

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Juuso Tölli

**Automaation PC-laitteiden ympäristöolosuhteet
paperitehtaassa**

Insinöörityo 19.4.2010

Ohjaaja: tekninen asiantuntija Matti Koski
Ohjaava opettaja: lehtori Kai Virta

Tekijä Otsikko	Juuso Tölli Automaation PC-laitteiden ympäristöolosuhteet paperitehtaassa
Sivumäärä Aika	50 sivua 19.4.2010
Koulutusohjelma	automaatiotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	tekninen asiantuntija Matti Koski lehtori Kai Virta
<p>Tällä insinööriyöllä aloitettiin selvitystyö, jonka lopullisena tuloksena tulee olemaan automaation PC-laitteiden mahdollinen keskittäminen IT-konehuoneisiin ja nykyisten sähkö- ja ristikytkentätilojen olosuhteiden parantaminen nykyajan vaatimusten mukaisiksi SAPPI Finland I Oy:n paperitehtaalla Lohjalla. Työssä selvitettiin standardien ja laitetoimittajien asettamat vaatimukset automaation PC-laitteiden ympäristöolosuhteille. Lisäksi tehtiin osassa tehtaan sähkö- ja ristikytkentätiloissa empiirisenä tutkimuksena ympäristöolosuhteiden nykytilan kartoitus sekä PC-laitteiden listaus ja kriittisyyden arviointi.</p> <p>Tietoa etsittiin pääasiassa Internet-lähteistä, standardeista, automaatiojärjestelmien suurimmilta laitetoimittajilta ABB, Honeywell ja Metso sekä PC-laitetoimittajalta HP. Tietoa kerättiin paljon myös useilta SAPPI Kirkniemen työntekijöiltä sekä kirjallisuudesta.</p> <p>Nykyaikaiset automaation PC-laitteet ovat herkkiä laitteita, ja niille vaaditaan tietyt ympäristöolosuhteet, että ne toimivat luotettavasti koko suunnitellun elinajan. Ympäristöolosuhteet määritellään automaatiojärjestelmätoimittajien toimesta yleisesti standardin IEC 721-3-3 mukaan. Tärkeimpiä ympäristöolosuhteita automaation PC-laitteille ovat lämpötila 21 °C, suhteellinen kosteus 40 % ± 5 % ja ilman puhtaus mekaanisesti ja kemiallisesti aktiivisista saasteista. Muita tärkeitä olosuhdevaatimuksia ovat sähkönsaannin varmistaminen, paloturvallisuus, huoneen yleinen siisteys, ulkopuolisten pääsyn estäminen tiloihin sekä tietoturva. Ympäristöolosuhteet taulukoitiin laitetoimittajien mukaan. Taulukosta nähdään suoraan tärkeimmät olosuhdevaatimukset kyseisen laitetoimittajan PC-laitteille.</p> <p>Suurimpia ympäristöolosuhdeongelmia ovat liian suuri lämpötila ja korroosiota aiheuttavat kemialliset kaasut. Lämpötilaongelman aiheuttaa yleensä alimitoitettu ilmasto. Paperin valmistusprosessissa muodostuu kemiallisesti aktiivisia kaasuja, jotka aiheuttavat korroosiota. Näitä vastaan suojaudutaan mekaanisia ja kemiallisia suodattimia käyttämällä.</p> <p>Jokaisesta tutkimukseen kuuluneesta sähkö- ja ristikytkentätilasta tehtiin ympäristöolosuhteista kertova huonekortti sekä automaation PC-laitteet ja niiden kriittisyydet kertova konekortti. Näitä kortteja voidaan selvitystyön seuraavassa osassa käyttää hyödyksi, kun selvitetään, mitkä tietokoneet mahdollisesti tulisi keskittää IT-konehuoneisiin ja missä tiloissa ympäristöolosuhteita pitäisi parantaa.</p>	
Hakusanat	ympäristöolosuhteet, automaation PC-laitteet, lämpötila, kosteus, korrosio, mekaaninen ja kemiallinen suodatus

Author Title	Juuso Tölli Environmental conditions of automation PC devices in a paper mill
Number of Pages Date	50 pages 19 April 2010
Degree Program	Automation Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Matti Koski, Technical Specialist Kai Virta, Principal Lecturer
<p>This final year project was made for a paper mill of SAPPI Finland I Oy located in Lohja. This was the first part of an inquiry which aims at centralizing automation PC devices in the IT machine rooms and improving the conditions in present electric rooms. This project studied the environmental condition requirements for PC devices set by the standards and device suppliers of automation systems.</p> <p>Information was collected mainly from many different Internet sources and standards as well as from the biggest suppliers of automation systems, ABB, Honeywell, and Metso and the PC supplier HP. A lot of information was also gleaned from many employees of SAPPI and from literature.</p> <p>Modern PC devices used in automation are susceptible devices and certain environmental conditions are required so that they will work reliably for the whole designed life time. Environmental conditions are defined commonly according to the standard IEC 721-3-3. The most important environmental conditions are a temperature of 21 °C, a relative humidity of 40 % ± 5 % and purity of air from mechanically and chemically active substances. Other important requirements are assurance of electric supply, fire safety, tidiness of the room, prevention of unauthorized access, and data security. Environmental conditions were tabulated according to device suppliers. The most important requirements for a particular supplier's device are seen straight from the table.</p> <p>The biggest problems with the environmental conditions are too high temperature and chemical gases which inflicts on corrosion. Temperature problem is usually because of undersized air conditioning. Paper manufacturing process develops chemically active gases which inflict corrosion. Mechanical and chemical filters are used as protection against corrosion.</p> <p>Room and machine cards were made for each electric room studied in this project. The room card tells the general environmental conditions of the room, and the machine card tells what automation PC devices are in a room and what their criticality regarding production is. These cards can be used in the second part of the inquiry to explore which computers should be centralized in IT machine rooms and where the environmental conditions should be improved.</p>	
Keywords	environmental conditions, automation PC-devices, temperature, humidity, corrosion, mechanical and chemical filtering

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	6
2 Automaation PC-laitteiden vaatimat ympäristöolosuhteet	7
2.1 IEC 721-3-3	7
2.2 Ympäristöluokitukset standardin IEC 721-3-3 mukaan	8
2.3 Lämpötila ja suhteellinen kosteus	10
2.4 Ilmastointi	10
2.5 Paloturvallisuus	12
2.6 Muita vaatimuksia	12
3 Suodatukset	15
3.1 Mekaaninen suodatus	15
3.2 Kemiallinen suodatus	16
4 Korroosio ja sen hallinta	18
4.1 Korroosio	18
4.2 Ilmanlaadun mittaaminen	21
4.2.1 Yleistä	21
4.2.2 Kaasun pitoisuuden mittaus huoneilmasta	22
4.2.3 Reaktiivisuuden seuranta	22
4.2.4 Reaaliaikainen korroosiomittaus	23
4.3 Korroosionhallinta	23
4.3.1 Saastelähteiden hallinta	24
4.3.2 Ilmanvaihdon hallinta	24
4.3.3 Saasteiden poistaminen	24
5 Tilanne tehtaalla	25
5.1 Yleistä	25
5.2 Tehtaan yleisimpien järjestelmätoimittajien tilavaatimukset	26
5.3 Sähkö- ja ristikytkentätilojen nykyiset ympäristöolosuhteet	28
5.3.1 Lämpötila	28
5.3.2 Ongelmat lämpötilan ja korroosion kanssa	29
5.3.3 Ilmastointi	30
5.3.4 Kemialliset ja mekaaniset suodattimet tehtaalla	31
5.3.5 Suodattimien ennakkohuollot	33
5.3.6 Muut ympäristöolosuhteet	34
5.4 Muita huomioita kierrokselta	36
5.5 Konekannan kartoitus	37
6 Yhteenveto	38

Lähteet	40
Liitteet	
Liite 1: Nykytilan selvittämisessä käytetty dokumentti	42
Liite 2: Huonekortin pohja	43
Liite 3: Konekortin pohja	44
Liite 4: Korroosion aiheuttama syöpyminen	45
Liite 5: Kemiallisen suodattimen elinikäanalyysin tulokset	46
Liite 6: OnGuard 3000 -mittalaitteen mittaustulokset	48
Liite 7: Automaation PC-laitteita ja niiden kriittisyyksiä	50

1 Johdanto

Tämä automaation PC-laitteiden ympäristöolosuhteiden selvitystyö tehtiin SAPPI Finland I Oy:n Kirkniemen paperitehtaalle. Työn lähtökohtana oli automaation PC-pohjaisten laitteiden mahdollinen keskittäminen IT-konehuoneisiin. Tehtaalla olevissa sähkö- ja ristikytkentätiloissa ei helposti kyetä saavuttamaan ympäristöolosuhteita, jotka nykyiset PC-tasoon perustuvat automaatiolaitteet vaativat. Suurimpia ongelmia ovat sopivan lämpötilan ylläpitäminen sekä riittävän ilmanlaadun takaaminen. Eräs ratkaisu riskinhallinnan kannalta olisi keskittää laitteet IT-konehuoneisiin, joissa vaadittavat olosuhteet on helpompi ylläpitää.

Työhön kuului selvitys siitä, millaiset olosuhteet PC-pohjaisille laitteille vaaditaan ympäristön ja riskinhallinnan kannalta. Toinen osa työtä oli konekannan kartoitus, jossa selvitettiin automaation PC-laitteiden määrä osassa tehtaan sähkö- ja ristikytkentätiloissa. Tähän kuului myös arviointi koneiden kriittisyydestä ja riskeistä tuotannon kannalta. Tiloissa tehtiin myös arviointia niiden nykytilasta.

Työn tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat ympäristöolosuhdevaatimukset nykypäivän automaation PC-laitteille lakien, standardien ja laitetoimittajien mukaan. Lisäksi haluttiin aloittaa selvitystyön ensimmäinen osa, jonka perusteella voidaan valita, mitkä alueet ovat kriittisiä ja mitä koneita mahdollisesti pitäisi siirtää.

SAPPI Finland I Oy kuuluu eteläafrikkalaiseen SAPPI Limited -konserniin, alkujaan South African Pulp and Paper Industries Limited. SAPPI Limitedin tuotteisiin kuuluvat päällystetty hienopaperi, päällystämätön graafinen paperi ja toimistopaperi sekä erikoispaperit. [1]

Lohjalla sijaitsevassa Kirkniemen tehtaassa valmistetaan päällystettyä painopaperia kolmella paperikoneella, joiden yhteiskapasiteetti on n. 730 000 tonnia vuodessa. Tuotannosta menee vientiin noin 90 %. Kirkniemen tehtaassa valmistettua paperia käytetään korkeatasoisissa kuukausittain ilmestyvissä aikakauslehdissä, asiakaslehdissä, viikoittain ilmestyvissä uutislehdissä ja laadukkaissa mainosluetteloissa. [1]

2 Automaation PC-laitteiden vaatimat ympäristöolosuhteet

2.1 IEC 721-3-3

Automaatiojärjestelmien asennusten ympäristövaatimuksissa on yleisesti hyvin pitkälle käytetty ja sovellettu standardia IEC 721 [2]. Standardin kolmannessa osassa, IEC 721-3-3, määritellään luokat ilmastollisille olosuhteille, erityisille ilmastollisille olosuhteille, biologisille olosuhteille, kemiallisesti aktiivisille aineille, mekaanisesti aktiivisille aineille ja mekaanisille olosuhteille. Tämän standardin suomenkielinen versio on SFS-EN 60721-3-3, Ympäristöolosuhteiden luokitus. Osa 3: Ympäristötekijöiden olosuhderyhmien ja niiden rasitusasteiden luokitus. Luku 3: Kiinteä asennus säältä suojatuissa tiloissa. [3, s. 1 ja 5]

Ilmastolliset olosuhteet kattavat olosuhteet säältä suojatussa tilassa ottaen huomioon kaikki mahdollisesti vaikuttavat parametrit, kuten ilman lämpötilan ja kosteuden, lämpötilan muutosnopeuden, ilmanpaineen, kondensoitumisen jne. [3, s. 6].

