

Niilo Salo

**Korroosion huomiointi elintarviketeollisuuden kone- ja
laitevalmistuksessa**

Opinnäytetyö

Syksy 2011

Tekniikan yksikkö

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Salo, Niilo

Työn nimi: Korroosion huomiointi elintarviketeollisuuden kone- ja laitevalmistuksessa

Ohjaaja: Junell, Pasi

Vuosi: 2011 Sivumäärä: 41 Liitteiden lukumäärä: 13

Työn tavoitteena oli haastattelun kautta selvittää, kokevatko elintarvikemachine- ja -laitevalmistajat korroosiota ongelmaksi ja onko ohjeistuksissa, kuten laeissa ja standardeissa, parantamisen varaa ja ovatko ne ajan tasalla.

Työtä lähdettiin toteuttamaan kirjallisuutta läpikäymällä. Ensiksi selvitettiin korroosiota ja sen muodostumiseen vaikuttavia asioita, elintarviketeollisuuden ympäristön vaikutusta korroosion syntyyn ja korroosiosta johtuvia ongelmia elintarviketeollisuudessa, elintarvikemachineiden ja -laitteiden rakenteiden suunnittelua, elintarviketeollisuudessa käytettäviä materiaaleja sekä keskeisintä ohjeistusta. Tämän jälkeen tehtiin kysymysrunko ja valittiin sopivat yritykset haastateltaviksi. Lopuksi vastaukset yhdistettiin ja tehtiin johtopäätökset.

Elintarvikemachineita ja -laitteita valmistavat yritykset eivät kokeneet korroosiota mitenkään vakavaksi ongelmaksi. Sen sijaan yritykset toivoivat, että varsinkin laitehygienian ja koneturvallisuuden ohjeistusta lisättäisiin ja myös toivottiin, että alakohtaiset ohjeistukset löytyisivät samasta paikasta.

Avainsanat: Korroosio, elintarviketeollisuus, elintarvikehygienia

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Author: Salo, Niilo

Title of thesis: Corrosion attention to the food machinery and equipment manufacturing

Supervisor: Junell, Pasi

Year: 2011 Number of pages: 41 Number of appendices: 13

The aim of the thesis was to study through interviews if corrosion is considered to be a problem in the field of food machinery and equipment manufacturing. It was also investigated whether the area-specific laws and standards are up to date or if there is need for improvement.

Before the interviews, a literature review was carried out on the following topics: corrosion and factors affecting the formation of it, the impact of the environment of the food industry on the emergence of corrosion, problems in the food industry caused by corrosion, food machinery and equipment planning, the materials used in the food industry, relevant legislation and guidance. After the literature survey, questions were prepared and suitable companies for the interviews were chosen. Finally, the data gathered from the interviews was combined and conclusions were made.

Based on the results, manufacturers have not experienced corrosion as a major problem. Instead, the companies hoped that the number of instructions, particularly related to equipment hygiene and the safety of machinery, would be increased.

Keywords: corrosion, food industry, food hygiene

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO.....	8
2 YLEISTÄ KORROOSIOSTA	9
2.1 Korroosion muodostuminen	9
2.1.1 Yleinen syöpyminen.....	10
2.1.2 Paikallinen syöpyminen.....	10
2.1.3 Galvaaninen eli kontaktikorroosio.....	11
2.1.4 Mekaanisen rasituksen aiheuttama pinnan syöpyminen.....	12
2.1.5 Raerajakorroosio.....	13
2.1.6 Valikoiva syöpyminen.....	14
2.1.7 Jännitystilän ja korroosion yhteisvaikutuksesta aiheutuva murtuminen	15
3 KORROOSIO ELINTARVIKETEOLLISUUDESSA.....	16
3.1 Elintarviketeollisuuden erityispiirteet.....	16
3.2 Märkäkorroosio	16
3.3 Kuivakorroosio	17
3.4 Mikrobiologinen korroosio	18
4 KUNNOSSAPITO	20
4.1 Mitä on kunnossapito?	20
4.2 Ennakoivan kunnossapidon hyödyt.....	20
4.3 Kunnossapidon suunnittelu	21
4.4 Korroosio ja kunnossapito.....	22
5 RAKENTEISTA JOHTUVAT MIKROBIOLOGISET ONGELMAT ...	23
5.1 Biofilmi	23
5.2 Rakenteiden aiheuttamat ongelmat.....	23

5.2.1 Rakenteiden suunnittelu.....	23
5.2.2 Pinnankarheus.....	25
6 MATERIAALIT	26
6.1 Ruostumaton teräs.....	26
6.2 Valuraudat ja hiiliteräkset	28
6.3 Muut metallit.....	28
7 Määräykset ja ohjeistukset.....	29
7.1 Yleistä.....	29
7.2 Konedirektiivi.....	29
7.3 Elintarvikemachineet. Perusteet osa 2:hygieniavaatimukset	30
8 HAASTATTELU.....	31
8.1 Tutkimushaastattelun lajit.....	31
8.2 Haastattelutavan valinta.....	32
9 HAASTATTELUN VASTAUKSET	33
10JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38
LÄHTEET	40
LIITTEET	42

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio1. Rakokorroosio kloridi-ionin läsnäollessa. Rako 0.025 mm. Raon happamuuden ja kloridi-ioni pitoisuuden noustessa korroosio kiihtyy.....	11
Kuvio 2. Pinnan epäjatkuvuuskohtia (Ahlers ym. 2008, 113).....	12
Kuvio 3. Kavitaation aiheuttama korroosio kaaviollisesti esitettynä (Ahlers ym. 2008, 113).	13
Kuvio 4. Raerajakorroosio (Ahlers ym. 2008, 115).....	14
Kuvio 5. Valikoiva liukeneminen (Ahlers ym. 2008, 117).....	14
Kuvio 6. Raudan Pourbaix-diagrammi yksinkertaistettuna. Korroosioalueella rauta syöpyy. Immuunisuusalueella rauta on vakaassa muodossa. Passiivisuusalueella muodostuu suojaava hapettumakerros (Ahlers ym. 2008, 20).	17
Kuvio 7. Rakenteiden suunnittelu: Kulmat (Wirtanen 2002, 47).	24
Kuvio 8. Rakenteiden suunnittelu: Jatkuvuuskohdat (Wirtanen 2002, 47).	24
Kuvio 9. Rakenteiden suunnittelu: Hyllyt ja tasanteet. (Wirtanen 2002, 52).....	25
Kuvio 10. Tutkimushaastattelun lajit (Hirsijärvi & Hurme 1991, 29).	31
Taulukko 1. Ruostumattomat teräkset mikrorakenteen mukaan (Talja, Törnqvist, Kivikoski, Carpén & Nippala 2006, 9).....	26
Taulukko 2. Yleisimmät austeniittiset teräkset elintarviketeollisuudesta (Teräslajien nimikkeet, [Viitattu 10.9.2011]).	27

Käytetyt termit ja lyhenteet

Anodi	Sähkökemiallisessa reaktiossa negatiivinen elektrodi, joka luovuttaa elektroneja eli hapettuu (syöpyy). Epäjalompi alkuaine tai metalliseos.
Katodi	Sähkökemiallisessa reaktiossa positiivinen elektrodi, joka vastaanottaa elektroneja eli pelkistyy. Jalompi alkuaine tai metalliseos
Galvaaninen pari	Muodostuu anodista ja katodista, kun niillä on sähköä johtava yhteys.
Potentiaalisarja	Taulukko, jossa kerrotaan aineiden normaalipotentiali. Katodi on potentiaaliltaan suurempi.
Potentiaaliero	Katodin ja anodin potentiaalierotus. Reaktion nopeus kasvaa potentiaalieron kasvaessa.
Elektrolyytti	Jokin liuos, joka mahdollistaa sähkövarausten liikkeen. Yleisimpiä elektrolyyttejä ovat emäksen, hapon tai suolan muodostamat vesiliuokset.
Myötöraja	Rajan ylitys aiheuttaa kappaleelle pysyvän muodon muutoksen.

1 JOHDANTO

Elintarviketeollisuudessa ympäristöolosuhteet ovat korrodoivia esimerkiksi kosteuden ja kemikaalien, kuten pesuaineiden, johdosta. Tällaiset olosuhteet ovat omiaan luomaan korroosiota. Korroosio voi olla näkyvässä tai piilossa, ja varsinkin näkyvä korroosio luo elintarviketiloista epähygieenisen kuvan, vaikka mikrobiologisia ongelmia ei esiintyisi. Korroosio toki lisää mikrobiologisen ongelman muodostumisen riskiä, koska korroosion aiheuttama syöpyminen lisää pintojen epätasaisuuksia ja siten vaikeuttaa niiden puhdistamista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kokevatko elintarvikekone- ja -laittevalmistajat korroosiota ongelmaksi elintarviketeollisuudessa ja ovatko nykyiset ohjeistukset, kuten lainsäädäntö ja standardit, ajan tasalla. Saatujen tulosten perusteella voidaan kartoittaa mahdollisten jatkotutkimusten tai kehittämisen tarve. Työn tilaajana toimii Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Opinnäytetyössä on tarkasteltu korroosiota ilmiönä ja sen aiheuttamia haasteita elintarviketeollisuuden käyttöympäristöissä. Lisäksi on tarkasteltu koneiden ja laitteiden rakenteiden suunnittelua, materiaalivalintoja sekä keskeisintä lainsäädäntöä ja ohjeistuksia. Opinnäytetyön toteutustapana oli puolistrukturoitu haastattelu elintarvikekoneita ja -laitteita valmistavissa yrityksissä. Saadut vastaukset yhdistettiin mahdollisuuksien mukaan ja niistä tehtiin johtopäätökset.

2 YLEISTÄ KORROOSIESTA

2.1 Korroosion muodostuminen

Metallien korroosioilmiö eli syöpyminen syntyy, kun runsaasti energiaa vaatinut valmistusprosessin tuote alkaa muuttua hapettumalla olomuotoaan vähä-energiseen tilaan, joka muistuttaa alkuperäistä malmimineraalia. Tämä prosessi on luonnonlakien mukainen. (Ahlers ym. 2008, 17.)

Metallien korroosio voidaan jakaa karkeasti kemiallisiin ja sähkökemiallisiin korroosioreaktioihin. Kemiallisessa korroosioreaktiossa ei ole väliainetta vaan ympäristö reagoi suoraan metallipinnan kanssa. Tällöin korroosiotuotekerrosta ei muodostu metallin pinnalle, vaan se liukenee suoraan ympäristöön. Reaktioon ei liity myöskään sähkövarausten liikettä. Kemialista korroosiota tapahtuu metallien ja kaasujen välillä reaktiotuotteiden ollessa kaasumaisia. Sähkökemiallisessa korroosiossa tapahtuu aina sähkövarausten siirto rajapinnan läpi. Elektronin luovuttamista kutsutaan anodiseksi ja vastaanottamista katodiseksi reaktioksi. (Ahlers ym. 2008, 25–26.)

Käytännön kannalta kaikki tärkeimmät korroosiotapahtumat ovat sähkökemiallisia ja ne voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti:

1. Yleinen syöpyminen
2. Paikallinen syöpyminen
3. Galvaaninen eli kontaktikorroosio
4. Mekaanisen rasituksen aiheuttama pinnan syöpyminen
5. Raerajakorroosio
6. Valikoiva syöpyminen
7. Jännitystilän ja korroosion yhteisvaikutukset aiheutuva murtuminen

(Ahlers ym. 2008, 26, 100.)

2.1.1 Yleinen syöpyminen

Metalli syöpyy kauttaaltaan anodin ja katodin vaihtaessa paikkaa. Tyypillisesti korrosio johtuu ilmasto-olosuhteista ja usein myös kemikaalien vaikutuksesta pinnoittamattomissa metalleissa. Yleistä syöpymistä voidaan havainnoida ja seurata painohäviö- ja seinämäpaksuusmittausten avulla. (Ahlers ym. 2008, 102.)

