen koskemattomalla alueella sijaitseva materiaali tulee olla korroosionkestävää materiaalia tai materiaalia, joka on käsitelty korroosionkestoaineella, kuten pinnoittamalla tai maalaamalla. Näiden materiaalien on oltava puhdistettavissa eivätkä ne saa aiheuttaa kontaminaatiota tai haitallisia vaikutuksia elintarvikkeeseen. Laitteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, että niissä estetään kosteuden kerääntyminen, tuholaisten ja epäpuhtauksien sisään pääsy ja oleskelu. Lisäksi tarkastaminen, puhdistaminen, huolto, kunnossapito ja desinfektio on oltava helposti toteutettavissa. (1, s. 24.)

## 7.10 Voiteluaineet

SFS-EN ISO 21469 -standardissa käsitellään elintarvikkeisiin satunnaisesti kosketuksissa olevia voiteluaineita. Sellaisia tilanteita, joissa voiteluaine voi joutua elintarvik-

keen valmistuksen ja käsittelyn aikana satunnaisesti kosketuksiin elintarvikkeen kanssa, ovat esimerkiksi koneiden lämmönsiirto, kuormien siirto, voitelu tai korroosionesto. (31, s. 8.)

Satunnaisesti elintarvikkeeseen kosketuksissa olevan voiteluaineen vaarat jaotellaan

- biologisiin tekijöihin, joihin kuuluvat taudinaiheuttajat, pilaantumista aiheuttavat mikrobit tai myrkylliset aineet
- kemiallisiin tekijöihin, joihin kuuluvat myrkylliset, syöpää aiheuttavat tai perimää muuttavat aineet
- fysikaalisiin tekijöihin, kuten kuluviin metalleihin (31, s. 10).

Voiteluaineiden koostumuksen on oltava sellainen, että jos aine joutuu kosketuksiin tuotteen kanssa, tuotteeseen jäävät jäämät ovat harmittomia kuluttajan terveydelle, tuotteen hajulle ja maulle. Voiteluaineiden on täytettävä niille asetetut laatu- ja koostumusvaatimukset, jos ne koostuvat vain aineista, jotka ovat turvallisia elintarvikkekosketuksille. Nämä aineet tulee olla kansallisten viranomaisten ja tunnustettujen kansainvälisten järjestöjen hyväksymiä. (31, s. 12.)

Hygieniavaatimukset huomioivan suunnittelun ja voiteluaineen valmistuksen jälkeen voiteluaineen hygieeninen käyttö riippuu käyttäjän noudattamista varotoimista, jotka voiteluaineen valmistaja on ilmoittanut käyttäjälle. Varotoimiin kuuluvat muun muassa varastointiajan ja -paikan selkeä merkintä sekä soveltuva ja suojaava pakkaus. (31, s. 12.)

## **8 Lihantuotantotilojen puhdistus**

### **8.1 Yleistä**

Lihantuotantotiloja on puhdistettava tasaisin väliajoin, ja LVI-tekniikan on tarjottava tarpeelliset vesipisteet puhdistukselle ja pesulle. Lisäksi LVI-laitteiden on kestettävä pesun kuluttavat ja syövyttävät vaikutukset. Ilmanvaihdon on oltava tehostettavissa, jotta pesun aiheuttama kosteus saataisiin mahdollisimman nopeasti poistettua.

Ison-Britannian "Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulations 1992" asettaa vaatimukset elintarviketeollisuustilojen pesuun ja henkilökohtaisen hygienian ylläpitoon:

- Pesutilojen ja -välineiden on oltava tarkoitukseen soveltuvia ja vaivattomasti käytettävissä
- Pesuvälineitä on oltava WC-tiloissa ja pukuhuoneissa
- Pesuvesipisteen on oltava kytketty lämpimään ja kylmään käyttöveteen, eikä lämmin käyttövesi saa seistä
- Pesuaineen tai muun puhdistusaineen on oltava pesupisteen välittömässä läheisyydessä
- Kuivauspyyhkeiden tai muun kuivausmenetelmän on oltava pesupisteen välittömässä läheisyydessä
- Tilassa, jossa on pesupiste, on oltava riittävä ilmanvaihto ja hyvä valaistus
- Tilan, jossa on pesupiste, on oltava puhdistettu säännöllisesti ja hyvässä järjestyksessä. (3, s. 419–420.)

Seuraavissa luvuissa on esitelty tärkeimmät pesu- ja desinfektio menetelmät elintarviketeollisuudessa.