Ilmastolliset erityisolosuhteet määritellään erityisten ympäristötekijöiden esiintymisen perusteella. Näitä voivat olla lämpösäteily, ympäröivän ilman liike, vesi (muu kuin sadevesi), korkea ilmanlämpötila ja matala ilmanpaine. [3, s. 6]

Biologisille olosuhteille on määritelty yleisimpiä tekijöitä, joita voivat olla home, sienet ja muu kasvusto, sekä jyrsijät, termiitit ja muu eläimistö. Kemiallisesti aktiivisten aineiden luokitus määrittelee yleisimpien haitallisten kaasujen esiintymisen. Mekaanisesti aktiivisten aineiden luokitus taas määrittelee hiekan ja pölyn esiintymistason. [3, s. 6-7]

Lisäksi määritellään vielä mekaaniset olosuhteet, jotka käsittävät sinimuotoisen jatkuvan värinän sekä epäjatkuvan värinän, kuten iskut. Satunnaisvärähtelyä ei ole huomioitu standardissa IEC 721-3-3 ja SFS-EN 60721-3-3. [3, s. 7]

2.2 Ympäristöluokitukset standardin IEC 721-3-3 mukaan

Taulukosta 1 nähdään standardin IEC 721-3-3 tai SFS-EN 60721-3-3 ympäristöluokitukset. Luokka IE31 tarkoittaa ilmastoitua tilaa. Se käsittää valvomot ja laitetilat, ristikytkentätilat sekä erityiset ATK-tilat. Monet automaation PC-laitteet, kuten palvelimet, vaativat kuitenkin tiukemmat rajat lämpötilan ja kosteuden suhteen.

Ominaista luokan IE31 tiloille on

- lämpötilan ja kosteuden säätö ilmastoinnin avulla
- pieni ylipaineistus
- hiekan, pölyn ja kemiallisesti aktiivisten aineiden suodatus
- sijoitus paikkaan, jossa ei esiinny tärinää ja iskuja
- alhainen sähkömagneettisten häiriöiden ja käyttöjännitteen häiriöiden taso
- muut ympäristön aiheuttamat rasitukset laitteistolle ovat merkityksettömiä. [4, s. 4-5]

Luokka IE33 tarkoittaa lämpötilasäädettyä tilaa. Se käsittää sähkö- ja moottorikeskustilat ja vastaavat. Ominaista luokan IE33 tiloille on

- lämpötilan säätö
- hiekan ja pölyn suodatus
- sijoitus paikkaan, joissa esiintyy vain kohtuullisissa määrin tärinää ja iskuja
- kohtuullinen sähkömagneettisten häiriöiden ja käyttöjännitteen häiriöiden taso
- siedettävä kemiallisesti aktiivisten aineiden taso. [4, s. 6]

Luokka IE35 tarkoittaa lämmitettyä tilaa. Se käsittää tavalliset prosessitilat. Ominaista luokan IE35 tiloille on

- lämpötilan ja kosteuden satunnainen vaihtelu
- hiekan, pölyn ja kemiallisesti aktiivisten aineiden mahdollinen esiintyminen
- epäsuoran tärinän ja iskujen välittyminen laitteisiin
- sähkömagneettisten häiriöiden ja käyttöjännitteen häiriöiden mahdollinen esiintyminen
- puhtaus biologisista ympäristörasituksista. [4, s. 6]

Tiloihin, jotka täyttävät luokan IE31, voidaan sijoittaa laitteita ilman erityisiä toimenpiteitä. Luokan IE33 tai IE35 täyttäviin tiloihin sijoitettavat laitteet vaativat erityistoimenpiteitä vaativia olosuhteita vastaan suojaautumisessa, kuten kotelointia, puhaltimia, jäähdyttimiä ym. [4, s. 7]

Taulukko 1. Ympäristöluokitustaulukko. [Muokattu lähteestä 4, s. 9].

IEC721-3-3/EN60721-3-3 olosuhdeluokkayhdistelmä	IE31	IE33	IE35
Olosuhdeluokat	3K2/3B1/3C1/3B1 /3S1/3M1	3K3/3Z2/3Z4/3B1 /3C2/3S2/3M23M3	3K5/3Z2/3Z4/3Z8/3B2 /3C2/3S3/3M33M5
KÄYTTÖYMPÄRISTÖN LÄMPÖTILA • SUOSITUS MUUTOSNOPEUS VARASTOINTI- JA KULJETUSLÄMPÖTILA (3K7)	(3K2) +15...+30°C +21°C <30°C/h -40...+70°C	(3K3) +5...+40°C +21°C <30°C/h -40...+70°C	(3K5) -5...+45°C +21°C <30°C/h -40...+70°C
SUHTEELLINEN KOSTEUS • SUOSITUS ABSOLUUTTINEN KOSTEUS	(3K2) 10...75 % RH 40 % RH 2,0...22 g/m ³ EI KONDENSOIT.	(3K3) 5...85 % RH 40 % RH 1,0...25 g/m ³ EI KONDENSOIT.	(3K5) 5...95 % RH 40 % RH 1,0...29 g/m ³
SINIMUOTOINEN TÄRINÄ • 2...9 Hz • 9...200 Hz EPÄJATKUVA TÄRINÄ (ISKU MUK.LUKIEN) • HUIPPUKIIHTYVYYS • PULSSIN KESTOAIKA	(3M1) <0,3 mm <1 m/s ² (0,1 Gg) 40 m/s ² 22 ms	(3M23M3) <1,5 mm <5 m/s ² (0,5 gG) 70 m/s ² 22 ms	(3M33M5) <3,0 mm <10 m/s ² (1g1G) 250 m/s ² 6 ms
ILMAN EPÄPUHTAUDET (KAASUT, KORROOSIO) ISA-571.04-1985	(3C1) G1 <300 Å/kk	(3C2) G2 <1000 Å/kk	(3C3) G3 <2000 Å/kk
MEKAANISESTI AKTIIVISET AINEET HIEKKA PÖLYLEIJUMA PÖLYLASKEUMA	(3S1) ei 0,01 mg/m ³ 0,4 mg/(m ² h)	(3S2) 30 mg/m ³ 0,2 mg/m ³ 1,5 mg/(m ² h)	(3S3) 300 mg/m ³ 0,4 mg/m ³ 15 mg/(m ² h)
KÄYTTÖJÄNNITE • POIKKEAMA • TAAJUUS IEC/EN 61000-4	230/115 V a.c. +6 %, -10 % 50/60 Hz ± 1 %	230/115 V a.c. +6 %, -10 % 50/60 Hz ± 1 %	230/115 V a.c. +6 %, -10 % 50/60 Hz ± 1 %

2.3 Lämpötila ja suhteellinen kosteus

Automaation PC-laitteita sisältävän sähkö- tai ristikytkentätilan ilman lämpötilan tulee olla 21 °C ja ilman suhteellisen kosteuden 40 % ± 5 % (kondensoitumaton) [4, s. 9].

Laitteet eivät saa olla alttiina jatkuvalla auringon valolle [5, s. 37]. Lämpötilalle ja suhteelliselle kosteudelle on olemassa useita erilaisia ohjearvoja eri lähteistä.

Taulukossa 2 on muutamien eri lähteiden antamat suositukset kyseisille parametreille.

Taulukko 2. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden (kondensoitumaton) ohjearvoja. [Koostettu lähteistä 2; 4, s. 9; 5, s. 37; 6, s. 6; 7, s. 3; 8, s.2].

SAPPI	22 °C
ABB	10-35 °C, 10-90 % kondensoitumaton
Honeywell	15-30 °C, suositus 21 °C, 10-75 %, suositus 40 % ± 5 % Vaativat laitteet, kuten serverit 20-25 °C, 20-70 %
Metso	15-30 °C, 10-75 %
HP	10-35 °C, 10-90 %
Kojacool Oy	22 °C ± 1 °C, 50 % ± 5 %

2.4 Ilmastointi

Ilmastointilaitteita ei saa sijoittaa sähkötiloihin [9, s. 4]. Normaalisti ilmastointikojeeet sijoitetaan erillisiin niille suunniteltuihin ilmastointikonehuoneisiin [10].

Tilojen ilmastointi tulee toteuttaa siten, että saavutetaan 20-40 Pa ylipaine. Ylipaineen saavuttaminen on tärkeää suojaautumisessa syövyttäviä kaasuja sekä muita ilman epäpuhtauksia vastaan. [9, s. 5] Ylipaine toteutetaan tuloilman avulla ja suositusarvo on 20 Pa. Tuloilman virtausmäärä on minimoitava. [6, s. 4]

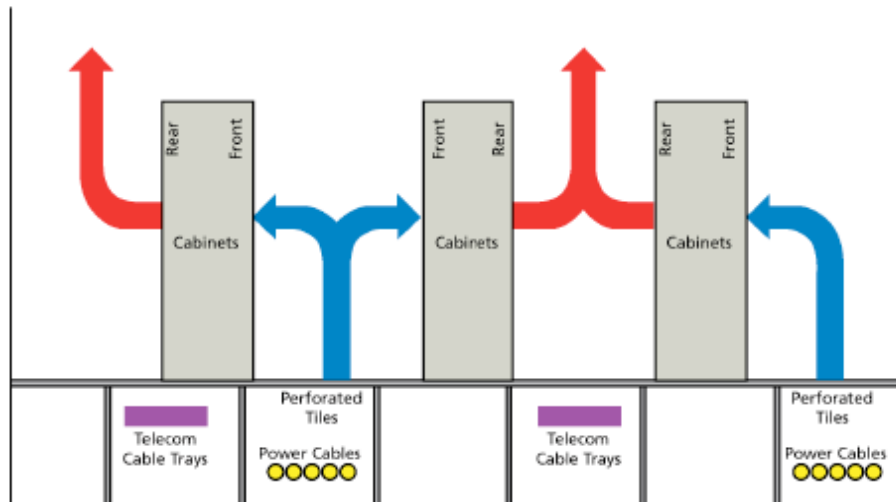
Tuloilman tulee olla puhdasta. Siinä ei saa olla pölyä, syövyttäviä kaasuja eikä hiilipölyä. [2; 9, s. 5] Tuloilma suodatetaan sekä mekaanisesti että kemiallisesti, lisäksi kiertoilma suodatetaan mekaanisesti. Kiertoilman oletetaan olevan puhdasta kemiallisesti aktiivisista aineista. [10] Ilmanlaadun kannalta on tärkeää, mistä ilma otetaan. Esimerkiksi lastauspaikoilla polisee paljon ja mekaaniset suodattimet menevät helposti tukkoon. Ongelmia esiintyy myös keväisin, kun hiekkvoja harjataan pois kaduilta. [11]

Luvussa 4 määriteltävien ympäristöluokitusten perusteella valitaan suositeltavat ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät sähkö- ja ristikytkentätiloille. Nämä menetelmät ovat listattuna alla olevassa taulukossa 3. Taulukosta havaitaan, että paperiteollisuudessa tulee käyttää sekä mekaanista että kemiallista suodatusta. Ilmastointijärjestelminä voidaan käyttää ylipainejärjestelmää, kierrätysilmajäähdytystä tai tilaan sijoitettua erillistä jäähdytystä.

Taulukko 3. Ympäristöluokitusten mukaiset sähkö- ja ristikytkentätilojen suositeltavat ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät. [Koostettu lähteestä 9, s. 7-8].