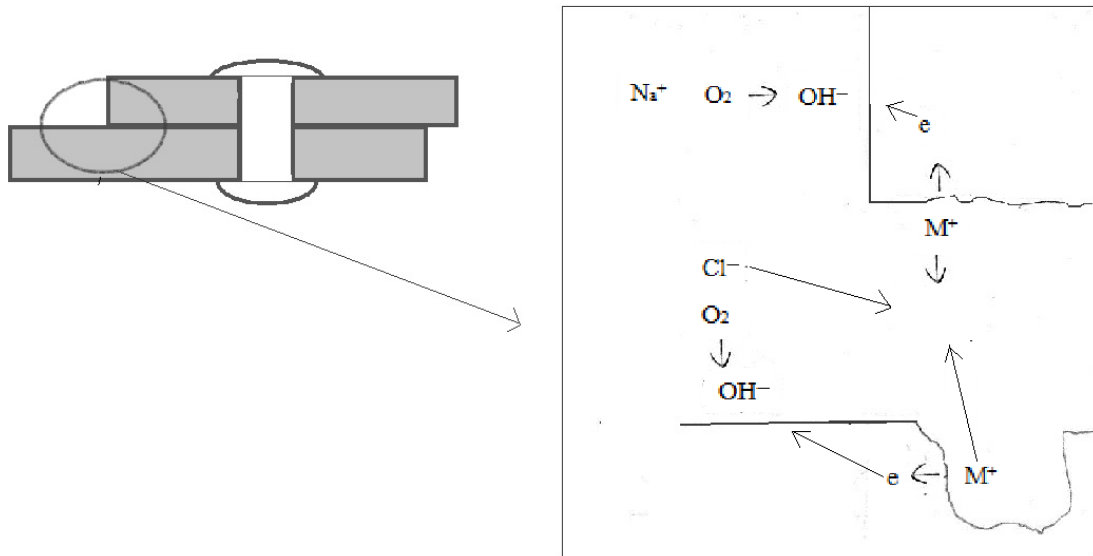
2.1.2 Paikallinen syöpyminen

Pistekorroosiossa pienelle alueelle muodostuu pieniä kuoppia, jotka voivat olla ohutseinämäisissä kappaleissa läpi asti. Normaalisti syöpyminen pysähtyy tietyssä syvyydessä. Syöpyminen voi saada alkunsa muun muassa urista, pintakalvojen rakennevirheistä, elektrolyyttipisaroista; esimerkiksi ruostumattomalla teräksellä esiintyy pistemäistä korroosiota meriveden tai NaCl-liuoksen vaikutuksesta. Passiivikerrokseen perustuva korroosiosuojaus on tyypillisesti altis pistekorroosiolle, esimerkiksi alumiinilla ja ruostumattomalla teräksellä. (Ahlers ym. 2008, 103.)

Rakokorroosiota esiintyy ahtaissa raoissa (Kuvio 1), johon liuos jää makaamaan. Tämänkaltaisia korroosiotilanteita ovat esimerkiksi seuraavat:

1. Rakenteessa on geometrisen muodon tai rakennustekniikan vuoksi n.0,025-0,1mm:n rakoja (niitti-, pultti- ja hitsausliitokset).
2. Metallin ja epämetallien kosketuspinnat esimerkiksi tiivisteliitokset.
3. Metallien pinnalle on kertynyt kiinteitä lika- ja korroosiosaostumia.

Rakokorroosiota esiintyy jaloista metalleista (esimerkiksi hopea ja kupari) epäjaloihin metalleihin (esimerkiksi alumiini ja titaani). Erityisesti passivoidut metallit (esimerkiksi ruostumattomat teräkset) ovat alttiita rakokorroosiolle. Korroosioparin muodostumiseen vaikuttaa yleensä liuoksen happipitoisuuserot, jolloin happiköyhempi alue muuttuu anodiksi. (Ahlers ym. 2008, 107–108.)



Kuvio1. Rakokorroosio kloridi-ionin läsnäollessa. Rako 0.025 mm. Raon happamuuden ja kloridi-ioni pitoisuuden noustessa korroosio kiihtyy.

2.1.3 Galvaaninen eli kontaktikorroosio

Galvaanisessa korroosiossa elektrolyytti yhdistää kaksi erilaista metallia korroosiopariksi, jolloin alhaisemman elektrodipotentiaalin (epäjalompi) omaava metalli muuttuu anodiksi ja alkaa syöpyä. Jalomman metallin syöpyminen pysähtyy lähes kokonaan. Materiaalien syöpymiskäyttäytymistä voidaan arvioida käytännön olosuhteissa määritellyn potentiaalisarjan avulla. Galvaanisen korroosion nopeuteen vaikuttavat tekijät:

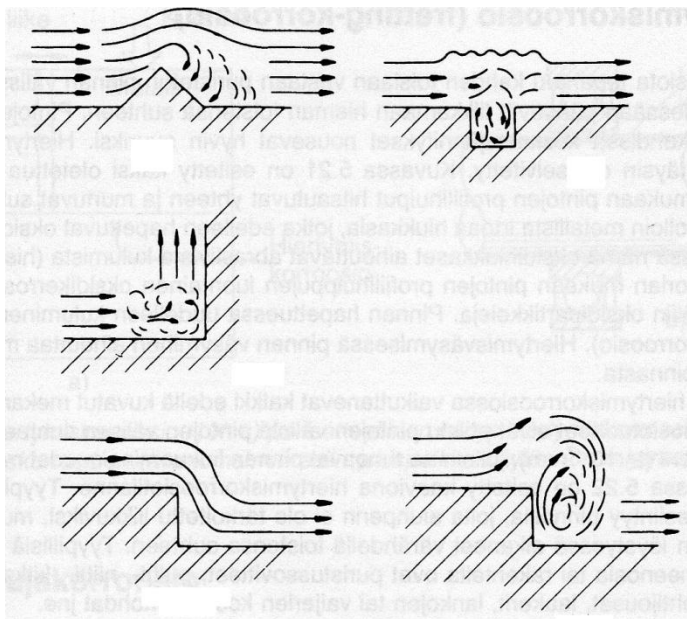
1. Galvaanisen korroosion nopeutta voidaan hidastaa valitsemalla materiaalit, joilla on keskenään mahdollisimman pieni potentiaaliero.
2. Metallien pinta-alojen suhde tulisi valita aina niin, että anodin pinta-ala olisi suurempi kuin katodin esimerkiksi niittiliitoksessa tulisi niittien olla jalompia kuin muu ympärillä oleva materiaali, jolloin estetään niittien nopea syöpyminen.

3. Elektrolyytin johtavuus. Elektrolyytin korkea johtavuus syövyttää anodista metallia tasaisemmin koko pinta-alalta, kun taas elektrolyytti, jonka johtavuus on heikko, keskittyy korroosimetallien rajapinnan lähistölle. (Ahlers ym. 2008, 109.)

Korroosionestossa voidaan hyödyntää galvaanista korroosioparia kytkemällä epäjalompi metalli suojattavaan metalliin tai pinnoittamalla suojattava metalli epäjalommalla metallilla. (Ahlers ym. 2008, 110.)

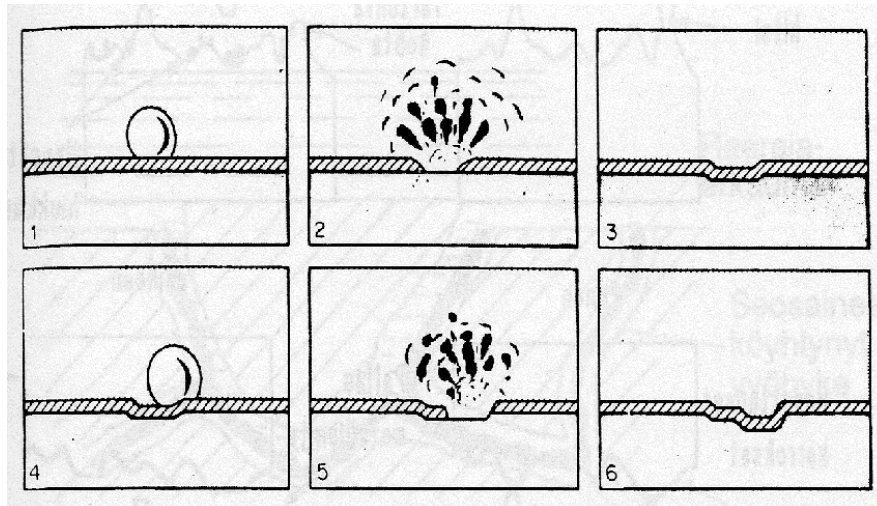
2.1.4 Mekaanisen rasituksen aiheuttama pinnan syöpyminen

Eroosikorroosiossa liuoksen liikenopeus on riittävän suuri irrottaakseen metallin pintaa suojaavia korroosiotuotekerroksia, jolloin korroosionopeus kiihtyy. Virtauksen turbulentsisuus yhdessä kriittisen virtausnopeuden kanssa aiheuttaa eroosikorroosiota putkien epäjatkuvuuskohtiin (Kuvio 2), kuten mutkiin, haaroihin sekä suuaukkoihin. Virtauksessa mukana olevat kiinteät partikkelit lisäävät virtauksen kuluttavaa vaikutusta (niin sanottu partikkelikorrosio). Partikkelit voivat rikkoa korroosiotuotekerroksen ennen kriittisen virtausnopeuden saavuttamista. Suurilla nopeuksilla partikkelit voivat aiheuttaa metallin mekaanista kulumista, joka ei ole korroosiota. (Ahlers ym. 2008, 110.)



Kuvio 2. Pinnan epäjatkuvuuskohtia (Ahlers ym. 2008, 113).

Kavitaatiokorroosiossa kaasukuplan luhistumisen aiheuttama sysäys voi irrottaa putkesta passivaatiokalvon tai muun korroosiotuotekerroksen (Kuvio 3) aiheuttaen näin korroosion kiihtymistä esimerkiksi pumppujen siipipyörissä. (Ahlers ym. 2008, 112–113.)



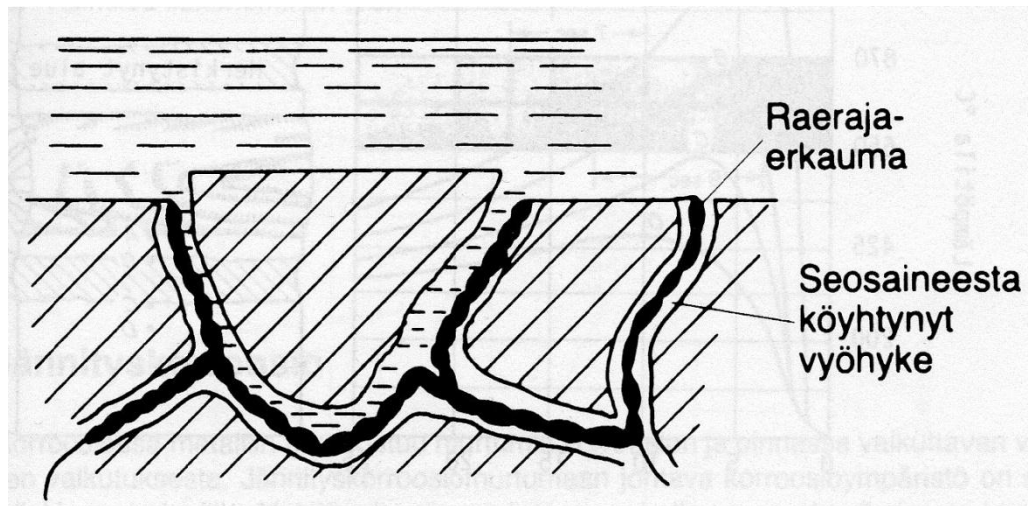
Kuvio 3. Kavitaation aiheuttama korroosio kaaviollisesti esitettynä (Ahlers ym. 2008, 113).

Hiertymiskorroosiota tapahtuu kahden pinnan välissä, kun ne pääsevät liikkumaan toisiaan vasten. Tyypillisesti hiertymiskorroosiota esiintyy pinnoilla, joita ei ole tarkoitettu liikkuviksi, mutta jotka ovat alkaneet värähdellä keskenään esimerkiksi löystyneen ruuviliitoksen takia. Hiertymiskorroosiolle alttiita ovat puristussovitteiset koneenosat tai rakenteet. (Ahlers ym. 2008, 114.)