## 8.2 Kuuma vesi ja höyry

Kuumaa vettä ja höyryä käytetään yleensä, kun kyseessä on erityistilanne, kuten vaikea listeriakontaminaatio. Höyry pääsee rakoihin ja muihin vaikeasti tavoitettaviin paikkoihin, mutta tällöin on muistettava myös, että pesun jälkeinen kosteus on saatava poistettua. Ilmanvaihto näyttelee tässä tilanteessa suurta osaa. Veden lämpötilan puhdistettavilla pinnoilla on oltava vähintään 60 °C, ja kun huomioidaan puhdistettavan pinnan viileys ja letkussa tapahtuva lämpöhäviö, normaalin käyttöveden lämpötila ei välttämättä riitä. Tällöin veteen tulee tuoda lisälämmitysenergiaa. (2, s. 367–368; 3, s. 419.)

## 8.3 Ultraviolettivalo

UV-valolla on mikrobeja tuhoava vaikutus ja erityisesti UVC-alueella (aallonpituus = 253,7 nm) mikrobien tuhoutuminen on tehokkainta. UV-valon käyttö edellyttää täysin tasaisia ja puhtaita pintoja. UV-valon käyttö on yleistä laboratoriotiloissa ja muissa puhdistiloissa. Ultraviolettivalon käyttö ei vaadi LVI-laitteilta erityisominaisuuksia, mutta kattoon asennettavien UV-valojen tulee valaista esteettä koko puhdistettavaa tilaa.

Tästä johtuen putket, kanavat ja kannakkeet tulee suunnitella siten, etteivät UV-valot jää katveeseen. (2, s. 368.)

#### 8.4 Ultraääni

Ultraääntä (yli 20 kHz) voidaan käyttää erilaisten materiaalien puhdistamiseen. Ultraääntä käytettäessä tarvitaan väliaineeksi nestettä. Ultraääni aiheuttaa alipaineen nesteeseen, jolloin syntyy kavitaatioilmiö, joka puolestaan saa aikaan liike-energiaa ja lämpöä nesteessä. Tästä johtuen neste tunkeutuu rakoihin ja uriin. Normaalisti ultraäänipesuri mitoitetaan teholle 5–15 W/l, jossa litramäärä on pesussa käytettävän nesteen määrä. Pienempi nestemäärä aiheuttaa suhteessa suuremman tehontarpeen. Jos lihateollisuuden kohteessa käytetään ultraäänipesuria, tulee LVI-suunnittelijan varata pesurille täyttö- ja tyhjennysmahdollisuudet. (2, s. 369; 3, s. 419.)

#### 8.5 Tehopesu ja saneerauspesu

Teho- ja saneerauspesulla tarkoitetaan normaalista poikkeavia pesumetodeja. Teho- ja saneerauspesua hyödynnetään silloin, kun tavanomaiset pesu- ja puhdistusmenetelmät eivät ole riittäviä, esimerkiksi vakavan listeriakontaminaation yhteydessä. Teho- ja saneerauspesussa käytetään normaalia tehokkaampia pesu- ja desinfektioaineita ja laitteita puretaan pesua varten paremman puhdistustuloksen saavuttamiseksi. (2, s. 369; 3, s. 419.)

### 9 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli esitellä LVI-tekniisiä erityispiirteitä, joita tulee ottaa huomioon teurastamoiden ja lihanjalostuslaitoksien suunnittelussa. Teurastamoiden ja lihanjalostuslaitoksien LVI-suunnittelussa on erityisen tärkeää perehtyä mahdollisiin vaaroihin, joita erilaiset laitteet ja olosuhteet voivat aiheuttaa elintarvikkeelle. Lisäksi tulee ymmärtää, mitkä mikrobiologiset, kemialliset ja fysikaaliset riskit ovat todennäköisiä ja vaarallisia lihateollisuudessa, jotta voitaisiin välttää riskit LVI-suunnittelussa.

Teurastamon ja lihanjalostuslaitoksen LVI-suunnittelu eroaa normaalista asuin- ja teollisuusrakennuksien suunnittelusta hygieniavaatimuksiltaan. Pakkaamaton liha on erit-

täin herkkää kontaminaatiolle, joten LVI-järjestelmien täytyy taata hygieeniset olosuhteet lihan käsittelyyn niin ominaisuuksiltaan kuin materiaaleiltaan.