Luokka	Suosittelavat ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät eri ympäristöluokille:
G1	Koneellinen ilmanvaihto/ilmastointi tai tuuletus. Hiukkassuodatus käyttövarmuusvaatimusten mukaisesti. Ei kemiallista suodatusta. Ilmastointijärjestelmät 1-5.
G2	Koneellinen ilmanvaihto/ilmastointi. Hiukkassuodatus ja harkinnanvaraisesti kemiallinen suodatus tai varautuminen siihen. Ilmastointijärjestelmät 2-5.
G3	Koneellinen ilmanvaihto/ilmastointi. Hiukkassuodatus ja kemiallinen suodatus. Ilmastointijärjestelmät 3-5.
GX	Koneellinen ilmastointi. Hiukkassuodatus ja kemiallinen suodatus, suositellaan sekä ylipainetta että kierrätysilmaa. Ilmastointijärjestelmät 4-5.
LVI-ohjekortin LVI 30-10236 mukaiset sähkötilojen ilmastointijärjestelmät:	
1	Painovoimainen ilmanvaihto
2	Koneellinen tuuletus
3	Ylipainejärjestelmä
4	Kierrätysilmajäähdytys
5	Tilaan sijoitettu erillinen jäähdytys

Korotettu lattiajärjestelmä mahdollistaa edellisiä joustavamman jäähdytysmahdollisuuden. Tietokonekaapit ja -räkit sijoitetaan siten, että joka toisesta käytävästä muodostuu kylmä ja joka toisesta kuuma käytävä. Kuvassa 1 on esitettynä tällaisen järjestelmän periaate. Kylmällä käytävällä räkit laitetaan etupuolet vastakkain ja kuumalla käytävällä kaapit ovat selät vastakkain. Kylmällä käytävällä on lattialla aukkoja, joista kiertoilma suunnataan puhaltamaan kaappeihin ja räkkeihin päin. Ilma menee kaappien läpi ja tulee niiden takapuolelle kuumalle käytävälle. Kuumalla käytävällä ei ole tuuletusaukkoja lattiassa, jotta kylmä ja kuuma ilma eivät sekoitu keskenään. [12, s. 13]



Kuva 1. Korotetun lattian avulla saadaan joustavampi jäähdytys. [12, s. 13]

2.5 Paloturvallisuus

Sähkö- ja ristikytkentätiloissa tulee ottaa huomioon paloturvallisuus. Jos mahdollista, sähkötilat osastoidaan omiksi palo-osastoikseen. Kaapeliläpiviennit tulee tiivistää palamattomalla materiaalilla. Tämä on tärkeää myös ylipaineen saavuttamiseksi. Rakenteiden tulee olla palonkestoajaltaan riittävät. Paloilmaisinmenetelmänä on hyvä käyttää savuilmaisimia. Lämpöilmaisin ei yleensä nopeuta palon havaitsemista prosessiteollisuudessa. Sähkö- ja ristikytkentätiloissa on oltava alkusammutuskalustona jauhesammutin. Aroissa tiloissa voidaan käyttää myös CO₂-sammuttimia tai inerttikaasuja, mutta jauhesammutin tulee olla silti käytettävissä. Automaattisena sammutuslaitteistona voidaan käyttää joko hiilidioksidi- ja inerttikaasuja tai vesisprinkleriä. Sammutuslaitteiston toimiessa ilmastoinnin on pysähdyttävä. [9, s. 3-4]

2.6 Muita vaatimuksia

Sähkö- ja ristikytkentätilojen ovet on oltava lukittuina ja avain saa olla vain asiaankuuluvalla henkilökunnalla. Jos käytössä on sähkölukko, ovikoodin jakaminen tulee olla tiukasti valvottua ja se vaihdetaan säännöllisesti. [13, s. 2]

Kaikki automaation PC-laitteet tulee varmistaa UPS-syötöllä. UPS (Uninterruptible Power Supply) tarkoittaa keskeytymätöntä teholähdettä. Sillä suojaudutaan lyhyitä sähkökatkoksia ja syöttöjännitteen epätasaisuuksia vastaan, ja se sallii kontrolloidut automaatiojärjestelmien alasajot pidemmissä sähkökatkotilanteissa. UPS täytyy olla liitettynä automaatiojärjestelmään alasajon mahdollistamiseksi ennen täydellistä sähkön menettämistä. [13, s. 2-3] UPS-laitteen varakäyntiaika sähkökatkossa riippuu akuston koosta, kunnosta ja kuormituksesta. Akusto testataan yleensä vuoden välein. Varakäyntiaika vaihtelee noin 20 minuutista 10 tuntiin. Keskimäärin varakäyntiaika pyritään pitämään noin puolesta tunnista tuntiin. [14]

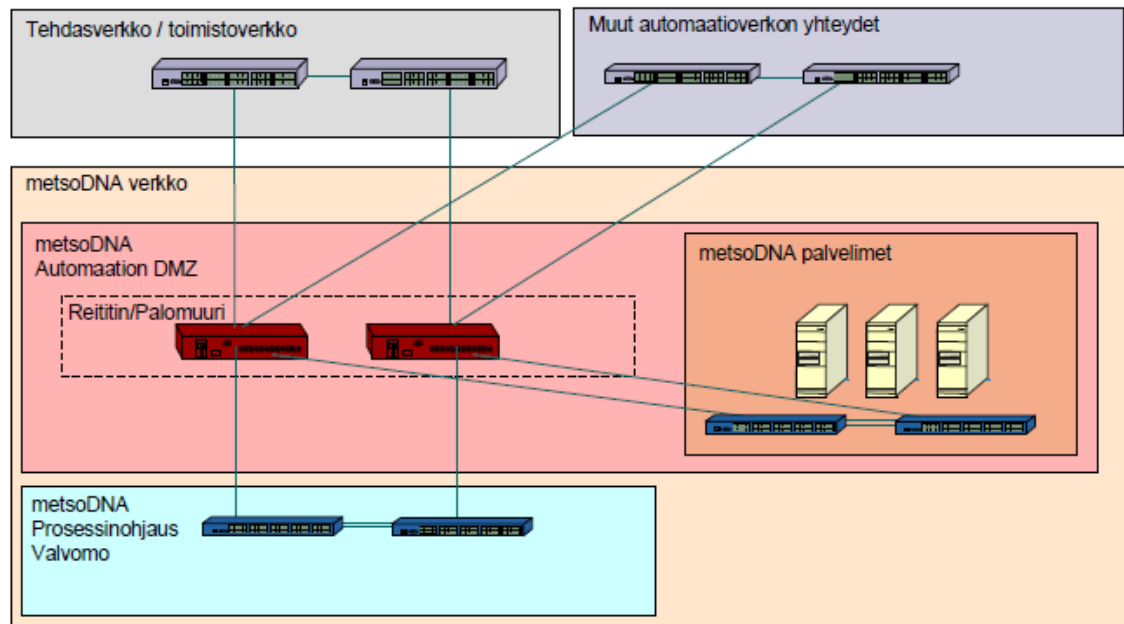
Sähkö- ja ristikytkentätilojen tulee olla yleisesti siistejä. Lattiat ja pöydät eivät saa olla pölyisiä, eikä niillä saa olla ylimääräisiä tavaroita. Sähkö- ja ristikytkentätilat eivät ole varastoja. [15, s. 16] Pölyt tulee pyyhkiä säännöllisesti lattioilta, pöydiltä ja laitteiden pinnoilta. Tilojen yleinen siisteys vähentää osaltaan myös huollon tarvetta. [4, s. 7] Sähkötilojen siisteydessä tulee ottaa huomioon tulipalon vaara. Palonarat materiaalit ja esineet tulisi sijoittaa siten, etteivät ne syty helposti. [15, s. 16]

Tietoturvan merkitys liiketoiminnan suojaamisessa on elintärkeää. Se on yksi osuus takaamassa paperiteollisuudessa vaadittavaa korkeaa käytettävyyttä. Automaation PC-laitteiden tietoturvan kannalta tärkeitä asioita ovat

- käyttöjärjestelmien koventaminen ja päivitykset
- asianmukaisen virustorjuntaohjelmiston käyttö
- verkkoarkkitehtuurin tietoturvallisuus
- etäyhteyksien tietoturvallisuus
- tietoturvatietämyksen parantaminen
- seuranta, kehitys ja ylläpito, kuten tietoturvaohjelmien ja -päivityksien seuranta
- virustorjuntaohjelmiston päivitysten seuranta. [16, s. 16 ja 23]

Kuvassa 2 on esitetty tietoturvallinen automaatiojärjestelmä. Automaatioverkkoon kuuluu DMZ-alue eli demilitarisoitu alue, jossa olevan reititin / palomuurin kautta menevät kaikki yhteydet eri verkkojen välillä. Tällä tavalla voidaan kontrolloida esimerkiksi automaatiotoimittajan etäyhteyttä automaatioverkkoon.

Prosessinohjausverkosta syötetään tarvittava data DMZ-alueen palomuurien kautta palvelimille. Automaatiotoimittajalla on yhteys DMZ-alueen palomuurien kautta palvelimille, joihin tarvittava data on syötetty. Kaikki yhteydet ovat kahdennettuja, jonka avulla parannetaan järjestelmän luotettavuutta.



Kuva 2. Esimerkki tietoturvallisesta automaatiojärjestelmästä. [16, s. 18]

3 Suodatukset

3.1 Mekaaninen suodatus

Kaikissa sähkö- ja ristikytkentätiloissa tulee olla mekaaninen suodatus sekä tulo- että kiertoilmassa riittävän ilman puhtauden takaamiseksi [9, s. 5]. Suodatus mekaanisesti aktiivisia aineita vastaan voidaan toteuttaa kuitusuodattimella, sähköisesti aktivoitulla kuitusuodattimella tai sähkösuodattimella. Kuitusuodatin on kuitumateriaalista, kuten lasikuitu- tai selluloosamateriaalista, valmistettu suodatin. Se erottaa hiukkaset pelkästään mekaanisten vaikutusten avulla. Sähköisesti aktivoitu suodatin on valmistettu polymeerikuidusta, ja sillä on sähköinen varaus, mikä lisää merkittävästi erotuskykyä. Sähkösuodatin erottaa hiukkaset sähkökentän avulla. Sen etuna on avoin rakenne, josta syystä virtausvastus on pienempi. [17, s. 2]

On olemassa karkeita ja hienoja mekaanisia suodattimia. Ne on jaettu yhdeksäksi eri suodatintyyppiä niiden erotuskyvyn ja painehäviön mukaan. Eniten käytössä oleva suodatintyyppi on EU7-tyypin suodatin. Taulukossa 4 on listattu eri suodatintyypit ja niiden erotuskyvyt. [17, s. 6]

Taulukko 4. Suodatintyypit ja niiden erotuskyvyt. [17, s. 6]

Filter type	EN779 class	Arrestance (%)	Efficiency (%) (0.4 µm)	Final pressure drop (Pa)	Eurovent 4/5 class
Coarse	G1	< 65	N/A	250	EU1
	G2	65 ... 80	N/A	250	EU2
	G3	80 ... 90	N/A	250	EU3
	G4	> 90	N/A	250	EU4
Fine	F5	N/A	40 ... 60	450	EU5
	F6	N/A	60 ... 80	450	EU6
	F7	N/A	80 ... 90	450	EU7
	F8	N/A	90 ... 95	450	EU8
	F9	N/A	> 95	450	EU9

Suodattimet eivät aina toimi odotetusti. Oikeanlaisen suodattimen valitseminen voi olla ongelmallista. Ongelmia suodattimien valinnassa aiheutuu joskus hieman harhaanjohtavien suodatinluokitusten sekä niiden ”väärinkäytön” takia. [17, s. 8]