2.1.5 Raerajakorroosio

Kovan lämpökäsittelyn vaikutuksesta, kuten hitsauksessa, voi raerajoille muodostua korroosiokestävyyttä heikentäviä yhdisteitä, jotka syöpyvät voimakkaasti korroosioalttiissa ympäristössä. Raerajakorroosiota voivat aiheuttaa epäpuhtaudet tai jonkin metallin rikastuminen tai köyhtyminen; esimerkiksi ruostumaton teräs herkistyy voimakkaan lämpökäsittelyn vaikutuksesta, minkä seurauksena raerajoille alkaa muodostua kromikarbida, joka sitoo paljon kromia. Tällöin raerajojen ympä-

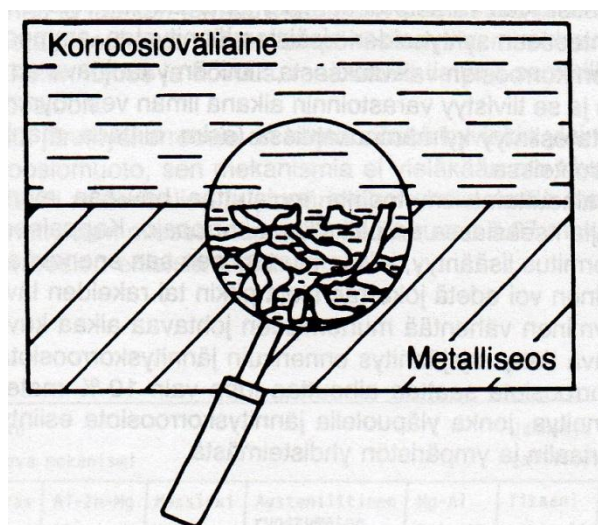
ristöön syntyy kromiköyhä alue, joka ei muodosta passivaatiokerrosta (Kuvio 4). Tämä pieni alue toimii anodina, minkä seurauksena se syöpyy nopeasti. (Ahlers ym. 2008, 115–116.)



Kuvio 4. Raerajakorroosio (Ahlers ym. 2008, 115).

2.1.6 Valikoiva syöpyminen

Metallin jonkin seosaineen tai mikrorakenteen muita nopeampi liukeneminen (Kuvio 5), esimerkiksi messingin sinkkikato. (Ahlers ym. 2008, 117.)



Kuvio 5. Valikoiva liukeneminen (Ahlers ym. 2008, 117).

2.1.7 Jännitystilän ja korroosion yhteisvaikutuksesta aiheutuva murtuminen

Metallin jännitystilat yhdessä korroosion kanssa muodostavat jännityskorroosiomurtumia. Murtuma voi syntyä voimalla, joka on vain 10 % materiaalin normaalista myötörajusta. Materiaalin jännityskorroosioherkkyyteen vaikuttaa materiaalin laatu ja ympäristön olosuhteet, kuten hapen, hapettavien aineiden tai suolojen läsnäolo. Jännitystilat voidaan jakaa ulkoisiin (esimerkiksi staattinen kuorma, terminen mittamuutos ja ruuviliitosten kiristysvoimat) ja sisäisiin (esimerkiksi leikkaus, hitsaus ja lämpökäsittely), joista sisäiset jännitystilat ovat vaarallisempia, koska niitä on vaikeampi huomata ja usein niiden jännitysvoimat ovat suuria. Murtumisen tapahtuessa se etenee yleensä raerajoja pitkin tai rakeiden lävitse. (Ahlers ym. 2008, 117–120.)

Korroosioväsymisessä esimerkiksi värähtely tai toistuva kuormitus aiheuttaa materiaalin murtumisen yhdessä paikallisen korroosion kanssa. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi klooripitoisessa ympäristössä, austeniittiseen ruostumattomaan teräkseen voi muodostua rakennetta heikentävää pistekorroosiota, joka yhdessä sisäisen tai ulkoisen jännityksen kanssa aiheuttaa lopulta materiaalin murtumisen. (Ahlers ym. 2008, 122–123.)

3 KORROOSIO ELINTARVIKETEOLLISUUDESSA

3.1 Elintarviketeollisuuden erityispiirteet

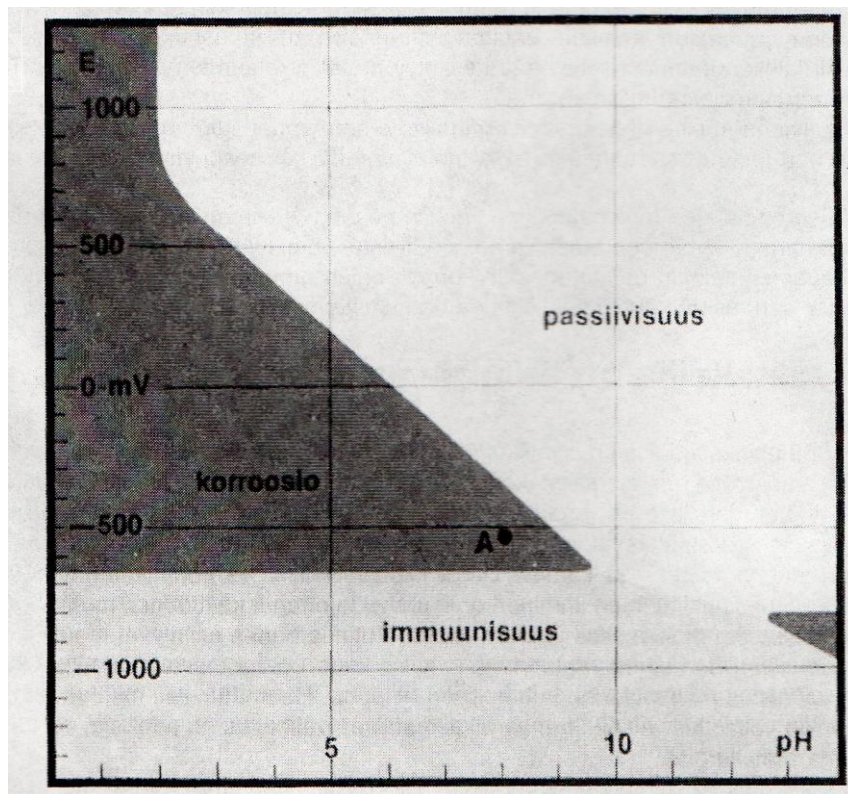
Tilojen ja laitteiden pintamateriaalien tulee olla kestäviä, puhdistettavuuden takia sileitä ja käyttöön soveltuvia. Materiaalin tulisi kestää käyttöä, happamia ja emäksisiä pesuja, niin ettei se ala hilseillä, halkeilla tai kulua. (Wirtanen 2002, 63.)

Rakenteista ei saisi irrota tai liueta pinnoitetta elintarvikkeisiin; esimerkiksi maalattu pinta ei saa olla suorassa kosketuksessa elintarvikkeeseen. Materiaalien pitää olla myrkyttömiä sekä inerttejä pesuaineille ja elintarvikkeille. Lisäksi materiaalit eivät saa aiheuttaa maku-, haju- tai värimuutoksia elintarvikkeisiin. (Wirtanen 2002, 63–64.)

Materiaalia valittaessa on syytä huomioida korroosionäkökulma, muun muassa galvaanisen parin muodostuminen tai pesuliuoksen mahdollinen toimiminen elektrolyytinä. Elintarviketeollisuudessa korroosiotapahtumat ovat yleensä kosteuden aiheuttamia, mutta korroosiota voi myös tapahtua kuivissa olosuhteissa.

3.2 Märkäkorroosio

Märkäkorroosio tapahtuu olosuhteissa, joissa ilmankosteus on 60 % tai suurempi. Korroosiota esiintyy happamissa, neutraaleissa ja joskus harvoin emäksisissä ympäristöissä (Kuvio 6). Elektrolyytinä voivat toimia esimerkiksi rikkiyhdisteet tai NaCl:a sisältävä prosessivesi. Märkäkorroosiossa materiaalin syöpyminen voi tapahtua monella tavalla, muun muassa jännityskorroosiona, yleisenä tai paikallisena korroosiona. (Teräsrakenneyhdistys, [Viitattu16.4.2011].)



Kuvio 6. Raudan Pourbaix-diagrammi yksinkertaistettuna. Korroosioalueella rauta syöpyy. Immuunisuusalueella rauta on vakaassa muodossa. Passiivisuusalueella muodostuu suojaava hapettumakerros (Ahlers ym. 2008, 20).

Märkäkorroosiota voi esiintyä avoimissa tai suljetuissa prosesseissa. Avoimissa prosesseissa korroosio-ongelma on yleensä helposti havaittavissa. Suljetuissa prosesseissa korroosiota voi olla vaikea huomata, koska sitä voi esiintyä esimerkiksi putken sisällä tai vaikka pumpun siipipyörässä. Myös toimitilat ja laitteet ovat alttiita märkäkorroosiolle. Elintarvikeprosessit ovat usein luonteeltaan sellaisia, että niissä voi esiintyä märkäkorroosiota, esimerkiksi lihanjalostus-, meijeri- ja panimo-teollisuudessa.

3.3 Kuivakorroosio

Kuivakorroosio muodostuu kuivissa olosuhteissa ilman kosteuden läsnäoloa. Kuivakorroosiossa metalli reagoi kemiallisesti hapen kanssa ja muodostaa metallin

pintaan oksidikerroksen. Oksidikerroksen muodostumisaikaan ja -paksuuteen on lämpötilan nousulla kiihdyttävä vaikutus. Yleensä oksidikerros on toivottu (passivaatio), koska sillä on metallia suojaava vaikutus. Liian paksu oksidikerros voi kuitenkin lohjeta helposti, joten sillä on metallia syövyttävä vaikutus. Yleisesti kuivakorroosiota pidetään vaarattomampana kuin märkäkorroosiota. (UNSW, [Viitattu 16.5.2011].)

Valmisruokaa valmistavat yksiköt ja leipomot ovat korkean lämpötilan ja matalan ilman suhteellisen kosteuden takia tyypillisiä elintarviketeollisuuden prosesseja, joissa esiintyy kuivakorroosiota.

3.4 Mikrobiologinen korroosio

Mikrobiologinen korroosio on tavallisesti sähkökemiallista. Mikrobit voivat aiheuttaa korroosiota suoraan tai epäsuoraan muuttamalla ympäristön fysikaalisia tai kemiallisia olosuhteita korroosiolle suotuisiksi. Ne voivat myös kiihdyttää korroosiota. Tämänkaltaisia tapahtumia voivat olla muun muassa.

1. Mikrobien aineenvaihduntatuotteena on jokin korroosiota aiheuttava aine, esimerkiksi muurahais-, etikka-, rikkihappo tai rikkivety. Rikkihappoa aineenvaihdunnassa tuottavia bakteerisukuja ovat *Thiobacillus* ja SRB-bakteereihin kuuluvat *Desulfovibrio*, *Desulfobacter* ja *Desulfotomaculum*
2. Mikrobit ovat kiinnittyneet putken seinämään aiheuttaen happiköyhän alueen. Happiköyhä alue toimii anodina muun happirikkaan ympäristön toimiessa katodina.
3. Jotkin mikrobit tarvitsevat energian tuottamiseen rauta- ja/tai mangaani-ioneja, jotka mikrobin aineenvaihdunta hapettaa ylempiin hapetusasteisiin. Tämä voi aiheuttaa potentiaalieroja metalliin ja lisätä siten korroosioriskiä. Tällaisia bakteerisukuja ovat *Gallionella*, *Sphaerotilus*, *Leptothrix*, *Chrenotrix* ja *Siderocapsa*. (Carpén 2005, 36–37.)

Carpén, L artikkelissa antamat ohjeet mikrobiologisen korroosion tunnistamiseen.

Mikrobiologisen korroosion tunnistamiseksi tarvitaan tarkkaa analyysia ympäristöolosuhteista, paikan päältä otettuja mikrobiologisia näytteitä ja niiden oikeanlaista säilyttämistä ja mahdollisimman nopeaa analysointia, korroosiotuotteiden kemiallista ja bakteriologista analysointia, visuaalista analyysia, mikroskopointia ja metallografisia tutkimuksia. (Carpén 2005, 37.)

Mikrobiologisen korroosion tunnistaminen on vaikeaa, ja usein se ei ole myöskään ainut vaihtoehto korroosion aiheuttajaksi. Korroosioalueelta löydetty mikrobi ei vielä todista sitä, että se olisi aiheuttanut korroosiota. Usein kannattaakin poistaa muut korroosion aiheuttajat ja vasta viimeisenä epäillä mikrobeja. (Carpén 2005, 37.)