SFS-EN ISO 22000 -standardissa painotettu vastavuoroinen viestintä korostuu LVI-suunnittelun osalta, koska suoria määräyksiä LVI-järjestelmien ominaisuuksille teurastamoihin ja lihankäsittelylaitoksiin ei ole tehty. Vastavuoroisella viestinnällä varmistetaan, että LVI-laitteet ja -järjestelmät vastaavat elintarvikkeen vaatimaa puhtaustasoa. On muistettava, että käsiteltävän elintarvikkeen piirteet ja herkkyys tietyille epäpuhtauksille määräävät tarvittavat hygieniolosuhteet.

Insinööriyö kokoaa yhteen kansainvälisten standardien, järjestöjen ja laitevalmistajien vaatimuksia lihateollisuuteen, jotta LVI-suunnittelija saisi lähtövalmiudet teurastamon tai lihanjalostuslaitoksen suunnitteluun. Suunnittelijan on kuitenkin muistettava, että jokainen hanke on yksilöllinen ja että maakohtaiset määräykset ja ohjeet voivat poiketa insinööriyössä esitetyistä.



## Lähteet

- 1 SFS-EN 1672-2+A1: Elintarvikekoneet. Perusteet, osa 2: Hygieniavaatimukset. 2009. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 2 Korkeala, Hannu. 2007. Elintarvikehygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- 3 Stranks, Jeremy. 2007. The A–Z of Food Safety. Lontoo: Thorogood Publishing Ltd.
- 4 Koskenkorva, Anneli; Välimäki, Maisa. 1987. Elintarviketeollisuuden mikrobiologia ja hygienia. Helsinki: Valtion Painatuskeskus.
- 5 SFS-EN ISO 22000: Elintarviketurvallisuuden hallintajärjestelmät. Vaatimukset kaikille elintarviketun organisaatioille. 2006. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 6 Huohala, Keijo. 2000. Uusi pintahygieniaopas. Pori: Elintarvike ja Terveys-lehti.
- 7 Maa- ja metsätalousministeriön asetus laitosten elintarvikehygieniasta 1369/2011. 2011. Verkkodokumentti. Maa- ja metsätalousministeriö. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111369>>. 20.12.2011. Luettu 18.3.2014.
- 8 Goodfellow, Howard; Tähti, Esko. 2001. Industrial Ventilation Design Guidebook. San Diego: Academic Press.
- 9 Wirtanen, Gun. 2002. Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa. Hygieniäongelmien ja Listeria monocytogeneksen hallintakeinot. Verkkodokumentti. VTT. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>>. Espoo: VTT Biotekniikka. Luettu 15.3.2014.
- 10 Sauvolainen, Pasi. 2014. Tuoteryhmäpäällikkö, Oy Lindab Ab, Espoo. Sähköpostiviesti 12.3.2014.
- 11 Wirtanen, Gun; Miettinen, Hanna; Pahkala, Satu; Enbom, Seppo; Vanne, Liisa. 2002. Clean Air Solutions in Food Processing. Verkkodokumentti. VTT. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>>. Espoo: VTT Biotechnology; Tampere: VTT Industrial Systems. Luettu 27.3.2014.
- 12 Ilmansuodatuksen tuotekirja. 2013. Verkkodokumentti. Halton Clean Air Oy. <[http://www.halton.fi/ip/hca2013\\_11f/index.html](http://www.halton.fi/ip/hca2013_11f/index.html)>. Luettu 7.3.2014.
- 13 Food & Beverage Industry. Clean Air Solutions. 2014. Verkkodokumentti. Camfil. <[http://www.camfil.fi/FileArchive/Brochures/Food%20processing/Food%20processing%20industry\\_EN.pdf](http://www.camfil.fi/FileArchive/Brochures/Food%20processing/Food%20processing%20industry_EN.pdf)>. Luettu 27.3.2014.