3.2 Kemiallinen suodatus

Mekaanisen suodatuksen lisäksi käytetään usein kemiallista suodatusta ympäristöolosuhteista riippuen. Kemiallisella suodatuksella estetään syövyttävien, pahanhajuisten tai myrkyllisten kaasujen pääsy sisäilmaan ja siten suojaudutaan niiden aiheuttamia ongelmia vastaan ihmisten terveydelle, elektronisille laitteille, tuotantoprosesseille tai tuotteille. [18]

LVI-ohjekortissa LVI 31-10237 annetaan ohjeet kemiallisten suodattimien valinnalle. Kemiallisten suodattimien valinnassa tulisi ottaa huomioon ainakin seuraavat asiat:

- Käytettävät suodatusmassat, jotka valitaan suodatettavien kaasujen perusteella. On tärkeää tunnistaa suodatettavat kaasut, koska eri suodatusmassat tehoavat parhaiten eri kaasuille.
- Keskimääräisten kaasupitoisuuksien perusteella lasketaan suodattimeen kertyvä epäpuhtauksien määrä. Tämän perusteella lasketaan tarvittava suodatinainemäärä, kun tunnetaan suodatusmassojen suodatuskapasiteetti suodatettavien kaasujen suhteen.
- Massan tilavuus ja viipymä lasketaan suodatusmassan ominaispainon perusteella. Viipymä on normaalisti teollisuusympäristössä n. 0,5 – 2 sekuntia. [19, s. 2]

Suodatuksella pystytään tehokkaasti poistamaan kaikki kaasumaiset saasteet, jotka voisivat vaikuttaa haitallisesti sähkölaitteisiin. Tyypillinen kemiallisen suodattimen yksikkö sisältää kolme osaa. Ensimmäinen osa koostuu mekaanisesta esisuodattimesta, joka estää pölyn ja muiden hiukkasten pääsyn kemialliseen suodattimeen. Se on tärkeää, sillä muuten hiukkaset tukkisivat suodatusmassan huokokset ja heikentäisivät kemiallisen suodatuksen tehoa. Varsinainen kemiallinen suodatin on seuraava osa. Yksi suodatinkenko voi sisältää sekoituksen useista erilaisista suodatusmassoista. Näin voidaan suojautua useita eri kaasuja vastaan. Eri kaasujen sitomiseen vaaditaan siis erilainen suodatusmassa. Taulukossa 5 on esimerkki kemiallisen suodatinkennon suodatusmassojen sekoitussuhteista. Kemiallista suodatinta seuraa vielä yksi mekaaninen loppusuodatin, joka estää kemiallisesta suodattimesta irtoavan pölyn

kulkeutumisen ilmastoitavaan tilaan. [19, s. 2; 20, s. 8-10] Tämä on erityisen suuri ongelma heti kemiallisen suodatusmassan vaihdon jälkeen [10]. Suodatusmassat koostuvat normaalisti erilaisista aktiivihiiilistä tai alumiinioksidoista [18].

Kemiallisia suodattimia on olemassa moniin eri tarkoituksiin. Niitä on saatavilla niin pienille, keskisuurille kuin suurillekin kaasupitoisuuksille. Myös huoneen kierrätysilmalle on saatavilla kemiallinen suodatus, jolloin kaasupitoisuus saadaan pienennettyä erittäin matalalle tasolle ja voidaan varmistua sen pysyminen siellä. [20, s. 8]

Kemiallisen suodattimien korkeiden vaatimusten takia on useamman eri suodatusmassan käyttö usein tarpeellista. Vaikka onkin suositeltua käyttää eri suodatusmassoja eri suodatinkennossa, ei se useinkaan ole mahdollista. Tämän takia käytetään suodatusmassojen sekoitusta riittävän kemiallisen suodatuksen aikaan saamiseksi. Taulukossa 5 on esimerkki eri suodatusmassojen käytöstä yhdessä suodatinkennossa erilaisia kaasuja vastaan. Taulukko on testitulokset tehdystä testistä saasteiden 99,5 % poistotehokkuuden saavuttamiseksi eri kaasuja vastaan. Tuloksista näkyvät käytettävä suodatusmassa ja sen massan osuus suodatinkennossa eri kaasuja vastaan. [20, s. 10]

Taulukko 5. 99,5 %:n poistotehokkuuden läpimurtotulokset suodatusmassojen kapasiteetin testauksessa. [20, s. 10]

Breakthrough Capacity Test Results (typical) @ 99.5% Removal Efficiency		
Contaminant	Gas-Phase Air Filtration Media Tested*	Capacity, weight %
Ammonia	Purakol® AM media	5.83
Chlorine	Purakol® media	10.87
	Puracarb® media	9.82
Hydrogen chloride	Purafil® Select + Puracarb/Purakol media	4.00
Hydrogen fluoride	Purafil Select + Puracarb/Purakol media	3.50
Hydrogen sulfide	Purafil Select media	12.82
	Puracarb media	14.77
Nitrogen dioxide	Purakol media	6.61
Nitric oxide	Purafil Select media	4.28
Ozone	Purakol media	21.00
Sulfur Dioxide	Purafil Select media	6.18
	Puracarb media	7.98

4 Korroosio ja sen hallinta

4.1 Korroosio

Ilman metallipintoja syövyttävät tai korroosiota aiheuttavat ominaisuudet voidaan luokitella standardin ISA-S71.04-1985 mukaan neljään eri ryhmään:

- Luokka G1 on suopea eikä aiheuta ongelmia sähkölaitteille.
- Luokka G2 on kohtalainen ja ongelmia saattaa esiintyä.
- Luokka G3 on ankara ja ongelmia on suurella todennäköisyydellä.
- Luokka GX on erittäin ankara ja vaatii erityistoimenpiteitä. [9, s. 7]

Taulukon 6 mukaan SAPPI Kirkniemen tehtaalla toimitaan ilmastollisten olosuhteiden suhteen ankarissa ja erittäin ankarissa olosuhteissa. Tapaukset massanvalmistus + paperitehdas sekä jätevedenpuhdistamot ovat luokissa G3 ja GX.

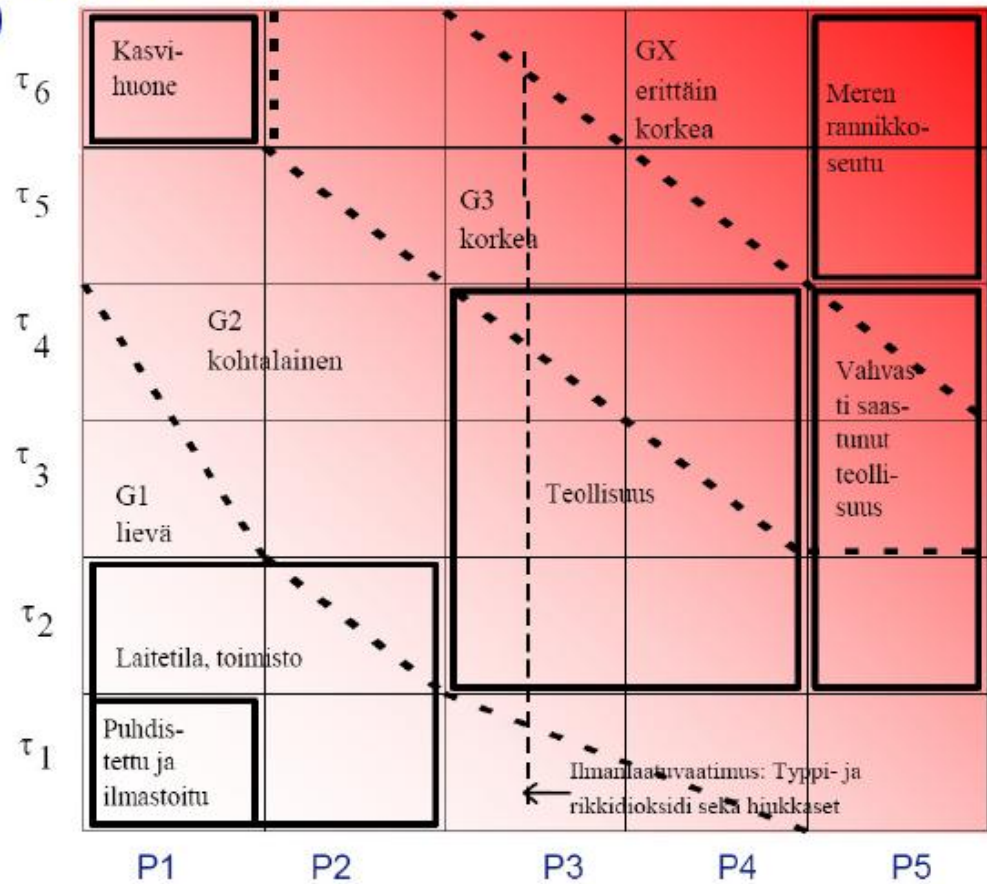
Korroosio on kemiallinen reaktio, jonka aiheuttajana ovat pääasiassa kaasumaiset saasteet. Kiihdyttävänä tekijänä korroosiolle on usein lämpötila ja erityisesti kosteus. Alle 50 %:n suhteellisessa kosteudessa ei korroosiota yleensä esiinny. Yli 50 %:n suhteellinen kosteus kiihdyttää korroosiota ja 10 %:n kosteuden nousu siirtää kyseisen tilan ympäristöluokituksessa seuraavaan kovempaan luokkaan, esimerkiksi luokasta G2 kohtalaiset olosuhteet luokkaan G3 ankarat olosuhteet. [4, s. 5] Yli 80 %:n suhteellisessa kosteudessa korroosiota esiintyy, vaikka muita ilmansaasteita ei olisikaan [20, s. 1]. Toisaalta liian kuiva ilma aiheuttaa myös ongelmia [4, s. 5].

Taulukko 6. Syövyttävien kaasujen esiintyminen eri ympäristöissä. [9, s. 9]

YMPÄRISTÖ / ENVIRONMENT	G1	G2	G3	GX
Puunjalostusteollisuus / Forest industry				
Massanvalmistus + paperitehdas / Pulp mill + paper mill			X	X
Massatehdas / Pulp mill				X
Paperitehdas / Paper mill		X		
Muut / Others	X	X		
Kemian teollisuus / Chemical industry				
Kemikaalien valmistus / Manufacture of chemicals		X	X	
Lannoitetehtaat / Fertilizer mills		X	X	
Petrokemian teollisuus / Petrochemical industry			X	X
Jätteiden käsittely / Waste handling				
Jätevedenpuhdistamot / Effluent treatment plants			X	X
Jätevedenpumppaamot / Effluent pumping plants			X	X
Kompostointilaitokset / Composting plants		X	X	
Terästeollisuus / Steel industry				
Teräksen valmistus, sulatto / Steel making, steel plant			X	X
Muut terästehtaat / Other steelworks		X	X	
Muu teollisuus / Other industry				
Yleisesti / General	X	X		
Kaupunkiympäristö / Urban environment				
Valtateiden varsilla ja keskusta-alueilla (autoliikenne) / Highways and city centres (car traffic)	X	X		
Muut alueet / Other areas				
Taajamien ulkopuolella / Outside urban areas	X			

Kuvassa 3 nähdään, kuinka kastumisaika vaikuttaa korroosioon ilman epäpuhtauspitoisuuden funktiona. P1...P5 tarkoittavat ilman puhtausluokkaa, P5:n ollessa likaisin. τ_1 ... τ_6 tarkoittavat ISO 9223:n määrittämiä TOW-kastumisaikaluokituksia. Suurin osa tavanomaisesta teollisuudesta osuu luokkaan G2, kohtalainen, mutta paperiteollisuus kuuluu G3- ja GX-luokkien mukaan vahvasti saastuneeseen teollisuuteen. [21, s. 90-91]

Kastumisaika (TOW)