4 KUNNOSSAPITO

4.1 Mitä on kunnossapito?

Kunnossapidon tarkoituksena on pitää kohde, esimerkiksi kone, sellaisessa toimintakunnossa, että sen luotettavuus, käytettävyys, henkilö- ja ympäristöturvallisuus ovat hallittavissa sen koko elinkaaren ajan. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 15.)

Standardi SFS-EN 13306, 2001 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.

Kunnossapitoa voidaan pitää kulueränä, mutta oikein mitoitettuna sillä voi olla positiivinen vaikutus yrityksen kannattavuuteen, erityisesti silloin, kun tehdään koko tuotantokapasiteetti on käytössä (Laine 2010, 20–30). Ennen laitteita korjattiin vain niiden rikkoutuessa. Tästä on kuitenkin luovuttu, koska ennakoiva kunnossapito vastaa paremmin markkinoiden nykyisiä vaatimuksia laadusta ja toimintavarmuudesta.

4.2 Ennakoivan kunnossapidon hyödyt

Ennakoivalla kunnossapidolla pyritään parantamaan koneiden käyttöikä ja arvoa sekä välttämään suunnittelemattomia huoltotoimenpiteitä. Muita hyviä syitä ennakoivaan kunnossapitoon ovat seuraavat: automaation lisäys, just-in-time- valmistus (varmuusvaraston pienentyminen), tuotelaadun paraneminen ja energian kulutuksen lasku. (Worsham, [Viitattu 11.10.2011].)

Ennakoiva kunnossapito sisältää voitelua, puhdistusta, säätöä ja pienien osien vaihtoa, joilla voidaan estää tai vähentää tuotantokatkoja. Hyvässä ennakoivassa kunnossapito-ohjelmassa otetaan huomioon ainakin:

1. Laitteiden testaus.
2. Määräaikaishuollot.
3. Tulevat huoltotyöt.
4. Havaittujen vikojen korjaus. (Worsham, [Viitattu 11.10.2011].)

4.3 Kunnossapidon suunnittelu

Kunnossapitoa voidaan suunnitella mittaamalla esimerkiksi luotettavuus keskeisellä suunnittelumallilla (RCM) tai vika-vaikutusanalyysillä (VVA). Näillä molemmilla suunnittelumalleilla pyritään selvittämään tuotannon kriittisiä kohtia. (Laine 2010, 126–129.)

RCA-analyysi perustuu kolmeen asiaan.

1. Keskitetään huomio tuotantolinjan komponentteihin, jotka ovat kaikista kriittisimmät tehokkuuden ja tuottavuuden kannalta.
2. Tuotantolinjan luotettavuuden määrää epäluotettavin komponentti.
3. Kustannustehokkuus saavutetaan sillä, että komponentit pysyvät halutulla luotettavuustasolla toimintaympäristössään. (Laine 2010, 126–127.)

Vika-vaikutusanalyysillä tunnistetaan mahdolliset vikaantumiskohteet sekä niiden vaikutukset ja seuraukset tuotantoon. Seuraavien kysymysten avulla voidaan muodostaa kunnossapitostrategia.

1. Mitä laite ja sen komponenttien tekevät?
2. Miten laitteen toiminta voi häiriintyä?
3. Kuinka vioittuminen tapahtuu?
4. Vian aiheuttamat toimintahäiriöt ja sen seuraukset?

5. Voidaanko vian syntyä ehkäistä tai ennakoida?

Tämän perusteella voidaan esimerkiksi varaosat jakaa kriittisyysluokkiin, jotka riippuvat tuotantoprosessista ja siihen asetetuista vaatimuksista. (Laine 2010, 127–129.)

4.4 Korroosio ja kunnossapito

Korroosio voi aiheuttaa ongelmatilanteita elintarviketeollisuudessa, ja näitä tilanteita voitaisiin joissain tapauksissa estää ennakoivalla kunnossapidolla. Korroosiosta johtuvat ongelmat voitaisiin jakaa kahteen ryhmään: laitteistovaurioihin tai laitteiden laadun heikkenemiseen.

Joitakin koneiden ja laitteiden rikkoontumisia voitaisiin katsoa korroosion nopeuttaneen tai aiheuttaneen. Tällaisia tapahtumia voisivat olla seuraavat:

1. Koneenrunko on jalompaa metallia kuin laakerit, muodostuu galvaaninen pari ja laakerit ruostuvat.
2. Korroosion irrottama pinnoite tukkii esimerkiksi lämmönvaihtimen tai laitteiden suuttimia.
3. Rakenteiden heikkenemiset, esimerkiksi suojapellin ruuvi- tai hitsausliitoksen pettäminen.

Korroosion aiheuttama laadun heikkeneminen.

1. Elintarvikkeisiin joutuu vierasaineita, kuten pinnoitetta tai koneen osia. Nämä voivat pitää sisällään mikrobeja, jotka saastuttavat elintarvikkeen.
2. Koneet tai laitteet eivät toimi halutulla tavalla; esimerkiksi korroosion takia tukeutunut lämmönvaihdin ei toimi tehokkaasti, ja tuote menee liian lämpöisenä varastoon.

5 RAKENTEISTA JOHTUVAT MIKROBIOLOGISET ONGELMAT

5.1 Biofilmi

Mikrobit pystyvät tarttumaan eri pintamateriaaleihin, joihin ne muodostavat biofilmin. Biofilmi on mikrobien eloonjäämisstrategia, jolla se optimoi käytettävän ravinnon kulutusta. Biofilmissä mikrobit muodostavat polysakkaridirihmastoja, glykoproteiineja ja limaa, jotka suojaavat biofilmiä muun muassa pesu- ja desinfiointiaineilta. Biofilmin muodostumiseen tarvitaan mikrobisoluja, ravintoa, rajapintaa ja vähän nestettä, ja myös mikrobien ominaisuuksilla ja pintamateriaalilla on merkitystä. (Wirtanen 2002,13–18.)

Biofilmi koostuu suurimmilta osin vedestä, mutta kuivissa olosuhteissa se menettää sitomansa veden ja kutistuu tilavuudeltaan murto-osaan. Tämän takia sitä on vaikeampi havainnoida kuivissa olosuhteissa. Niiden tutkimiseen ja havainnointiin sopii parhaiten mikroskopiointi. (Wirtanen 2002,14–16.)

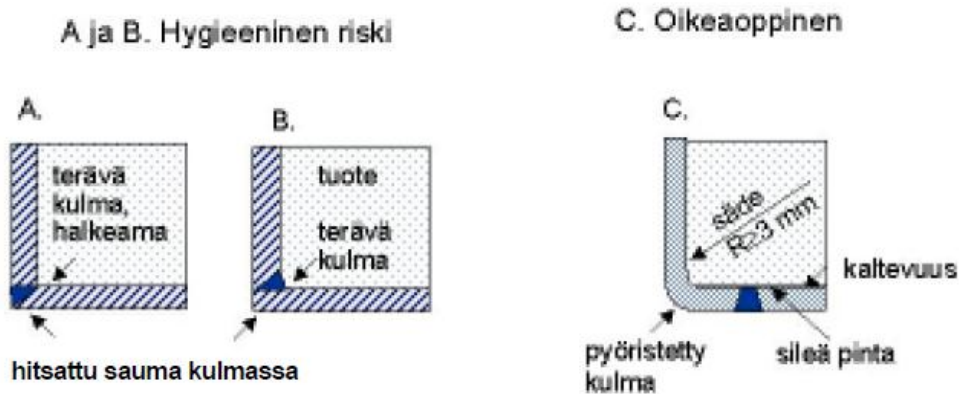
5.2 Rakenteiden aiheuttamat ongelmat

Rakenteissa esiintyvät mutkat ja taskut sekä pintamateriaalien halkeamat ja muut epätasaisuudet kasvattavat pinta-alaa, jotka heikon pestävyyden takia mahdollistavat mikrobeille hyviä piilopaikkoja. Tällaisiin paikkoihin mikrobit voivat muodostaa biofilmin, joka sitten voi kontaminoida elintarvikkeen. (Wirtanen 2002, 18–19.)

5.2.1 Rakenteiden suunnittelu

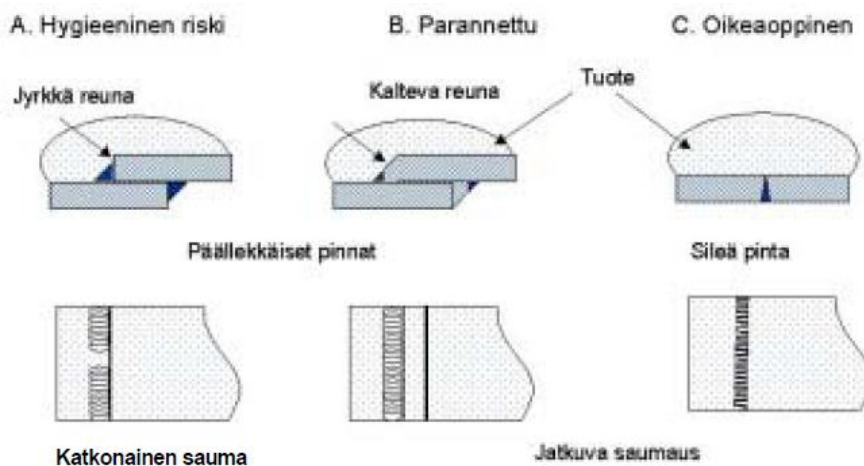
Laitteiden ja tilojen suunnittelussa tehdään korroosion ja mikrobiologisen turvallisuuden kannalta tärkeimmät ratkaisut. Elintarviketeollisuudessa korkea hygienia ja hyvä siivottavuus ovat erittäin tärkeitä loppukäyttäjän turvallisuudenkin kannalta. Helppohoitoisuus estää myös korroosion syntyä. Tämän takia tulisikin välttää joitakin rakenteita, kuten:

Terävät kulmat ovat hankalia puhdistaa, ja niitä tulisi välttää. Nämä kulmat tulisi tehdä niin, että kulma olisi pyörästetty ja mahdollinen jatkuvuuskohta (esimerkiksi hitsaussauma) olisi siirretty kulmasta kauemmaksi (Kuvio 7). (Wirtanen 2002, 47.)



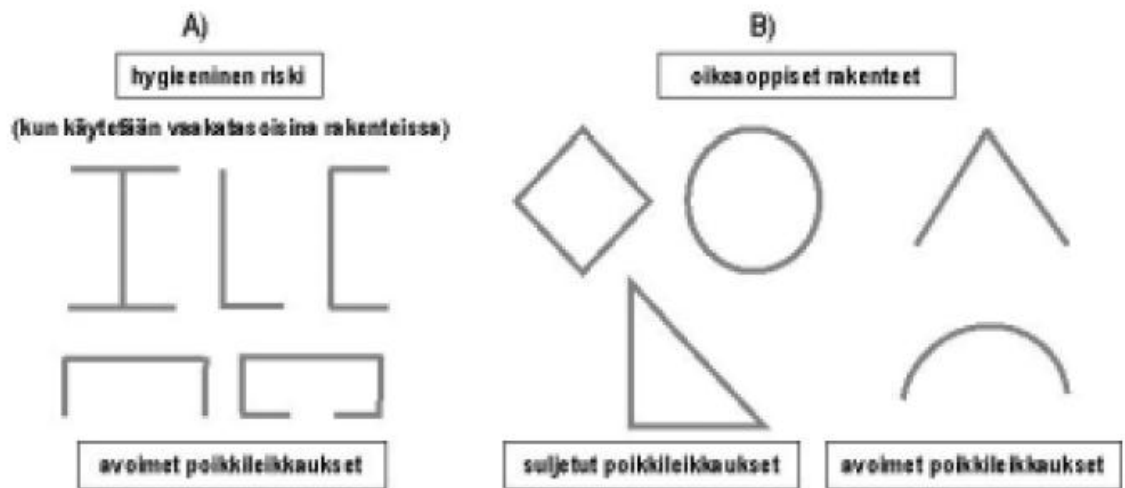
Kuvio 7. Rakenteiden suunnittelu: Kulmat (Wirtanen 2002, 47).

Jatkuvuuskohtien kappaleet eivät saisi olla päällekkäin vaan niiden tulisi olla samalla tasolla ja sauman tulisi olla yhtenäinen ilman rakoja tai koloja (Kuvio 8). (Wirtanen 2002, 47.)