- 14 Wirtanen, Gun; Salo, Satu. 2006. Puhdas tuotantoilma entistä tärkeämpää. Kehittyvä Elintarvike 3/2006. Verkkodokumentti. <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/26-puhdastilat-kiinnostavat-elintarviketeollisuutta>>. Luettu 15.3.2014
- 15 Salo, Tiina. 2008. Puhdastilat kiinnostavat elintarviketeollisuutta. Kehittyvä Elintarvike 4/2008. Verkkodokumentti. <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/36-puhdas-tuotantoilma-entista-tarkeempaa>>. Luettu 15.3.2014
- 16 Innanen, Seppo. 2014. Teollisuusilmastointi: Puhdastilat. AMK-luento. Metropolia AMK, Leppävaara.
- 17 Talotekniikan eristykset. 2012. Verkkodokumentti. Paroc Oy Ab. <<http://www.paroc.fi/~media/Files/Brochures/Finland/HVAC-Installation-guide-Paroc-FI.ashx>>. Luettu 17.3.2014.
- 18 Jouppila, Kirsi. 2006. Veden aktiivisuus on oleellinen tekijä elintarvikkeiden säilyvyydelle. Kehittyvä Elintarvike 3/2006. Verkkodokumentti. <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/38-veden-aktiivisuus-on-oleellinen-tekija-elintarvikkeiden-sailyvyydelle>>. Luettu 27.3.2014
- 19 Salo, Tiina. 2008. Ilmankuivaus vähentää ruokatuotannon kosteushaittoja. Kehittyvä Elintarvike 3/2002. Verkkodokumentti. <<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/25-ilmankuivaus-vahentaa-ruokatuotannon-kosteushaittoja>>. Luettu 27.3.2014
- 20 Rahkio, Marjatta. 2013. Pintahygieniaopas. Pori: Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- 21 Systems for the Drinking Water Installations of Today and Tomorrow. 2013. Verkkodokumentti. GF Piping Systems. <[http://www.gfps.com/content/gfps/country\\_NZ/en\\_GB/about-GF-PipingSystems/media\\_and\\_news/media-releases\\_gfps/mediareleases\\_gfps/media-releases/ish\\_exhibition\\_appearance\\_new\\_products.html](http://www.gfps.com/content/gfps/country_NZ/en_GB/about-GF-PipingSystems/media_and_news/media-releases_gfps/mediareleases_gfps/media-releases/ish_exhibition_appearance_new_products.html)>. 12.3.2013. Luettu 19.3.2014.
- 22 Slaughterlabs and Slaughterhouses. 2014. Verkkodokumentti. FAO. <<http://www.fao.org/docrep/s1250e/s1250e18.htm>>. Luettu 19.3.2014.
- 23 Suur-Askola, Jaana. 2014. Tuotehallintapäällikkö, Uponor Infra Oy, Nastola. Sähköpostiviesti 4.3.2014.
- 24 Uponor yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. Materiaalit ja käyttöiät. 2009. Verkkodokumentti. Uponor. <[http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Technical%20Handbook%20INF/02\\_Materiaalit\\_ja\\_kyttit\\_04\\_2009.pdf](http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Technical%20Handbook%20INF/02_Materiaalit_ja_kyttit_04_2009.pdf)>. 4.2009. Luettu 20.3.2014.

- 25 Ohje nro 17/EEO/95: Desinfektioimenpiteet eläintautien vastustamisessa. 1995. Verkkodokumentti. Maa- ja metsätalousministeriö, Eläinlääkintä- ja Elintarvikeosasto. <[http://www.mmm.fi/attachments/elo\\_elainlaakintolainsaadanto/d-osio/6DI0aHFBU/d25.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/elo_elainlaakintolainsaadanto/d-osio/6DI0aHFBU/d25.pdf)>. 24.5.1995. Luettu 7.3.2014.
- 26 Jalka- ja sorkka-altaat. 2014. Verkkosivu. Pelma Oy. <[http://www.pelma.fi/tuotteet/lypsy\\_ja\\_elainten\\_hoito/jalka-ja\\_sorkka-altaat/](http://www.pelma.fi/tuotteet/lypsy_ja_elainten_hoito/jalka-ja_sorkka-altaat/)>. Luettu 7.3.2014.
- 27 Kaappola, Esko. 2014. Tekninen neuvonta: Kylmäautomaatiikka, kompressorit, termostaatit teollisuuskylmä, Oy Danfoss Ab, Espoo. Sähköpostiviesti 12.1.2014.
- 28 Meat Processing Hygiene. 2014. Verkkodokumentti. FAO. <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai407e/ai407e12.pdf>>. Luettu 27.3.2014.
- 29 Hakala, Pertti; Kaappola, Esko. 2007. Kylmälaitoksen suunnittelu. Jyväskylä: Opetushallitus.
- 30 Säynäjoki, Mika. 2014. Aluemyyntipäällikkö, Etelä-Suomi, Purmo, Rettig Lämpö Oy, Pietarsaari. Sähköpostiviesti 5.3.2014.
- 31 SFS-EN ISO 21469: Koneturvallisuus. Satunnaisesti tuotteen kanssa kosketuksessa olevat voiteluaineet. Hygieniavaatimukset. 2006. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.