Kuva 3. Korrosiivisuusluokittelu kastumisajan ja ilman epäpuhtauspitoisuuden funktiona. [21, s. 90]

Paperiteollisuudessa esiintyy yleensä kahdenlaista korroosiota. Toisessa korroosion seurauksena metallipinnalle voi erilaisina kemiallisten reaktioiden tuotteina kasvaa metallien mikroskooppisia kiteitä. Yleisessä korroosiossa taas syövyttävät kaasut reagoivat metallin kanssa ja muodostavat ei-johtavia suoloja. Kun korroosio jatkuu, se muodostaa eristäviä kerroksia virtapiiriin, joka voi johtaa yllämpenemiseen tai oikosulkuun. Myös syöpymistä voi esiintyä. Korroosio aiheuttaa häiriötä kosketuspisteessä kuparille, hopealle tai niiden sekoituksille. Tilassa olevien olosuhteiden ankaruus ratkaisee, kuinka nopeasti korroosiota muodostuu ja miten se häiritsee virran kulkemista. [20, s. 1 ja 3]

Ongelmana on, ettei tiedetä, mitkä kaasut korroosiota aiheuttavat. On myös mahdollista, että korrosio on aiheutunut ainoastaan yhden päivän seurauksena, jolloin on ollut esimerkiksi kemikaalivuoto tai muuten ankarat olosuhteet alueella. [10]

Paperiteollisuudessa yleisesti ongelmia aiheuttavia kaasuja ovat

- rikkivety H_2S
- rikkidioksidi SO_2
- kloori Cl_2
- typen oksidit NO_x
- fluorivety HF
- ammoniakki NH_3
- otsoni O_3 . [9, s. 7; 20, s. 2]

Suurimmat ongelmien aiheuttajat ovat tyypillisesti happamat kaasut, kuten rikkivety, rikkidioksidi, typen oksidit, kloori ja fluorivety. Ne ovat erittäin haitallisia jo pienilläkin pitoisuuksilla, esimerkiksi vain 10 ppb:n pitoisuus klooria aiheuttaa samat vahingot kuin 25 000 ppb:n pitoisuus ammoniakkia. [20, s. 2]

4.2 Ilmanlaadun mittaaminen

4.2.1 Yleistä

Tämän päivän suurimmat ongelmat eivät ole siinä, ettei riittävää ilmanlaatua saavutettaisi, vaan siinä, miten se voidaan mitata niin tarkasti, että voidaan osoittaa sen täyttävän laatuvaatimukset. Ilmanlaadun mittaaminen on keskeistä, että voidaan saavuttaa ja ylläpitää vaatimusten mukainen ilmanlaatu kaasumaisten ilmansaasteiden suhteen. Mittaus voi myös tuottaa tärkeää lyhyen aikavälin tietoa saasteiden aiheuttamien tapahtumien hallitsemiseksi ja vähentämiseksi. Tärkeimpiä ominaisuuksia ilmanlaadun mittaamisessa ovat tarkkuus, hinta ja käytettävän menetelmän monimutkaisuus. Tarkkuus on erityisen tärkeä, kun mitataan pieniä, vain muutamien ppb:n pitoisuuksia tai mitattaessa ympäristöstä vain vähän eroavia pitoisuuksia. [20, s. 6]

Ilmanlaadun mittaamiselle on olemassa passiivisia tai aktiivisia näytteenottomenetelmiä. Suora kaasun pitoisuuden mittaaminen huoneilmasta ja reaaliaikainen korroosiomittaus ovat aktiivisia mittaamenetelmiä, ja reaktiivisuuden mittaaminen on passiivinen näytteenottomenetelmä. Aktiivisen monitoroinnin etuna on välitön palaute tapahtuvista muutoksista, joka onkin usein passiivisten mittaamenetelmien esteenä. Niiden suurin puute onkin, etteivät ne pysty hankkimaan jatkuvaa ympäristöolosuhdetietoa. [20, s. 6-7]

4.2.2 Kaasun pitoisuuden mittaaminen huoneilmasta

Yleisin menetelmä ilmanlaadun mittaamiselle sähkölaitteita sisältävissä tiloissa on suora kaasun valvonta. Se on hyvä ja välitön indikaattori kaasun läsnäolon ja tason määrittämiseksi. Tämä menetelmä on kuitenkin kallis eikä se ole luotettava kaasupitoisuuksien vaihtuessa ajan myötä. [20, s. 6; 22, s. 3]

Suoralla kaasun valvonnalla voidaan mitata kuitenkin alhaisiakin kaasupitoisuuksia, ja niitä on saatavilla monille eri kaasuille. Kemialliset saasteet voidaan siis mitata nopeasti, tarkasti ja reaaliaikaisesti, mutta mittauksen tarkkuus riippuu huolellisesta kalibroinnista, sopivasta huollosta ja oikeanlaisesta sovelluksesta. [23, s. 14.30]

4.2.3 Reaktiivisuuden seuranta

Reaktiivisuuden seuranta on luotettavin ilmanlaadun mittaamenetelmä. Kaasun vaikutuksesta tarkoitukseen erityisesti valmistetulle metallipinnalle saadaan tulos, jota analysoimalla saadaan tietoa, mistä kaasusta ja kuinka suuresta pitoisuudesta on kyse. Reaktiivisuuden mittaaminen kupariliuskoilla on halvin mahdollinen mittari korroosion mittaamiselle. 30-90 päivän välein vaihdettava kupariliuska tummuu, jos korroosiota tapahtuu, ja näin varoittaa korroosiosta. [20, s. 6]

Kupariliuskoja tarkemmin analysoimalla voidaan hankkia kumulatiivista tietoa reaktiivisuusasteesta sekä voidaan tehdä arvio pidemmän ajanjakson keskiarvo-olosuhteista. Kupari ei kuitenkaan ole yksistään riittävän tarkka mittaamaan kaikkien

kaasujen olemassaoloa. Esimerkiksi klooria ei pystytä havaitsemaan kupariliuskoilla. Tästä syystä on kupariliuskojen lisäksi otettu käyttöön myös hopealiuskoja, jotka myös reagoivat tarkemmin pienempiin pitoisuuksiin. Hopealiuskan avulla saadaan tarkempi kuva kokonaisreaktiivisuustasosta kohdeympäristössä. [20, s. 6]

Kupariliuskoille muodostuu sulfidi- ja oksidikalvot, ja ne havaitaan kuparisulfidina Cu_2S ja kuparioksidina Cu_2O . Hopealiuskoille muodostuu sulfidi-, kloridi- ja oksidikalvot, ja ne havaitaan hopeasulfidina Ag_2S , hopeakloridina AgCl ja hopeaoksidina Ag_2O . Liuskojen analysoinnissa selvitetään kalvon tyyppi ja määrä sekä sen suhteellinen osallistuminen korroosion muodostumisessa. Reaktiivisuutta mittaamalla voidaan siis mahdollisesti selvittää korroosion aiheuttava kaasua. [20, s. 6-7]

4.2.4 Reaaliaikainen korroosiomittaus

Reaaliaikaisessa ilmanlaadun seurannassa käytetään hyväksi kvartsikidemikrobalanssia. Menetelmä on tarkka ja luotettava. Sillä pystytään mittaamaan jopa 1 ppb:n pitoisuuden muutokset. Laite mittaa korroosiota kumulatiivisesti sekä juuri sen hetkisenä korroosion lisäyksenä. Käyttö tapahtuu erillisesti, ja dataa voidaan käsitellä tietokoneella mittauksen jälkeen tai laite voidaan liittää automaatiojärjestelmään 4-20 mA:n viestillä. Menetelmä on kustannustehokas ja käyttäjäystävällinen. Anturien huoltoikä on 4000 ångströmiä. Se on ideaalinen menetelmä tiloihin, joissa korroosio on ongelmana. [24; 25]

4.3 Korroosionhallinta

Kaasumaisten saasteiden hallinnassa käytetään yleisimmin yhtä tai useampia kolmesta vaihtoehdosta. Nämä ovat saastelähteiden hallinta, ilmanvaihdon hallinta ja saasteiden poistaminen. [20, s. 7]

4.3.1 Saastelähteiden hallinta

Ensimmäisenä menetelmänä tulisi aina käyttää saastelähteiden hallintaa. Poistamalla lähteet, joista haitalliset saasteet tulevat, ehkäistään niiden tuleminen ongelmaksi muualla. Paperiteollisuudessa saasteet tulevat kuitenkin valmistusprosessista, eikä tätä menetelmää pystytä sen takia käyttämään. Muutamien viime vuosien aikana saasteiden määrää on onnistuttu vähentämään, mutta silti ollaan kaukana turvallisista pitoisuuksista automaation PC-laitteille. [20, s. 7]

4.3.2 Ilmanvaihdon hallinta

Seuraavana vaihtoehtona tulisi käyttää ilmanvaihdon hallintaa. Ideana on, että ilmastoinnissa käytettävä ilma otetaan sellaisesta paikasta, jossa on puhdasta ilmaa. Tällöin saastetaso voidaan saada laskettua hyväksyttävän kynnystason alapuolelle. Useimmiten tämäkään menetelmä ei ole käyttökelpoinen paperiteollisuudessa, koska ulkoilmakin on niin saastunutta, ettei se täytä vaadittavia ilmanlaadun kriteerejä. [20, s. 7]

4.3.3 Saasteiden poistaminen

Kun on selvää, etteivät saastelähteiden ja ilmanvaihdon hallinta ole riittäviä varmistamaan vaatimusten mukaista ilmanlaatua, otetaan käyttöön saasteiden poistaminen. Tärkeää tälle menetelmälle on tietää ja ymmärtää, mitä saasteita vastaan menetelmää käytetään. Kaksi tärkeintä menetelmää ovat hiukkasten suodatus käyttäen mekaanisia suodattimia ja kaasujen suodatus käyttäen kemiallisia suodattimia. Suodattimista kerrottiin enemmän luvussa 3 kohdissa mekaaninen ja kemiallinen suodatus. [20, s. 8]

5 Tilanne tehtaalla

5.1 Yleistä

Sappi Finland I Oy:n Kirkniemen tehtaalla suoritettiin ympäristöolosuhteiden nykytilan tarkastelu empiirisenä tutkimuksena 17 sähkö- ja ristikytkentätilaan eri tehtaan osastoilla. Jokaiselle tilalle tehtiin myös konekannan tarkastelu, jossa listattiin tilassa olevat PC-laitteet sekä niiden kriittisyys tuotannon kannalta. Jokaisesta huoneesta tehtiin automaation PC-laitteista luettelo eli konekortti, josta on esimerkkinä konekortin pohja liitteessä 3. Lisäksi arvioitiin sähkö- ja ristikytkentätilojen ympäristöolosuhteiden tämänhetkistä tilaa tehtaalla. Tarkasteltavia ympäristöolosuhteita olivat

- lämpötila
- ilmastoinnin toteutus
- ilmastointi-ilman jäähdytys/lämmitys
- ilmastoinnin mekaaninen ja kemiallinen suodatus
- suodattimien vaihto ja huolto
- huoneen ongelmat kesäisin/talvisin, korroosio, lämpötila
- ilmanlaadun seuranta, onko suodatus riittävä
- sähkön saanti
- paloturvallisuus
- siisteys
- kulunvalvonta, kulkuluvat
- ylipaineistus
- tietoturva
- tilasta olevat mittaukset automaatiojärjestelmässä.

Liitteessä 1 on dokumentti, jota käytettiin pohjana ympäristöolosuhteiden tarkasteluun ja konekannan keräämiseen. Lisäksi liitteessä 2 on esimerkkinä huonekortin pohja, jollainen tehtiin jokaisesta huoneesta tutkimuksen ja sen jälkeen tehtaan työntekijöiden toimesta kerätyn aineiston perusteella.