Kuvio 8. Rakenteiden suunnittelu: Jatkuvuuskohdat (Wirtanen 2002, 47).

Hyllyjä ja tasanteita, joihin neste, tuote tai lika jäävät makaamaan. Tällaiset pinnat tulisi korvata kaltevilla pinnoilla (Kuvio 9). (Wirtanen 2002,52.)



Kuvio 9. Rakenteiden suunnittelu: Hyllyt ja tasanteet. (Wirtanen 2002, 52).

5.2.2 Pinnankarheus

Pinnankarheudella (R_a -arvo) on vaikutusta biofilmin kiinnittymiseen. Biofilmit tarttuvat helpommin karheaan pintaan kuin sileään. Karheampi pinta on myös vaikeampi puhdistaa. Tämä johtuu pinnan huipukkuudesta. On suositeltavaa, ettei pinnan tai hitsaussauman R_a -arvo olisi yli $0.8 \mu\text{m}$. (Wirtanen 2002,19–21, 65.). Pintaa ei myöskään kannata hioda tai kiillottaa R_a -arvoa $0.8\mu\text{m}$ sileämmäksi, koska sillä ei ole todettu olevan hyötyä puhdistettavuuden kannalta (Hilbert, Bagge-Ravn, Kold & Gram 2003, 175–185).

6 MATERIAALIT

6.1 Ruostumaton teräs

Ruostumattoman teräksen korroosiokestävyys perustuu kromiin, jota on vähintään 10,5 % rautaseoksesta. Kromi muodostaa metallin pinnalle ohuen ja läpinäkyvän passiivikalvon (Cr_2O_3), joka suojaa kappaletta korroosiolta. Hapettavissa olosuhteissa pintaan syntyneihin naarmuihin ja kolhuihin muodostuu uusi passivaatiokalvo. Passivaatiokalvo kestää myös hyvin kemikaalirasitusta. Teräksen korroosiokestävyyttä voidaan myös lisätä nikkelillä, molybdeenillä ja typellä, jotka ovat tyypillisiä seosaineita ruostumattomilla teräksillä (Taulukko 1). (Talja, Törnqvist, Kivikoski, Carpén & Nippala 2006, 9.)

Ruostumattoman teräksen hitsauksessa muodostuu teräksen pinnalle kromiköyhä alue. Tämän alueen korroosionkesto-ominaisuudet ovat heikentyneet. Nämä ominaisuudet pyritään palauttamaan happopeittauksella, joka hapettaa oksidikerroksen ja sen alla olevan kromiköyhän vyöhykkeen. Peittaushappona käytetään usein typpihappoa. Happopeittauksen kuluva aika on yleensä 45–240 minuuttia. Kuluvaan aikaan vaikuttavat käytetty terästyyppi, hitsausmenetelmät ja peittauksen olosuhteet. (Peittausopas [Viitattu 16.11.2011], 5.)

Taulukko 1. Ruostumattomat teräkset mikrorakenteen mukaan (Talja, Törnqvist, Kivikoski, Carpén & Nippala 2006, 9).

Terästyyppi	Tyypillinen koostumusalue, %				Muita pieninä määrinä
	C	Cr	Ni	Mo	
Austeniittiset	< 0,15 %	16-26 %	7-26 %	0 - 3,5 %	Cu Nb Ti
Ferriittiset	< 0,12 %	12 % >	-	-	
Austeniittis-ferriittiset	< 0,10 %	21-28 %	3-9 %	1,5-3,5 %	
Martensiittiset	0, 12-1,2 %	13-18 %	< 2 %		

Austeniittiset teräkset ovat käytetyimpiä teräksiä elintarviketeollisuudessa (Taulukko 2) (Outokumpu). Niiden käyttöä puoltaa hyvä korroosiokestävyys hapettavissa olosuhteissa ja pienellä molybdeenillä myös pelkistävässä olosuhteissa. Molybdeeniä sisältäviä austeniittisiä teräksiä kutsutaan kansankielessä haponkestäviksi teräksiksi. Austeniittisillä teräksillä on hyvä hitsattavuus, muovattavuus, ja ne ovat sitkeitä matalissa lämpötiloissa. Austeniittiset teräkset ovat alttiita jännitys-, piste- ja rakokorroosiolle kloridiliuoksessa. (Ahlers ym. 2008, 456–457.)

Taulukko 2. Yleisimmät austeniittiset teräkset elintarviketeollisuudesta (Teräslajien nimikkeet, [Viitattu 10.9.2011]).

Teräslajit	Tyypillinen koostumusalue, %			
	C	Cr	Ni	Mo
ASTM- 304	0.07	17.5	8.0	
ASTM-316	0.05-0.07	16.5	10.0-10.5	2.0-2.5
ASTM-316L	0.03	16.5-17.0	10.0-12.5	2.0-2.5

Ferriittiset teräkset ovat halvempia kuin austeniittiset, koska nikkeliä seostetaan vähän tai ei ollenkaan. Hapettavissa olosuhteissa niiden korroosiokestävyys on suhteellisen hyvä ja niillä on vähäinen taipumus jännityskorroosioon. Austeniittiseen teräkseen verrattuna ferriittisellä teräksellä on huonompi lämpökäsiteltävyys ja hitsattavuus. (Ahlers ym. 2008, 458.)

Austeniittis-ferriittisillä teräksillä (duplex-teräksillä) on hyvät mekaaniset ominaisuudet, esimerkiksi hyvä jännityskorroosion kesto ja suuri lujuus. Sillä on myös hyvä korroosion kesto hapettavissa olosuhteissa. Duplex-terästen heikkouksia on rakeenkasvuhauraus, jota ilmenee hitsatessa paksuja seinämävahvuuksia. (Ahlers ym. 2008, 458.)

Martensiittiset ruostumattomat teräkset kestävät korroosiota neutraaleissa ja emäksisissä ympäristöissä mutta niiden korroosiokestävyys on kuitenkin melko heikko verrattuna muihin ruostumattomiin terästyyppeihin. Karkaistuna sillä on suuri lujuus. Kulumiskestävyteen voidaan vaikuttaa hiilipitoisuutta muuttaen. Martensiittisen teräksen hitsattavuus on huono. (Ahlers ym. 2008, 458–459.)

6.2 Valuraudat ja hiiliteräkset

Valuraudat ja hiiliteräkset ovat halpoja, ja niiden materiaaliominaisuudet esimerkiksi hitsattavuuden, lujuuden ja muovattavuuden kannalta ovat monipuoliset. Niiden korroosiokestävyys on kuitenkin huonohko, ja siksi ne pitääkin suojata hyvin korroosiolta esimerkiksi maalaamalla. (Ahlers ym. 2008, 443,454.)

On kuitenkin syytä huomata, että elintarvike ei saa olla suorassa kosketuksessa maalatun pinnan kanssa, joten valuraudat ja hiiliteräkset voisivat sopia esimerkiksi koneen rungon tai tukirakenteiden materiaaleiksi.

6.3 Muut metallit

Elintarviketeollisuuden laitteissa käytetään jonkin verran kuparia esimerkiksi panimolaitteissa. Kuparille tyypillisiä korroosionmuotoja ovat eroosio-, jännitys- ja valikoiva korroosio. Elintarviketeollisuudessa usein käytetyllä alumiinipronssilla on erinomainen korroosiokestävyys ja lujuus. (Ahlers ym. 2008, 489, 502.)

Alumiinia käytetään tyypillisesti koneiden rungossa tai muissa komponenteissa. Käyttöä kuitenkin rajoittaa sen reaktiivisuus (Wirtanen 2002, 66). Joihinkin elintarvikkeisiin alumiini voi aiheuttaa maku haittoja, mutta niitä voidaan ehkäistä pinnan anodisoinnilla tai lakkauksella (Ahlers ym. 2008, 533).

7 Määräykset ja ohjeistukset

7.1 Yleistä

Elintarvikekoneiden suunnitteluun ja valmistukseen on vähän lainsäädäntöä. Keskeisimmät määräykset löytyvät EU:n konedirektiivistä. Konedirektiivin tueksi on tehty joitakin standardeja, joista tärkein on Elintarvikekoneet. Perusteet 2: Hygieniavaatimukset.

7.2 Konedirektiivi

Direktiivissä määritellään koneiden suunnitteluun seitsemän perusvaatimusta:

1. Elintarvikekontaktissa olevat materiaalit pitää olla puhtaita ja puhdistettavia jokaisella käyttökerralla.
2. Orgaanista materiaalia keräävät epätasaisuudet, kuten hiotut reunat, halkeamat ym., tulee välttää. Sen sijaan pintojen ja sen liitoksien tulee olla sileitä.
3. Liitoksien tulisi olla jatkuvasaumaisia, kuten hitsiliitoksia tai muita vastaavia. Ruuviliitoksia tulisi välttää aina, jos se on vain teknisesti mahdollista.
4. Laitteiden tulee olla helposti puhdistettavia ja desinfioitavia, ja jos hyväksytyyn pesutulokseen pitää irrottaa osia, tulee niiden olla helposti irrotettavia ja myös sisäpintojen kaarevuuden tulee olla riittävä kunnollisen pesutuloksen saavuttamiseksi.
5. Koneen rakenteen tulee olla sellainen, että nesteet, kuten pesuvedet, pääsevät poistumaan esteettömästi.
6. Hankalasti puhdistettaviin koneiden osiin ei tulisi päästä mitään vierasaineita tai nesteitä.

7. Koneen rakenteen tulee olla sellainen, että voiteluaine ei pääse kosketuksiin elintarvikkeen kanssa. Ei koske elintarvikehyväksytyjä voiteluaineita. (Konedirektiivi 2006.)

7.3 Elintarvikekoneet. Perusteet osa 2:hygieniavaatimukset

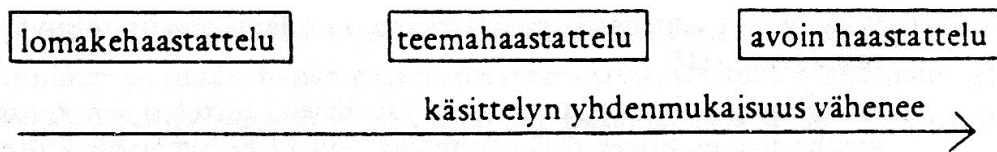
Standardissa määritellään elintarvikekoneiden ja laitteiden rakentamisessa huomiioon otettavia seikkoja, kuten hygieniavaatimukset, esimerkiksi hygieniariskin suuruuden ja merkityksen arviointi sekä niiden pienentäminen, rakennemateriaalit ja käyttöä koskevat tiedot, esimerkiksi käyttöohjeet. (SFS-EN 1672-2 2005.)

Standardissa on myös opastava osio, jossa esitellään hygieniariskejä sisältäviä ja niitä pienentäviä ratkaisuja elintarvikekone- ja -laitesuunnittelussa. Osiossa käydään läpi muun muassa monia rakenteeseen liittyviä ongelmia, kuten hitsaus ja ruuviliitokset, kulmat, säiliöt ja antureiden asentamiset. (SFS-EN 1672-2 2005.)

8 HAASTATTELU

8.1 Tutkimushaastattelun lajit

Tutkimushaastattelu voidaan jakaa kolmeen osaan: lomake-, teema- ja avoimeen haastatteluun. Näiden haastattelulajien pääasiallinen ero on strukturoinnissa (Kuvio 10), joista lomakehaastattelu on kaikista strukturoiduin. (Hirsijärvi & Hurme 1991, 28.)



Kuvio 10. Tutkimushaastattelun lajit (Hirsijärvi & Hurme 1991, 29).

Lomakehaastattelussa kysymykset ja niiden esittämisjärjestys on täysin ennalta määrätty ja siinä myös oletetaan, että kysymysten merkitys on kaikille sama. Kysymysten muotoilussa on omat vaikeutensa, mutta varsinaisen haastattelun toteuttaminen on suhteellisen helppoa ja nopeaa. (Hirsijärvi & Hurme 1991, 29.)