5.2 Tehtaan yleisimpien järjestelmätoimittajien tilavaatimukset

Työhön kuului tärkeänä osana selvittää automaation PC-laitteiden suurimmilta laitetoimittajilta, mitkä ovat vaatimukset heidän toimittamilleen PC-laitteille. Selvityksessä kysyttiin kolmelta automaatiotoimittajalta, minkälaiset ympäristöolosuhdevaatimukset heidän toimittamillaan automaation PC-laitteilla on. Yritykset olivat ABB, Honeywell ja Metso. Lisäksi asiaa kysyttiin tietokonelaitetoimittaja HP:lta.

Kyselystä selvisi, että ABB, Honeywell ja Metso käyttävät ja soveltavat ympäristöolosuhteissa standardia IEC 721-3-3 [2; 4, s. 4; 7, s. 3]. Standardissa määriteltävistä ympäristöluokituksista kerrottiin luvussa 2.1, ja asiaa selventää myös taulukko 1, jossa on listattuna IE-luokkien vaatimuksia. Järjestelmätoimittajien ympäristöolosuhdevaatimukset on listattuna taulukossa 7. Automaatioyritysten antamissa vaatimustasoissa on pieniä eroja. ABB vaatii laitteilleen vähintään luokan IE33 täyttävät ympäristöolosuhteet, poikkeuksena on lämpötila 10 – 35 °C, suhteellinen kosteus 10 – 90 % (kondensoitumaton) ja ilman epäpuhtauksia ei saa esiintyä huoneilmassa [2]. ABB:lta ei saatu mitään dokumenttia tai ”standardia” vaatimuksista, vaan tiedot saatiin sähköpostiviestinä.

Honeywellilla ja Metsolla on molemmilla omat ohjeensa, joissa on suoraan ilmoitettu, minkälaiset olosuhteiden tulee olla standardin IEC 721-3-3 mukaan, ja lisäksi niissä annetaan muitakin ohjeita laitteiden ympäristöolosuhdevaatimuksille. Honeywell ja Metso vaativat laitteilleen ABB:tä tiukemmat olosuhteet eli luokan IE31 täyttävät ympäristöolosuhteet. Poikkeuksena luokan IE31 säädöksistä Honeywell vaatii tiukemman lämpötilan muutosnopeuden eli alle 6 °C/h. Lisäksi Honeywell määrittää tiukemmat lämpötilan ja suhteellisen kosteuden rajat automaation herkille PC-laitteille, kuten palvelimille. Nämä rajat ovat lämpötilalle 20 - 25 °C ja suhteelliselle kosteudelle 20 - 70 %. Juuri tällaisten nykyaikaisten automaation PC-laitteiden kanssa on ollutkin ongelmia, ja sen takia voidaankin näitä olosuhderajoja pitää tärkeinä. [4, s. 5; 7, s. 3]

Taulukko 7. Joidenkin automaation PC-laitetoimittajien ympäristövaatimukset.
[Koostettu lähteistä 2; 4, s. 9; 5, s. 37-38; 7, s.3].

Järjestelmätoimittaja	ABB	Honeywell	Metso	HP
Olosuhdeluokka	IE33, mutta lämpötila, suhteellinen kosteus ja ilman epäpuhtaudet tiukemmat.	IE31, mutta lämpöt. muutosnopeus tiukempi.	IE31	
Käyttöympäristön lämpötila	10 - 35 °C	15 - 30 °C serverit 20 - 25 °C	15 - 30 °C	10 - 35 °C
Suositus	21 °C	21 °C	21 °C	
Muutosnopeus	< 30 °C/h	< 6 °C/h	< 30 °C/h	< 10 °C/h
Varastointi- ja kuljetuslämpötila	-40...+70 °C	-40...+70 °C	-40...+70 °C	-30...+60 °C
Suhteellinen kosteus	10 - 90 %	10 - 75 % serverit 20 - 70 %	10 - 75 %	10 - 90 %
Suositus	40%	40%	40%	
Sinimuotoinen värinä				
2...9 Hz	< 1,5 mm	< 0,3 mm	< 0,3 mm	
9...200 Hz	< 5 m/s ² (0,5 Gg)	< 1 m/s ² (0,1 Gg)	< 1 m/s ² (0,1 Gg)	
Epäjatkuva värinä (Isku mukaan lukien)				
Huippukiihtyvyys	70 m/s ²	40 m/s ²	40 m/s ²	
Pulssin kesto aika	22 ms	22 ms	22 ms	
Ilman epäpuhtaudet (Kaasut, korrosio)	Ei saa olla	< 300 Å/kk	< 300 Å/kk	Ei saa olla Class A
Mekaanisesti aktiiviset aineet				
Hiekka	30 mg/m ³	ei	ei	
Pölyleijuma	0,2 mg/m ³	0,01 mg/m ³	0,01 mg/m ³	
Pöylaskeuma	1,5 mg/(m ² h)	0,4 mg/(m ² h)	0,4 mg/(m ² h)	
Käyttöjännite	230/115 VAC	230/115 VAC	230/115 VAC	230/115 VAC
Poikkeama	+6 %, -10 %	+6 %, -10 %	+6 %, -10 %	
Taajuus	50 / 60 Hz ± 1 %	50 / 60 Hz ± 1 %	50 / 60 Hz ± 1 %	50 / 60 Hz ± 1 %

Ehkä hieman yllättäen PC-laitetoimittaja HP:n ympäristöolosuhdevaatimukset olivat hyvin samankaltaiset ABB:n kanssa. Niiden asettamat lämpötilarajat olivat 10 - 35 °C ja suhteellisen kosteuden rajat 10 - 90 %. Laitteet eivät saa olla jatkuvassa auringon valossa eikä niitä saa sijoittaa yli 3050 m:n korkeuteen meren pinnasta. Lisäksi huoneilmassa ei saa olla epäpuhtauksia. [5, s. 37-38]

5.3 Sähkö- ja ristikytkentätilojen nykyiset ympäristöolosuhteet

5.3.1 Lämpötila

Tehtaan sähkö- ja ristikytkentätiloissa on yleensä lämpötilamittaus, joka on kytkettynä automaatiojärjestelmään. Kaikissa tiloissa ei lämpötilamittaus ole kuitenkaan automaatiojärjestelmässä, mutta paikallismittaus näistä tiloista useimmiten kuitenkin löytyy. Taulukossa 8 on listattu kierroksen aikana automaatiojärjestelmästä tai paikallismittarista luettu tilan sen hetkinen lämpötila.

Taulukko 8. Lämpötilat huoneissa, joihin tarkastelu tehtiin.

Osasto	Tila	Lämpötila / °C
ENVE	Ristikytkentätila	21,1
EMT	Ristikytkentätila 1	22,8
EMT	Ristikytkentätila 2	21,3
PK1	Sähkötila 1	23
PK1	Sähkötila 2	23
PK1	Sähkötila 3	21,8
PK1	Sähkötila 4	21
PK2	Ristikytkentätila 1	23
PK2	Ristikytkentätila 2	22
PK2	Ristikytkentätila 3	20
PK2	Sähkötila	-
PK2	Logiikkahuone	-
PK2	Ristikytkentätila 4	22,3
PK3	Ristikytkentätila 1	23,3
PK3	Ristikytkentätila 2	25
	IT-konehuone 1	21
	IT-konehuone 2	20

Taulukosta 8 havaitaan, että lämpötilat ovat lähellä haluttua arvoa. Kaikki huoneet olivat ± 4 °C sisällä halutusta 21 °C:sta. Kauimpana oli PK3-alueen ristikytkentätilan 25 °C. Tuloksissa täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että lämpötilat luettiin helmikuun aikana. Tulokset voisivat olla huonommat, jos kierros olisi tehty esimerkiksi heinäkuussa. Tilojen liian korkeaan lämpötilaan kesäaikana voi auttaa lämpötilan asetusarvon muuttaminen hieman normaalia alemmaksi kesän ajaksi. Tämä ei kuitenkaan auta, jos ilmastointia ei ole suunniteltu tarpeeksi tehokkaaksi.

5.3.2 Ongelmat lämpötilan ja korroosion kanssa

Erityisesti PK1- ja PK2-alueilla on ollut paljon ongelmia lämpötilojen ja korroosion kanssa, kuten taulukosta 9 voidaan havaita. PK1-alueella on yksi erityisen ongelmallinen sähkötila, jossa on havaittu korroosiota. Samaisessa tilassa on usein ongelmia myös lämpötilan kanssa kesällä. Ilmastoinnin tehot eivät riitä ja lämpötila nousee liian korkeaksi. Ilmastointia on paranneltu useaankin otteeseen, mutta se vaatii parannuksia vieläkin. Yleistuntuma PK1-alueen sähkö- ja ristikytkentätiloihin on se, etteivät ne täytä nykyajan automaation PC-laitteiden asettamia vaatimuksia.

Taulukko 9. Sähkö- ja ristikytkentätilojen ongelmia.

Osasto	Tila	Tilassa havaittuja ongelmia
ENVE	Ristikytkentätila	Ei ongelmia.
EMT	Ristikytkentätila 1	Ei ongelmia.
EMT	Ristikytkentätila 2	Ei ongelmia.
PK1	Sähkötila 1	Ilmanlaatu voisi olla parempi.
PK1	Sähkötila 2	Ilmanlaatu voisi olla parempi.
PK1	Sähkötila 3	Koneiden ilmanottoaukoissa pölyä, ilmassa epäpuhtauksia, kesällä liian kuuma.
PK1	Sähkötila 4	Ei ongelmia.
PK2	Ristikytkentätila 1	Ei ongelmia.
PK2	Ristikytkentätila 2	Korroosio-ongelmia, kesällä liian kuuma, ilma ei ole puhdasta.
PK2	Ristikytkentätila 3	Ilmassa epäpuhtauksia, kesällä liian kuuma, talvella liian kylmä.
PK2	Sähkötila	Korroosio-ongelmia.
PK2	Logiikkahuone	Ei ongelmia.
PK2	Ristikytkentätila 4	Ei ongelmia.
PK3	Ristikytkentätila 1	Ei ongelmia.
PK3	Ristikytkentätila 2	Ei ongelmia.
	IT-konehuone 1	Ei ongelmia.
	IT-konehuone 2	Ei ongelmia.

PK2-alueen kaikissa sähkö- ja ristikytkentätiloissa on ongelmia lämpötilan, korroosion tai molempien kanssa, vain muutamaa tilaa lukuun ottamatta. Ilmassa on epäpuhtauksia. Eräessä PK2-alueen ristikytkentätilassa esimerkiksi oli havaittu prosessiaseman tietokoneesta, että korroosio oli syönyt koneen elektroniikkakomponentit

käyttökelvottomaan kuntoon. Kyseisestä tietokoneesta olevat kuvat liitteessä 4 havainnollistavat, kuinka korroosioindikaattori eli kuparilevy on tummunut. Laitteen korjaaminen olisi edellyttänyt kaikkien elektroniikkakomponenttien vaihtamisen. Prosessiasema oli ollut ristikytkentätilassa vasta reilut kaksi vuotta.

Kyseisessä PK2-alueen ristikytkentätilassa esiintyneiden korroosio-ongelmien takia alettiin huoneen ilmanlaatua selvittää tarkemmin. Huoneeseen laitettiin kuukauden ajaksi reaktiivisuuden seurantaan varten kupari- ja hopealiuskoja muutamiin eri paikkoihin. Liuskat laitettiin huoneeseen kaapin päälle, tuloilmaan ennen kemiallista suodatinta ja sen jälkeen sekä kiertoilmaan ennen kemiallista suodatinta ja sen jälkeen. Nämä liuskat lähetettiin analysoitavaksi Yhdysvaltoihin, mutta tuloksia ei saatu ajoissa tähän raporttiin. Silmämääräisesti liuskoista kuitenkin havaittiin, että kemiallisten suodattimien jälkeen huoneeseen tuleva ilma on puhdasta, mutta silti huoneessa oleva ilma on saastunutta. Huoneeseen täytyi siis päästä saastunutta ilmaa jostain muualta kuin tuloilmasta. Huoneessa oli ylipainetta prosessisaliin verrattuna n. 30 Pa. Selvisi kuitenkin, että prosessisali on reilusti alipaineinen ulkoilmaan nähden. Kun mitattiin ristikytkentätilan painetta suoraan ulkoilmaan verrattuna, selvisi, että tila olikin alipaineinen ulkoilmaan nähden. Johtopäätös oli se, että saastunut ilma on vuotanut ristikytkentätilaan suoraan ulkoilmasta. Yksi tilan seinistä on ulkoseinustalla. [11]

5.3.3 Ilmastointi

Kaikissa tiloissa on tulo- ja kiertoilma. Tuloilmakoje puhaltaa tilaan raikkaan ilman ja sen avulla toteutetaan myös ylipaineistus. Tuloilma jäähdytetään tai lämmitetään vuodenajasta riippuen. Kiertoilma jäähdytetään ja sen avulla tilan lämpötila pysyy haluttuna. [6, s. 4] Normaalisti kiertoilma puhaltaa katonrajasta koko huoneen leveydellä olevista aukoista. Paremmiin toteutetuissa tiloissa, kuten IT-konehuoneissa, on korotettu lattia. Tällöin kiertoilma puhaltaa tietokoneräkkien edestä lattianrajasta kaappeihin päin, ja lämmin ilma poistuu kaapin toiselta puolelta katonrajasta. Kuvassa 1 on esitetty tällaisen toteutustavan periaate.

Tuloilma suodatetaan sekä mekaanisesti että kemiallisesti. Kiertoilma suodatetaan vain mekaanisesti, koska kiertoilman oletetaan olevan jo puhdasta kemiallisesti aktiivisista aineista. [10] Poikkeuksena on PK2-alueen eräs ristikytkentätila, jossa suodatetaan kaapeille suoraan menevä kiertoilma myös kemiallisesti tilassa olleiden korroosio-ongelmien takia.

5.3.4 Kemialliset ja mekaaniset suodattimet tehtaalla

Tilanne kemiallisten ja mekaanisten suodattimien osalta on hieman sekava. Ei ole olemassa tarkkaa listaa, missä esimerkiksi suodattimia on ja missä ei ole. Asioista on myös ristiriitaista tietoa. Toisaalla sanotaan, että kaikissa tehtaassa sähkö- ja ristikytkentätiloissa on kemialliset suodattimet, ja toisaalla taas sanotaan, että kaikissa tiloissa ei ole suodattimia. Nykyajan sähkölaitteet ovat kuitenkin niin herkkiä, että jonkinlaista suodatinjärjestelmää on käytettävä. [10; 11]

SAPPIssa käytetään tyypillisesti EU7- ja EU9-tason hienosuodattimia tuloilmassa. Suositeltava suodatintyyppi on tavallisesti pussisuodatin. Laitteissa, joissa sen käyttö on mahdotonta, voidaan käyttää kertakäyttöisiä pahvikehyksellisiä tasosuodatinelementtejä. [6, s. 9]

Mekaanisten suodattimien käytössä on kuitenkin myös ongelmia. Käytössä on paljon erilaisia suodatintyyppejä, joilla on erilaisia ominaisuuksia. Käytössä on mm. suodattimia, jotka aiheuttavat liian suuren paine-eron. Nämä suodattimet ovat myös kalliimpia, vaikka niiden vaihtoväli onkin pidempi. On myös käytössä lasikuitusuodattimia, joiden ominaisuudet eivät ole sopivia esimerkiksi silloin, jos ilmastointikojetta joudutaan sammuttamaan ja käynnistämään uudelleen. Tällöin suodatin päästää helposti lävitseen siihen kerääntynyttä pölyä. [11]

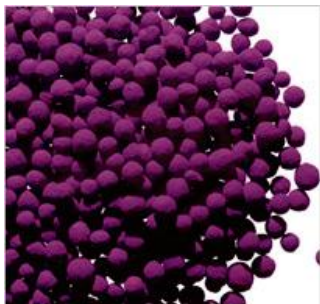
Kemiallista suodatusta käytetään ulkoilmasta otettavan tuloilman puhdistamisessa. Kiertoilman oletetaan jo olevan puhdasta kemiallisesti reaktiivisista aineista. Yhdessä tehtaassa sähkötilassa suodatetaan kemiallisesti myös kiertoilma siellä olleiden korroosio-ongelmien takia. Mekaaninen suodatus on kaikkialla sekä tulo- että kiertoilmassa. Kun

on käytössä kemiallinen suodatus, suodatetaan tehtaan ilma SAPPIn oman standardin mukaisesti ennen kemiallista suodatinta EU7-tason mekaanisella suodattimella ja EU9-tason mekaanisella suodattimella kemiallisen suodattimen jälkeen. Laitetoimittajan suositus ennen kemiallista suodatinta on EU5-tason mekaaninen suodatus, mutta käytössä on EU7, koska sen uskotaan parantavan kemiallisten suodattimien elinaikaa, mikä säästäisi rahaa. [10, 11] LVI-ohjekortti LVI 31-10237 kuitenkin ohjeistaa mekaaniseksi suodatintyyppiä ennen kemiallista suodatinta EU8-tasoista suodatinta [19, s. 2].

SAPPIn kemiallisissa suodattimissa käytetään pääsääntöisesti Purafil[®] Select -suodatusmassaseosta. Se koostuu alumiinioksidista ja on kehitetty Chemisorbant-suodatusmassasta. Purafil[®] Select on tarkoitettu erityisen rankkoihin olosuhteisiin pidentämään suodattimien huoltoväliä. Tämä suodatusmassaseos soveltuu laajalle joukolle eri kaasuja. Sen pidätyskyky alla oleville kemiallisille yhdisteille on vähintään seuraava:

- Rikkivety: 12,0 % suodatusmassan painosta.
- Rikkidioksidi: 6,0 % suodatusmassan painosta.
- Typen oksidit: 4,2 % suodatusmassan painosta.
- Formaldehydi: 2,1 % suodatusmassan painosta. [26, s. 1-2]

Purafil[®] Select -suodatusmassan dokumentoidut suoritusarvot mahdollistavat parhaat ratkaisumallit eri ongelmiin. Suodatusmassa on tarkoitettu erityisesti teollisuusympäristöön, jossa rikkivety ja rikkidioksidi ovat suurimpia ilmanlaatuongelmien aiheuttajia. Elinikäanalyysin avulla voidaan suunnitella suodatusmassan vaihtohetki ja optimoida suodattimen huollot. [26, s. 1-2]



Kuva 4. Purafil[®] Select -kemiallista suodatusmassaa.

5.3.5 Suodattimien ennakkohuollot

Ilmastoinnin ja sitä kautta suodattimien ennakkohuolto Kirkniemen tehtaalla kuuluu ylläpitoryhmille tai tehdaspalvelulle tai se on ulkoistettu Metsolle, riippuen mistä tehtaan osasta puhutaan. Mekaanisten suodattimien vaihto tapahtuu paikallisen paine-eromittauksen tai silmämääräisen tarkistuksen mukaan. Vaihto tehdään viimeistään paine-erokytkimen hälytyksen perusteella, vaikka ne pyritäänkin vaihtamaan jo aikaisemmin. Kaikkialla ei kuitenkaan ole käytössä edes paine-erokytkintä, jolloin suodattimien vaihdot tehdään ainoastaan silmämääräisen tarkistuksen perusteella. [6, s. 9; 10]

Kemiallisten suodattimien ennakkohuollosta on sopimus Climecon Oy:n kanssa. Suodatinkemien massasta otetaan näyte, joka lähetetään Yhdysvaltoihin elinikäanalyysiin. [10] Analyysistä saadaan liitteen 5 mukainen raportti, josta nähdään ennuste, kuinka kauan massa vielä kykenee sitomaan kaasumaisia saasteita. Raportissa kerrotaan myös, kuinka kauan massa on jo ollut käytössä, ja ennustetaan massan elinikä sekä vaihtohetki. Lisäksi raportissa annetaan ajankohta uuden näytteen ottamiselle. Liitteen 5 kuvasta 1 näkee, kuinka suodatusporras 1 toimii vielä yli 12 kuukautta, mutta suodatusporras 2 on elinikänsä lopussa ja tulisi vaihtaa heti.

Kun suodatusmassan vaihto on ajankohtainen, Climecon Oy lähettää tarjouksen uudesta suodatinkennosta, ja tarjouksen hyväksymisen jälkeen he tuottavat sen tehtaalle. Suodatinkennon vaihdon toteuttavat ylläpitoryhmät tai tehdaspalvelu tai se on ulkoistettu Metsolle, riippuen alueesta. Suodatinmassat vaihdetaan noin kerran kahdessa vuodessa, ja vaihto maksaa noin 3000 € / ilmastointikoje. Kemiallisten suodattimien vaihtoväleissä on luotettava Climeconiin, koska muuta tietoa ei asiasta ole saatavilla. Markkinoilla on runsaasti tuotteita tarjolla, mutta vain muutamat ovat vakavasti otettavia. Ennakkohuoltojärjestelmä toimii hyvin ja luotettavasti Climecon Oy:n kautta. [10]

5.3.6 Muut ympäristöolosuhteet

Sähkö

Kaikille automaation PC-laitteille on UPS-syöttö lyhyiden sähkökatkojen varalle. UPS:t sijaitsevat muutamissa sähkötiloissa eri puolilla tehdasta, ja niistä on syötöt tiloihin, joissa ei ole omaa UPSia.

Paloturvallisuus

Tehtaalla on oma tehdaspalokunta, joka nopeuttaa sammutustyötä huomattavasti tulipalon sattuessa. Kaikki kierrokseen kuuluneet sähkö- ja ristikytkentätilat ovat tehtaalla palohälytysjärjestelmässä. Tilasta saadaan palohälytys välittömästi palon syttyttyä. Lisäksi tiloissa on yleensä jauhe- tai hiilidioksidikäsisammuttimet. Näitä ei kuitenkaan joka tilasta löydy. Joissain tiloissa on myös lisäksi palohälytyspainike. IT-konehuoneissa on automaattinen Argonite-sammutusjärjestelmä. Tulipalon sattuessa tilaan syötetään kaasua, joka syö kaiken hapen, jolloin tulipalo tukehtuu.

Huoneiden siisteys

Sähkö- ja ristikytkentätilojen siivous ei ole riittävän tehokasta. Ennen siivouksien ulkoistamista tilat kuuluivat ennakkohuoltolistaan. Sähkötilojen siivoukseen koulutetut talon omat siivoajat hoitivat siivouksen säännöllisesti. Nykyään siivous kuuluu ylläpitoryhmien omalle vastuulle, tai siivous pitää tilata erikseen, kun siihen on tarvetta. Tämän takia siivous jää usein tekemättä ja hoidetaan vasta, kun huoneessa on jo todella pölyistä.

Kierroksen perusteella joissain huoneissa lattiat olivat todella pölyisiä. Useimmat huoneet olivat kuitenkin kohtalaisen siistejä. Monissa huoneissa oli kuitenkin paljon ”ylimääräisiä” tavaroita lattioilla ja pöydillä, mikä lisää epäsiisteystä ja on turhaa palokuormaa.