Teemahaastattelun aihealue ja teemat ovat ennalta tiedossa. Haastattelu ohjataan haastattelurungon avulla, mutta kysymyksillä ei tarvitse kuitenkaan olla tiettyä järjestystä tai muotoa. Se sijoittuu lomake- ja avoimen haastattelun väliin puolistrukturoidulla muodolla. Teemahaastattelussa vastaaja voi tuoda esiin kaikki haluamansa näkökohdat asiasta ja siten syventää aihealuetta. (Hirsijärvi & Hurme 1991, 35–36.)

Avoim haastattelu on luonteeltaan tavanomaisen keskustelun kaltainen. Sitä käytetäänkin usein henkilöiden syvähaastattelussa. Avoinhaastattelu vaatii tyypillisesti useita haastattelukertoja ja paljon aikaa. (Hirsijärvi & Hurme 1991, 31.)

Näiden haastattelulajien pohjalta päädyttiin teemahaastatteluun puolistrukturoidulla muodoilla, koska aihe-alue tiedettiin ja puolistrukturoidun muodon ansiosta sillä saadaan jollain tasolla vertailukelpoista materiaalia. Puolistrukturoitu haastattelu myös mahdollistaa keskustelut sellaisista mielenkiintoisista ja oleellisista asioista, joita ei ole ennalta huomioitu, ja lisäksi vastaaja saa kertoa laajasti haluamansa näkökohdat.

8.2 Haastattelutavan valinta

Haastattelutapaa valittaessa nousi pinnalle kolme vaihtoehtoa: henkilökohtainen haastattelu, puhelinhaastattelu tai sähköpostikysely. Näistä parhaimpana tapana pidettiin henkilökohtaista haastattelua.

Henkilökohtaisessa haastattelussa on mahdollista käyttää monimutkaisempia ja avoimempia kysymyksiä. Siinä voi myös saada sellaista tietoa, jota haastattelija ei ole osannut ajatella kysyä. Muita etuja on se, että haastattelu ei jää etäiseksi tapahtumaksi ja siten haastateltava antaa tarkempia ja laajempia vastauksia. Se on myös paljon luottamuksellisempi. Huonoina puolina voidaan pitää tämän menetelmän hitautta ja tulosten vertailua.

Puhelinhaastattelun ja sähköpostikyselyn jonkinlainen kombinaatio voisi olla parempi vaihtoehto kuin pelkästään jommankumman yksittäinen käyttö. Tällaisen yhdistelmän etuina olisi nopeampi ja laajempi tiedonsaanti mutta tieto voisi jäädä suppeammaksi kuin henkilökohtaisessa haastattelussa. Tämä vaihtoehto jäi varasuunnitelmaksi pääpainon pysyessä henkilökohtaisessa haastattelussa.

9 HAASTATTELUN VASTAUKSET

Haastateltavia yrityksiä oli neljä kappaletta, ja ne edustavat aika lailla kattavasti elintarviketeollisuuden kone- ja laitevalmistajia. Haastattelun kysymysrunko ja haastatteluvastaukset löytyvät liitteenä. Haastattelun kysymykset esitetään numerojärjestyksessä ja saadut vastaukset on pyritty yhdistämään keskenään.

1. Millaisia ajatuksia herättää korroosio elintarvikealan laitteissa ja koneissa?

Lähtökohtana pidettiin, että elintarvikealan koneissa ja laitteissa ei saisi esiintyä korroosiota. Korroosion muodostumisen syynä pidettiin epäonnistunutta materiaalin valintaa elintarvikealalle ominaisessa kosteassa käyttöympäristössä, ja myös vääränlaisen pesuaineen käytön uskottiin lisäävän korroosiota. Korroosio-ongelmaista laitetta ei pidetty hygieenisenä.

2. Millaisia koneita ja laitteita yritykset valmistavat?

Haastattelussa mukana olleet yritykset edustivat kattavasti koko elintarviketeollisuuden sektoria. Mukana oli lihateollisuuden, makeisteollisuuden, meijeriteollisuuden, myllyteollisuuden ja tuoretuotteiden käsittelylaitteita tai linjastoja valmistavia yrityksiä. Osa yrityksistä toimi myös koneiden ja laitteiden maahantuojina. Markkina-alueena yrityksillä oli pääsääntöisesti Suomi, EU-alue ja Venäjä.

3. Minkälainen palvelustrategia?

Omien tuotteiden pelkkä myynti ja asennus olivat haastatteluhetkellä keskeisin toimintatapa. Usein kaupanteon yhteydessä saatettiin sopia esimerkiksi varaosapaketista tai näiden saatavuudesta. Yrityksillä olisi kuitenkin tarkoitus lisätä toimintaansa huoltopuolella.

4. Miten materiaalit valitaan laitteisiin ja niiden osuus laitteiden hinnasta?

Jollakin tasolla materiaalin valintaan vaikuttivat ohjeistukset, mutta myös asiakkaat saattoivat esittää materiaalitoiveita. Oli hyvin yleistä, että käytettiin vähintään ruostumatonta terästä koneiden ja laitteiden valmistuksessa. Yhdessä yrityksessä käytettiin myös hiiliterästä, jos ympäristön olosuhteet sen sallivat. Muita käytettyjä materiaaleja oli haponkestävä teräs ja anodisoitu alumiini. Materiaalien osuus kustannuksista, suunnittelu mukaan lukien vaihteli noin 20–40 %:n välillä.

5. Miten tiedonhankinta on toteutettu? Seuranta?

Luonnollisesti tietoa kertyi omien koneiden ja laitteiden valmistamisesta. Hyviksi ulkopuolisiksi tiedonlähteiksi yritykset kokivat koulutustilaisuudet, materiaalitoimitajat, alan messut ja myös asiantuntijapalveluista koettiin olevan hyötyä. Konedirektiivi ja muut täydentävät ohjeistukset antoivat hyvän lähtökohdan suunnittelulle. Yhteistyötä eri organisaatioiden kanssa haluttaisiin lisätä, ja esimerkiksi Meteli-hanketta (jossa tarjottiin metalli- ja elintarviketeollisuuden yrityksille teknologiapainotteista koulutusta, teknologiakatsauksia, liiketoiminnan kehitysapua sekä mahdollisuutta verkostoitua) pidettiin hyvänä asiana.

6. Mitä mieltä olette nykyisestä ohjeistuksesta?

Lainsäädännön kanssa oli koettu jonkin verran ongelmia. Sitä pidettiin vaikeaselkoisena, koska sitä on yhdistelty paljon ja myös sen jäsentely oli huono. Lisäksi parannusta toivottiin työturvallisuusasioihin.

Ohjeistukset kuten standardit koettiin olevan ajan tasalla. Haasteena näiden tietojen käytölle koettiin niiden vaikea saatavuus. Parannusehdotuksena esitettiin, että alakohtaisen tiedon saisi yhdestä paikasta.

7. Onko ollut vaikeuksia sovittaa laitehygieniää ja koneturvallisuutta?

Laitehygienian ja koneturvallisuuden sovittaminen koettiin haastavaksi mutta ei ylitsepääsemättömäksi ongelmaksi. Varsinkin pienissä valmistusmäärissä näiden yhteen sovittamista pidettiin erityisen haastavana. Nykyisen turvatekniikan todettiin

helpottaneen jonkin verran näiden sovittamista, mutta asia kaipaisi kuitenkin lisäohjeistusta.

8. Miten korroosioon on varauduttu laitteen tai koneen suunnittelussa ja valmistuksessa?

Korroosiota pyrittiin estämään materiaalivalinnoilla. Käyttöolosuhteiden mukaan käytettiin hiiliterästä, ruostumatonta terästä tai haponkestävää terästä. Koneiden tai laitteiden rakenteissa oli vältely sellaisia rakenteita, johon tuote tai lika voivat jäädä makaamaan. Myös muut rakenteet, kuten akselien läpiviennit, oli suunniteltu sellaisiksi, että korroosiota ei esiintyisi. Korroosion estossa käytettiin myös happopeittausta, lasikuulapuhallusta ja maalausta. Anodisoitua alumiinia käytettiin koneen osissa, kuten moottorien rungoissa. Joissakin tapauksissa oli huomioitu laitteen elinkaari, ja esimerkiksi prosessista johtuva laitteen kulumisen oli niin suurta verrattuna korroosioon, että materiaalina voitiin käyttää hiiliterästä. Korroosion estossa yritykset eivät käyttäneet korroosipotentialin mittausta.

9. Käytättekö paljon erilaisia materiaaleja laitteiden ja koneiden valmistuksessa?

Materiaaleista käytetyimpiä ovat AISI-304 (Ruostumaton teräs) ja AISI-316 (haponkestävä teräs) ja myös hiiliterästä käytettiin tapauskohtaisesti. Muita teräksiä käytettiin erikoispaikoissa, kuten sekoittimissa tai koneen osissa. Materiaalin käytössä hinta ja saatavuus olivat avainasemassa. Joitakin teräksen käyttökohteita elintarvikehyväksytyt muovit ovat korvanneet muotoiltavuuden ansiosta. Muovien käyttöä rajoittaa kuitenkin niiden huono lujuus. Anodisoitua alumiinia käytettiin joissakin koneen osissa.

10. Onko valmistamissanne laitteissa tai koneissa ilmennyt korroosiota? Tai oletteko havainnut elintarviketeollisuuden laitteissa ja koneissa korroosiota?

Joihinkin ostokomponentteihin oli ilmestynyt korroosiota, joka saattoi johtua valmistuksesta tai jostain muusta syystä. Anodisoiduissa alumiini osissa oli ilmennyt syöpymistä, mikä johtui vääränlaisen pesuaineen käytöstä.

Korroosion takia joitakin putkiyhteitä ja laitteita on vaihdettu uusiin tai korjattu. Yleensä korrosio ei ole kuitenkaan ollut nopea tapahtuma vaan laite on voinut olla käytössä 10 vuotta. Tyypillisesti on valittu ulkotiloihin tai kosteisiin tiloihin väärä materiaali.

Koneen laakereissa oli korroosiota (useita tapauksia). Tyypillisesti korrosio johtui väärästä tavasta pestä laitteita. Painepesurilla oli pesty suoraan konetta. Laakeri oli ruostunut veden ja pesuaineen vaikutuksesta.

Laitteiston yksi komponentti (ruostumatonta terästä) ruostui parissa vuodessa kokonaan. Syyksi paljastui rautapitoinen vesi, jonka partikkelit tarttuivat komponentin pintaan ja ruostuttivat sen. Asia korjattiin lisäämällä suodatinpanos poistamaan veden epäpuhtauksia.

11. Miten yritys kokee korroosion talouden kannalta?

Korroosiota pidettiin turhana kulueränä, jonka estäminen pitäisi huomioida valmistuksessa. Kustannukset olivat kuitenkin pieniä ja hallittavia. Toisaalta korroosiota pidettiin myös hyvänä asiana, koska se lisäsi myyntiä.

12. Tekeekö yritys tuotekehitystä esimerkiksi korroosion estoon tai materiaalivalintoihin liittyen?

Yritykset tekivät tuotekehitystä, ja muun muassa laitteita pyrittiin kehittämään jatkuvasti ja niitä suunniteltiin uudelta pohjalta. Tuotekehitystä voitaisiin kuvailla seuraavilla sanoilla: halvempi, hygieenisempi ja yksinkertaisempi valmistaa. Varsinkin laitteiden hygieniää haluttiin parantaa ja siinä koettiin olevan vielä paljon kehitettävää. Myös laitteiden rakenteellisilla muutoksilla haluttiin helpottaa huoltoja.

13. Mitä muuta tulee mieleen korroosioon ja elintarvikealan laitteisiin/koneisiin liittyen?

Elintarvikelaitteissa on paljon kehitettävää muun muassa hygienian ja laitteiden rakenteiden kohdalla. Uudet nanomateriaalit kiinnostavat niiden ominaisuuksien, esimerkiksi lujuuden ja hygienian, takia.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastatteluvastauksissa olevat ristiriidat johtuvat osittain elintarviketeollisuuden laaja-alaisuudesta. Elintarvikeprosessit voivat tapahtua kosteissa, kuivissa, kylmissä tai kuumissa olosuhteissa, ja prosessin luonne voi olla avoin, suljettu tai jokin näiden yhdistelmä. Esimerkiksi laitehygieniassa ja koneturvallisuudessa suljetun- ja avoimenprosessin ero on suuri. Koneturvallisuuden osalta suljettuprosessi on käyttäjän kannalta turvallisempi kuin taas laitehygienian seuranta ja toteutus voi olla siinä haastavaa. Laitehygieniaan vaikuttaa myös tuotteen tai raaka-aineen kosteus ja mikrobiologinen aktiivisuus. Ristiriidat voivat myös johtua haastattelijan omasta roolista kysymysten esittäjänä esimerkiksi kysymyksessä 11. Miten yritys kokee korroosion talouden kannalta? Haastattelijalla on oman ennako-oletuksen pohjalta painottanut kysymyksessä korroosiota kuluja lisäävänä tekijänä kun taas optimistisesti ajateltuna korrosio luo uusille koneille ja laitteille kysyntää.

Elintarvikekoneita ja -laitteita valmistavat yritykset eivät pitäneet korroosiota suurena ongelmana, vaikka korroosiota esiintyi koneissa ja laitteissa. Korroosion esiintyminen oli kuitenkin harvinaista ja sen koettiin olevan jollakin tasolla hallittavissa ja hyväksyttävissä. Korroosiotapausten vähyyteen tai havainnointiin voi vaikuttaa korroosion tyypillisesti hidas vuosia kestävä muodostumisprosessi, jonka nopeuteen vaikuttavat monet tekijät kuten ympäristö-olosuhteet, materiaalit, rakenteet ym. Voi myös olla, että takuuajan jälkeen ilmenneet korroosiotapaukset eivät tule kone- ja laitevalmistajien tietoon. Itse korroosiotapahtuma on kuitenkin luonnolakeiden mukainen, jossa metalli pyrkii mahdollisimman vähä energiseen tilaan.

Korroosiota estettiin käyttämällä laadukkaita materiaaleja yleensä vähintään ruostumatonta terästä. Yrityksille oli myös kokemusten kautta kertynyt paljon tietoutta, joilla voitiin estää korroosion muodostumista. Esimerkiksi yritykset tietävät hyvin laitteiden ja koneiden käyttöolosuhteet sekä niiden asettamat rajoitukset. Myös koneiden ja laitteiden rakenteisiin kiinnitettiin suunnittelussa paljon huomiota. Materiaalikustannukset olivat tyypillisesti huomattavasti pienemmät (n.20–40%) kuin muut kustannukset. Tämä on voinut johtaa siihen, että yritykset käyttävät mieluummin aina vähintään ruostumatonta terästä kuin muita materiaaleja.

Osasyynä voi olla myös se, että rajalliset resurssit kuten suunnittelu-aika halutaan käyttää muuhun kuin korroosion estoon, esimerkiksi koneturvallisuuden ja laitehygieniaan. Halvemman hiiliteräksen käyttöä voitaisiin lisätä esimerkiksi korroosiopotentiaali mittausten avulla. Haastatteluhetkellä yritykset eivät käyttäneet tätä menetelmää.

Lainsäädännön tulkitsemista tai siitä tiedon löytämisestä pidettiin joissakin määrin ongelmallisena. Pääsääntöisesti tieto löytyi, jos sitä vaan jaksoi etsiä. Tässä oli toki elintarvikealan sektoreissa eroja, koska esimerkiksi lihateollisuudessa pitää ottaa huomioon monia eri direktiivejä. Ohjeistusten, kuten standardien, koettiin olevan aika lailla ajan tasalla mutta näidenkin löytämisessä koettiin oma hankaluutensa. Yrityksillä oli toiveena, että alakohtainen lainsäädäntö ja ohjeistukset löytyisivät yhdestä paikasta.

Laitehygienian ja koneturvallisuuden yhteensovittamisessa oli havaittu jossakin määrin ongelmia. Ongelmat esiintyivät varsinkin silloin, jos kyseistä laitetta tai konetta oli valmistettu vähän. Ongelmien katsottiin joiltain osin poistuvan suurien valmistusmäärien ja yrityksen tuotekehityksen mukana. Yritykset kaipasivat kuitenkin lisää ohjeistusta laitehygienian ja koneturvallisuuden yhteensovittamiseen. Laitehygienian ja koneturvallisuuden yhteensovittamisesta on tehty aika lailla vähän ohjeistusta ja ne jakaantuvatkin enemmän omiin julkaisuihin. Laitehygienian puolelta kattavimmat julkaisut suomenkielellä ovat VTT-Publication julkaisema laitehygienian elintarviketeollisuudessa ja standardi SFS-EN 1672-2, näissä ohjeistuksissa otetaan myös jossakin määrin kantaa koneturvallisuuteen.

Yritykset olivat myös kiinnostuneita yhteistyöstä korkeakoulujen kanssa. Tällaisia yhteistyöprojekteja voisi olla esimerkiksi uusien nanomateriaalien tutkiminen.

LÄHTEET

- Ahlers, P-E., Alén, H., Ainali, M., Aihojärvi, J., Barck, H., Forsén, O., Harju, T., Harju, T., Hakkarainen, T., Heinonen, M., Henrikson, S., Hinttala, J., Hietanen, O., Hupa, M., Häkkä-Rönholm, E., Höglund, K., Kanko, T., Kaunisto, P., Kaunisto, T., Korhonen, R., Korpinen, T., Kukko, H., Kuusela, P., Kurkela, S., Kyröläinen, A., Laurila, T., Lehmus, R., Leikko, A., Minkkinen, E., Mäntylä, T., Naukkarinen, J., Nikula, A., Pulliainen, M., Puska, M., Pönniö, R., Ristolainen, H., Ruhanen, E., Salkinoja-Salonen, M., Schalin, O., Siitonen, P., Skrifvars, B., Surakka, M-L., Tenkula, J., Tunturi, P.J., Vainio, H., Vuori, V-M., Vuoristo, P. & Yläsaari, S. 2008. Korroosiokäsikirja. 4. Helsinki: KP-Media Oy. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 12.
- Carpén, L. 2005. Mikrobiologinen korrosio elintarvikelaitteistoissa voi yllättää. Kehittyvä elintarvike. 2/2005, 36- 37.
- Hilbert, LR., Bagge-Ravn, D., Kold, J. & Gram, L. 2003. Influence of surface roughness of stainless steel on microbial adhesion and corrosion resistance. International Biodeterioration & Biodegradation 52, 175-185.
- Hirsijärvi, S & Hurme, H. 1991. Teemahaastattelu. 5. uud.p. Helsinki: Yliopistopaino.
- Järviö, Piispa, Parantainen & Åström. 2007. Kunnossapito. 4. uud. p. Helsinki: KP-Media Oy.
- Konedirektiivi 2006/42/EY
- Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito: Tuottavuutta kunnossapidolla. Helsinki: KP-Media Oy.
- Outokumpu. Ei päiväystä. Tyypillisiä käyttökohteita. [WWW-dokumentti] Outokumpu. [Viitattu 10.9.2011] Saatavana: <http://www.outokumpu.fi/Internet-Multisites/3879/Startpage-Outokumpu-Distribution-Oy/Tuotteet-ja-palvelut-/Ruostumatonteras/Tyypillisia-kayttokohteita/>
- Peittausopas. 2004. OY ESAB. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.11.2011]. Saatavana: http://www.esab.fi/fi/fi/support/upload/Peittausopas_2004.pdf
- SFS-EN 13306. 2001. Kunnossapitosanastoa. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto

SFS-EN 1672-2. 2005. Elintarvikemachineet. Perusteet.osa 2: Hygieniavaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Talja, A., Törnqvist, J., Kivikoski, H., Carpén, L. & Nippala, E. 2006. Ruostumaton teräs maa- ja vesirakentamisessa. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: VTT Working Papers 65. [Viitattu 29.10.2011]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W65.pdf>

Teräslajien nimikkeet. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti] Outokumpu. [Viitattu 10.9.2011] Saatavana: <http://www.outokumpu.fi/Internet-Multisites/3879/Startpage-Outokumpu-Distribution-Oy/Tuotteet-ja-palvelut-/Ruostumaton-teras/Teraslajien-nimikkeet>

Teräsrakenneyhdistys. Märkäkorrosio. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.4.2011]. Saatavana: <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/Esdep/l4a/HTML/WG4AL1.htm>

UNSW.Materials Science and Engineering Online Tutorials.Ei päiväystä [Verkkosivu]. [Viitattu 16.5.2011]. Saatavana: <http://www.hsctut.materials.unsw.edu.au/Corrosion/corrosion2a.htm>

Wirtanen, G. 2002. Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa: Hygieniäongelmien ja Listeria monocytogeneksen hallintakeinot. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: VTT Publications 480.[Viitattu 29.10.2011]. Saatavana: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>

Worsham, W C. Ei Päiväystä. Is Preventive Maintenance Necessary.[Verkkolehtiartikkeli].Maintenance World. [Viitattu 11.10.2011]. Saatavana: <http://www.maintenanceworld.com/Articles/worshamw/ispreventive.html>

LIITTEET

LIITE 1. Haastattelurunko

LIITE 2. Haastattelu A

LIITE 3. Haastattelu B

LIITE 4. Haastattelu C

LIITE 5. Haastattelu D

LIITE 1. Haastattelurunko

1. Millaisia ajatuksia herättää korroosio elintarvikealan laitteissa/koneissa?

Yrityksen toimintastrategia

2. Millaisia koneita ja laitteita yritys valmistaa?

3. Minkälainen palvelustrategia?

Myydään huoltosopimuksen kanssa

Pelkkä myynti

Muu, mikä?

Vaatus määrittelyt

4. Miten materiaalit valitaan laitteisiin?

Materiaalien osuus laitteen hinnasta?

5. Miten tiedon hankinta toteutettu? Seuranta?

Lainsäädännön seuranta

Standardien seuranta

Ammattikirjallisuus

Yhteistyö toisten organisaatioiden kanssa

Muu, mikä?

6. Mitä mieltä olette nykyisestä ohjeistuksesta?

Ovatko ajan tasalla?

Voisiko parantaa?

7. Onko ollut vaikeuksia sovittaa laitehygieniää ja koneturvallisuutta?

on

ei

Korroosio

8. Miten on varauduttu laitteen tai koneen suunnittelussa ja valmistuksessa korroosioon?

Laitteen tai koneen määritetyn elinkaaren mukaan

Materiaali valittu varman päälle

Pintakäsittely

Korroosiopotentiaalin mittaus

9. Käytättekö paljon erilaisia materiaaleja laitteiden ja koneiden valmistuksessa?

Jokin tietty ruostumaton teräslaatu? Onko joku erityinen syy?

10. Onko valmistamissanne laitteissa tai koneissa ilmennyt korroosiota? Tai oletteko havainnut elintarviketeollisuuden laitteissa ja koneissa korroosiota?

Tukirakenteet

Ulkokuori

Elintarvikkeen kanssa kontaktissa olevilla pinnoilla

Koneen osat

11. Miten yritys kokee korroosion talouden kannalta?

12. Tekeekö yritys tuotekehitystä esimerkiksi korroosion estoon tai materiaali valintoihin liittyen?

13. Mitä muuta tulee mieleen korroosioon ja elintarvikealan laitteisiin/koneisiin liittyen?

LIITE 2. Haastattelu A

1. Elintarvikealan laiteissa ei saisi olla korroosiota ja lähtökohtana on aina se, että ei tulisi korroosiota. Laitteita tehdään jo hygieniainkin kannalta ruostumattomasta teräksestä.

2. x

3. Laitteet myydään pääsääntöisesti ilman huoltoa. Myynnin yhteydessä voidaan sopia varaosa paketista. Huolto on kuitenkin mahdollinen erillisestä sopimuksesta

4. Materiaalin valinnat painottuvat ohjeistuksista tuleviin määräyksiin ja ovat aina elintarvike hyväksytyjä. Asiakkaan toiveita myös kuunnellaan. Materiaalien osuus laitteista on tyypillisesti 20–30%

5. Tietoa hankitaan esim. Keskeistä lainsäädäntöä seuraamalla, myös yhteistyö toisten organisaatioiden kanssa on tärkeää pienelle yritykselle. Alan messut ovat kanssa hyvä paikka saada tietoa. Tietoa on myös kertynyt omien tuotteiden kautta ja pyritäänkin aina tekemään seuraavasta laite sukupolvesta parempi.

6. Ohjeistukset ovat aikalalla ajan tasalla. Parannus kohteena voisi olla työturvallisuus asioiden selkeyttäminen.

7. Laitehygienian ja koneturvallisuuden yhteen sovittamisessa koettiin oma vaikeutensa. Tingittävä jommasta kummasta usein ristiriita kummasta rivien välistä (asiakas tinkisi turvallisuudesta ja valmistaja hygieniasta)

8. Korroosion estossa lähtökohtana ovat materiaalivalinnat varman päälle. Käytetyt muovit ovat elintarvike hyväksytyjä. Ei käytetä mustaa rautaa ollenkaan. Elin-kaari ajattelu on käytetty vähän. Korroosio potentiaalin mittausta ym. sellaista ei käytetä. Pintakäsittelynä lasikuulapuhallus, mekaaninen kiillotus ja happopeittaus.

9. Teräslaatuina käytetään pääasiassa AISI-304 ja AISI-316, koska niillä on hyvät ominaisuudet
10. Korroosio tapaukset ovat harvinaisia. Ne estetään hyvällä suunnittelulla.
11. Korroosion esto aiheuttaa jonkin verran kuluja.
12. Tuotteita pyritään kehittämään kokemusten karttuessa. Ei vielä tehty kehitystä mutta kiinnostusta löytyisi uusiin nanotekniikka materiaaleihin etenkin niiden ominaisuudet kuten lujuus ja hygienia.
13. Elintarvikelaitteissa on vielä paljon kehitettävää esimerkiksi hygienian osalta.

LIITE 3. Haastattelu B

1. Ei saa olla korroosiota millään tasolla. Johtuuko materiaalivalinnoista, käytetyistä pesuaineista.... Hygienia on tärkeä asia elintarvike-alalla.

2. x

3. Haluttaisiin myydä huoltosopimuksen kanssa. Tosin siinä voisi olla ongelmana pitkät välimatkat. Koneiden ja laitteiden mukana voidaan toimittaa sopimuksen mukaan vara-osa paketteja.

4. Ohjeistuksista tulevat. Käytetään pääasiassa: Ruostumatonta terästä, hieman haponkestävää terästä, Elintarvike hyväksytyjä muoveja, anodisoitua alumiinia. Alumiinin käytössä on tärkeää huomioida käytettävät kemikaalit, kuten pesuaineet. Materiaalien osuus kustannuksista on tyypillisesti n.30–40%. Asiakkaiden materiaali toiveiden mukaan voidaan tehdä laitteita, jos ne ovat elintarvike hyväksytyjä.

5. Hyvinä tiedon lähteinä pidetään: Koulutus tilaisuuksia, raaka-ainetoimittajia ja edustamia laitevalmistajilta. Tietoa kertyy myös laitteita ja koneita valmistaessa. Lainsäädännöstä konedirektiivi ja muut säädökset antavat hyvän pohjan koneiden ja laitteiden valmistukselle.

6. Tieto on liian hajanaista. Saisi olla yksi paikka, josta saisi kaiken tarvittavan al tiedon tai jonkinlainen opus mistä saisi tiedot kerättyä.

7. Ikuinen ongelma vaatii tasapainoilua laitehygienian ja koneturvallisuuden välillä. Voittaisiin pitää myös verrannollisena sarjan kokoon, isoilla sarjoilla tuotteet hioutuvat pakolla kuntoon.

8. Materiaalit valitaan varman päälle. Käyttö-olosuhteet huomioidaan. Tehdään riski-analyysi. Raaka-aine erän jäljitettävyyden on tärkeää, jos esiintyy ongelmia. Pintakäsittelyinä happopeittäminen ja alihankkijan tekemä anodisointi. Ei mitata korroosiopotentiaalia.

9. Yleensä käytetään AISI-304, koska sillä on hyvät ominaisuudet ja se sopii moneen paikkaan ja se on myös hinnaltaan kohtuullinen. Muita teräksiä käytetään erikoispaikoissa kuten koneen osissa.

10. Osto komponenteissa on ollut ennen jotain ongelmia (koneen osat). Niitä ongelmia oli kuitenkin harvoin. Joissakin anodisoiduissa alumiini osissa on ilmennyt pesuaineiden/kemikaalien aiheuttamaa rasiusta jota voitaisiin pitää korroosiona. Hitsaus saumoissa on myös havaittu joskus muutosta mutta ei varsinaista korroosiota. Tällaiset ongelmat ratkaistaan vaihtamalla osat.

11. Korroosio on turha kuluerä, jonka estäminen pitäisi huomioida valmistuksessa.

12. Kehittää paljon uusia ja vanhoja laitteita. Uusia laitteita parannetaan teknisesti ja hygienian osalta helpottamalla pesuja. Vanhoihin laitteisiin tehdään myös parannuksia.

13. Laitteiden puhdistettavuutta ja rakenne ratkaisuja ym. tulisi kehittää. Tiedon saantia helpottaa. Tasokkaita seminaareja lisää kotimaassa, myös erilaisia hankkeita saisi olla enemmän. Uusinta tietoa oikeaan aikaan. Korkeakoulujen kanssa voitaisiin tehdä myös aktiivisemmin yhteistyötä. esim luentoja yritykseltä kouluille.

LIITE 4. Haastattelu C

1. Elintarvike-alan olosuhteet kuten kosteus ja pesuaineet aiheuttavat korroosio riskiä. Useat elintarvikkeet ovat myös korrodoivia. Materiaalivalinnoilla pyritään estämään korroosiota.
2. x
3. Tällä hetkellä pääsääntöinen myynti mutta haluaisivat lisätä huoltosopimusten määrää.
4. Ruostumattomia ja hapon kestäviä teräksiä käytetään pääasiassa. Anodisoitua alumiinia käytetään vähän. Elintarvike hyväksytyjä muoveja käytetään myös.
5. Tietoa hankitaan esim. lainsäädäntöä seuraamalla (oikeiden pykäliden löytäminen on välillä hankalaa). Muita hyviä keinoja tiedon hankintaan on messut, hankkeet kuten meteli, materiaalitoimittajat ja ns. kaupparatsut. Yhteistyötä tehdään toisten organisaatioiden kanssa kuten henkilöstön koulutusta Sedun kanssa, myös asiantuntija palveluiden kautta saadaan tietoa.
6. Lainsäädäntö vaikea selkonen, koska sitä on yhdistelty paljon ja sen ryhmittely on huono. Asia sisältö on kumminkin parantunut ja siinä on vähemmän tulkinnan varaisuuksia.
7. Laitehygieniää ja koneturvallisuutta on toisaalta vaikea yhteen sovittaa mutta aina löytyy ratkaisu millä molemmat vaatimukset saadaan täytettyä. Nykyinen turvatekniikka on mennyt valtavasti eteenpäin ja se onkin helpottanut näiden yhteen sovittamista.
8. Materiaalit valitaan varman päälle. Laitteiden rakenteet otetaan huomioon jotta esim. raaka-aineita ei kerääny johonkin tasanteelle. Pintakäsittelynä on happopeittäus ja kiillotus. Korroosiopotentiaali mittauksia ei tehdä.

9. AISI 304 -316 väliset teräkset ovat käytetyimpiä. AISI 304 ja AISI 316 ovat näistä kaikista käytetyimpiä. Jotkin muovit ovat korvanneet metalleja, koska niitä on helpompi työstää mutta suurta lujuutta vaativia komponentteja niillä ei vielä voi korvata.

10. On ollut. Laitteiston yksi komponentti ruostui parissa vuodessa täysin. Syyksi paljastui rautapitoinen vesi, jonka partikkelit tarttuivat ruostumattoman teräksen pintaan ja ruostuttivat sen. Asia korjattiin lisäämällä suodatin panos poistamaan veden epäpuhtauksia.

11. Omalla elintarvikesektorilla ei pidä korroosiota niin suurena kustannus lisänä kuin panimo tai meijeriteollisuudessa.

12. Kahdenlaista tuotekehitys ns. Seuraavan sukupolven laitteista poistetaan havaittuja vanhoja vikoja tai sitten suunnitellaan vanha tuote uudelta pohjalta. Tuotekehitystä voitaisiin kuvailla kolmella askeleella halvempi, hygieenisempi ja yksinkertaisempi valmistaa. Liikevaihdosta menee n. 1.5 % tuotekehitykseen.

13. Ei tule mieleen muuta.

LIITE 5. Haastattelu D

1. Paikkaan valittu väärä materiaali. Korroosio alttiissa ympäristössä korvataan musta teräs ruostumattomalla teräksellä tai paremmalla. esim. Höyryn läsnä ollessa tehdään aina ruostumattomasta teräksestä.
2. x
3. Voidaan myydä huolto sopimuksella. Yleensä asiakkaat kutsusta tullaan tekemään linjoja ja muuta kunnossapitoa. Kunnossapito perustuu ohjelmaan x. Pääpaino on asennustoiminnassa mutta myös kunnossapito toimintaa on paljon.
4. Materiaalien valinnassa vaikuttaa hinta. Materiaalin valinnassa otetaan huomioon käyttöympäristö, jos mustarauta soveltuu kohteeseen, niin sitä käytetään. linjastossa voi olla esim. ruostumatonta terästä alkuosa ja vaihtua sitten jossain kohdassa mustaan. Myllyteollisuudessa itse prosessi kuluttaa putkia ja laitteita niin paljon että voidaan käyttää mustaa rautaa, koska ruostumattoman teräksen ja mustan raudan kulutuskestävyydessä on vain vähän eroa ympäristössä, joka ei ole korrodoiva. Materiaalien osuus kuluista on 20 % luokkaa muut kulut on paljon suuremmat.
5. Työturvallisuus asioita seurataan koska koneen käyttöturvallisuus on tärkeää. Yhteistyötä teemme esim. työkohteissa. Kursseilta saa myös hyvin tietoa.
6. Lainsäädännön kanssa ei ole ollut käytännön ongelmaa.
7. Ei ole suuremmin ollut. Turvalaitteet tehdään huolella ja varman päälle niin ettei vahinkoa pääse tapahtumaan.
8. Materiaali valinnoilla, kohteen mukaan mm. akselinläpi viennit otetaan huomioon. Pintakäsittelyinä: happopeittaus, maalaus ja lasikuulapuhallus. Laitteiden ja putkien kuluminen on suurempi ongelma.

9. Mustaa rautaa, ruostumatonta terästä AISI-304 ja haponkestävää AISI-316 myös duplex ja muita erikoisteräksiä käytetään. Materiaalin käyttöön vaikuttaa saatavuus ja hinta.

10. Vähän omista koneissa. Muiden valmistamiin laitteisiin on vaihdettu yhteitä ja joskus koko laite. Näissä tyypillisesti on valittu väärä materiaali ulkotiloihin. Laite on kumminkin voinut kestää 10 vuotta. Ratkaistaan materiaali valinnoilla, jos tehdään ruostumattomasta ne ovat käytännössä katsoen ikuisia. Tukirakenteissa (musta+maali) on havaittu korroosiota. Koneen osissa on aika usein korroosiota esim. laakereissa. Tämä johtuu tyypillisesti, että painepesurilla on pesty suoran konetta ja steffa on päästänyt lävitse vettä ja pesuaineita nämä sitten ruostuttavat laakerin. Sekoituslaitteiden akselien laakereissa on ilmennyt korroosiota kuuman vesihöyryn vaikutuksesta. Ongelma on ratkaistu siirtämällä yli pitkällä akselilla laakeri kauemmaksi ja laitettu hyvät tiivisteet ja suojalevyt.

11. Korroosio tuo kunnossapidolle lisätuloja kun aikaisemmin asennetut laitteet ruostuvat. Joissakin paikoissa materiaalin vaihdolla päästään hyvään lopputulokseen.

12. Suunnittelupuolella etsitään parempia vaihtoehtoja laitteiden valmistukseen esim. pienemmät ainemäärät. Koneeseen jää siis vähemmän tavaraa seinämiin ja auttaa siten pitämään parempaa hygieniaa ja helpottaa pesuja. Laitteiden rakenteet tehdään huoltoa silmällä pitäen, jotta ne olisivat helppoja huoltaa.

13. Korroosio ongelma on tiedossa ja se voidaan sitä kautta välttää ja siihen voidaan varautua. Joissain paikoissa kuten höyry (8-12bar)putkissa voi musta rauta kestää vuosikymmeniä. Tietysti joihinkin paikkoihin voi tulla (piste)korroosiota (esim.mutkiin) mutta ne voidaan paikka korjata.