Kulunvalvonta, kulkuluvat

Melkein kaikki sähkö- ja ristikytkentätilat ovat lukittuina, ja niihin pääsee sisään sähkötilojen avaimella. Tämä avain on erittäin monella tehtaan työntekijöistä. Yhdellä alueella sekä kahdessa ylläpidon toimistotilojen yhteydessä sijaitsevissa sähkötiloissa oli kuitenkin ovet lukitsematta.

IT-konehuoneisiin kulkua seurataan. Toiseen tilaan pääsee vain erillisellä avaimella, joka kuitataan otetuksi käyttöön ja käytön jälkeen se palautetaan. Toiseen tilaan kulku on vain IT-osaston kautta ja avain pitää noutaa IT-henkilöstöltä.

Ylipaineistus

Suurimmassa osassa tiloista ei ole mittausta ylipaineen osoittamiseksi, mutta joissain tiloissa on paikallismittari. Niistä havaittiin, että vain kolmessa tilassa kierretyistä 17 tilasta oli asianmukainen ylipaine mittauksineen. Yhdessä EMT-alueen ristikytkentätilassa oli kuitenkin jopa 5 Pa alipainetta. Muissa tiloissa ei ollut mittausta.

Ylipaineistuksen toteuttaminen on hankalaa. Tuloilma ei helposti riitä takaamaan riittävää ylipainetta. Jos huoneessa on yksikin tukkimaton aukko, esim. kaapelin läpivienti tms., ei ylipainetta saada toteutettua. Joskus on myös havaittu, että operaattorit ovat sammuttaneet tuloilmakojeen, jolloin ylipainetta ei pääse muodostumaan.

Tietoturva

Tietoturva on Internetin osalta kunnossa tehtaalla. Tietokoneiden käytössä on kuitenkin pieni ongelma. Kuka tahansa, jolla on sähkötilojen avain, pääsee käsittelemään sähkö- ja ristikytkentätiloissa sijaitsevia automaation PC-laitteita. Joitain koneita pääsee käyttämään ilman minkäänlaisia salasanoja. Joihinkin koneisiin tarvitaan kuitenkin salasana, joka on tehtaan sisällä yleensä hyvin tiedossa. Parannusehdotuksena tähän

voisi olla tietokoneiden lukitseminen normaalisti käytön jälkeen. Jokainen kirjautuisi koneille omilla tunnuksillaan, jolloin nähtäisiin jälkeensä, kuka on tehnyt muutoksia.

5.4 Muita huomioita kierrokselta

Kosteutta ei mitata eikä säädetä missään tehtaassa sähkö- ja ristikytkentätilassa. Kosteus on kuitenkin merkittävässä osassa korroosion kiihdyttäjänä. Vaikka kosteutta ei ole tiloissa erityisesti havaittukaan, voisi sen mittaaminen olla aiheellista ainakin kriittisimmissä tiloissa. Kosteuden säätö on ongelmallista, mutta olisi ainakin hyvä tietää varmuudella, missä kosteuden suhteen mennään.

Tehtaassa sähkö- ja ristikytkentöjen ilmanlaadusta tulisi tehdä perusteellinen tutkimus. Tulisi selvittää, mitkä kaasut aiheuttavat ongelmia ja miten niitä vastaan voidaan suojautua entistä tehokkaammin. Lisäksi tulisi laajemmin selvittää, mitkä tilat ovat erityisen ongelmallisia ja olisiko niiden tilojen PC-laitteita mahdollista keskittää esim. IT-konehuoneisiin, joissa on paremmat olosuhteet, tai onko tilan ympäristöolosuhteita mahdollista parantaa.

Ilmanlaatua alettiinkin selvittää tehtaalla PK2-alueen ristikytkentätilassa tehdyn reaktiivisuusmittauksen yhteydessä, kun tehtaalle hankittiin myös siirrettävä reaaliaikainen korroosiota mittaava OnGuard 3000 -mittalaite. Laitteella voidaan mitata myös lämpötilaa ja kosteutta. Tiedot tallentuvat tunnin välein mittalaitteelle, ja myöhemmin mittaustulokset voidaan siirtää tietokoneelle analysoitavaksi. [25]

Laitetta testattiin PK2-alueen samassa ristikytkentätilassa, jossa korroosio-ongelmia on havaittu. Laitetta pidettiin tilassa lähes kolme vuorokautta ja saatiin liitteessä 6 olevien kuvien ja taulukon mukaiset tulokset. Mittauksen tuloksista havaitaan, että lämpötila oli 23,5 °C:n ja 24,3 °C:n välissä koko näytteenottoajan. Suhteellinen kosteus taas vaihteli 20 %:n ja 28 %:n välissä, mikä on 12 - 20 % vähemmän kuin haluttu 40 %:n suhteellinen kosteus. Laitteen kuparianturi näytti 0 - 2 ängströmin korroosion lisäystä ja hopea-anturi näytti 0 - 7 ängströmin korroosion lisäystä. Hopea-anturin kumulatiivinen mittaustulos nousi 10 ängströmiin. Tämäkin mittaustulos siis osoitti, että huoneessa on

korroosiota aiheuttavia kaasuja. Mittaustuloksissa on otettava huomioon, että PK1 ei ollut tuotannolla, joten se todennäköisesti vähensi korroosiota aiheuttavien kaasujen määrää ilmassa. [14]

5.5 Konekannan kartoitus

Työhön kuulunut kierros SAPPI Kirkniemen paperitehtaan 17 sähkö- ja ristikytentätilassa sisälsi konekannan kartoituksen. Tämä toteutettiin tekemällä lista jokaisen huoneen automaation PC-laitteista. Lisäksi listassa arvioitiin jokaisen koneen kriittisyyttä tuotannon kannalta. Näistä muodostettiin jokaiselle huoneelle konekortti, joista nähdään tiloissa olevat automaation PC-laitteet ja niiden kriittisyydet.

Konekorttien avulla pystytään helpommin analysoimaan, missä on kriittisiä laitteita, jotka mahdollisesti tarvitsevat siirron parempiin tiloihin tai muuten paremmat olosuhteet. Tässä raportissa ei kuitenkaan anneta tarkkoja listoja tietokoneista ja huoneista, joihin katsaus tehtiin. Liitteessä 7 on kuitenkin yleisellä tasolla listaus, minkälaisia koneita huoneissa oli ja mikä on niiden kriittisyys tuotannon kannalta.

6 Yhteenveto

Tämä selvitystyö oli ensimmäinen osuus SAPPI Finland I Oy:n selvitystä, jossa pyritään löytämään ratkaisu automaation PC-laitteiden vaatimien ympäristöolosuhteiden saavuttamiselle. Tämän työn päätarkoituksena oli selvittää laitteiden vaatimukset lakien, standardien ja muiden ohjeiden mukaan. Tärkeänä osana työhön kuului automaation järjestelmätoimittajien asettamat vaatimukset toimittamilleen laitteille. Työhön kuului myös selvitys tehtaan ympäristöolosuhteiden nykytilasta ja automaation PC-laitekannasta osassa tehtaan sähkö- ja ristikytkentätiloissa.

Selvitystyö koostui kahdesta osasta. Ensin kerättiin tietoa eri lähteistä, kuten standardeista, automaation laitetoimittajilta, vanhoista insinööritöistä, Internetistä jne. Tiedoista koottiin automaation PC-laitteiden vaatimat ympäristöolosuhteet. Toisessa osassa tehtiin SAPPI:n Kirkiniemen tehtaan joissain sähkö- ja ristikytkentätiloissa empiirisenä tutkimuksena havainnoimalla, mikä on ympäristöolosuhteiden nykytila, ja tiloista listattiin automaation PC-laitekanta ja niiden kriittisyys tuotannolle.

Tärkeimmät ympäristöolosuhteet automaation PC-laitteille ovat lämpötila, kosteus sekä ilmanlaatu. Lämpötilan tulee olla 21 °C, suhteellisen kosteuden 40 % ± 5 % ja ilman tulee olla puhdasta mekaanisesti ja kemiallisesti aktiivisista aineista. Mekaanisesti aktiivisia aineita ovat mm. pöly ja hiekka. Kemiallisesti aktiivisia aineita ovat mm. korroosiota aiheuttavat kaasut, kuten rikkidioksidi ja rikkivety. Muita tärkeitä ympäristöolosuhteita ovat sähkö- ja ristikytkentätilojen yleinen siisteys ja paloturvallisuus, sähkön saannin varmistaminen, kulunvalvonta sekä tietoturva.

Suurimmat ongelmat ympäristöolosuhteiden vaatimusten täyttämiseen ovat lämpötilasäädön ja korroosiota aiheuttavien kemiallisesti aktiivisten aineiden aiheuttamat ongelmat. Monissa sähkö- ja ristikytkentätiloissa on kesäisin liian kuuma, ja joissain tiloissa taas voi olla liian kylmä talven aikana. Tähän on useimmiten syynä alimitoitettu ilmastoinnin tehokkuus. Paperiteollisuuden valmistusprosessin yhteydessä muodostuu korroosiota aiheuttavia kaasuja. Näitä kaasuja vastaan joudutaan suojautumaan kemiallisten suodattimien avulla riittävän ilmanlaadun takaamiseksi.

Kemiallisten suodattimien tehokkaan käytön edellytyksenä olisi tunnistaa kaasut, joita vastaan halutaan suojautua, koska eri suodatusmassat erottavat parhaiten eri kaasuja. Yksi tehtaalla esiintyvistä tämän hetken ongelmista on, ettei tarkkaan tiedetä, mitkä ovat ongelmia aiheuttavat kaasut.

Selvitystyön tuloksena tehtyjä parannusehdotuksia olivat korroosion kannalta kriittisen kosteuden mittaaminen sähkö- ja ristikytkentätiloista. Tämän avulla voitaisiin varmasti tietää, onko kosteudella osallisuutta havaittuihin korroosiotapauksiin. Automaation PC-laitteiden tietoturvaa voitaisiin parantaa lukitsemalla tietokoneet käytön jälkeen, ja jokainen kirjautuisi koneille omilla tunnuksillaan, jolloin nähtäisiin jälkeensä, kuka on konetta käyttänyt ja tehnyt muutoksia ym. Tehtaan sähkö- ja ristikytkentätilojen ilmanlaadusta olisi tehtävä tutkimus, että tiedettäisiin tarkasti ongelmia aiheuttavat kaasut ja osattaisiin paremmin suojautua niitä vastaan.

Tämän työn tuloksena tiedetään automaation PC-laitteiden vaatimat ympäristöolosuhteet. Työn tuloksena luotiin tehtaalla kierretyistä sähkö- ja ristikytkentätiloista huone- ja konekortit. Huonekortista nähdään tilan ilmastoinnin perusasiat, minkälainen on tilan mekaaninen ja kemiallinen suodatus, mitä aineita vastaan ne ovat ja mistä suodatusmassoista otetaan näytteet. Huonekortista nähdään myös tilan kulunvalvonta ja kulkulupa sekä paloturvallisuusasiat ja lisäksi vielä tilassa olevien automaation PC-laitteiden sähkön saannin varmistaminen. Konekortista taas nähdään tilassa olevat automaation PC-laitteet ja niiden kriittisyys tuotannon kannalta. Näiden avulla voidaan helpommin tehdä päätöksiä, mistä tiloista ja mitä automaation PC-laitteita tulisi keskittää IT-konehuoneisiin, joissa ympäristöolosuhteet ovat paremmat ja edullisempi ylläpitää.

Tätä selvitystyötä tullaan jatkamaan toisella osalla, joka voisi olla aiheena automaatiotekniikan tai vastaavan teknisen alan opiskelijan insinööriytyölle syksyn 2010 aikana. Työssä tullaan selvittämään mm., mitkä PC-laitteet voitaisiin keskittää IT-konehuoneisiin, mitä tällainen laitteiden siirto vaatii ja millaisia muutoksia jo olemassa oleviin sähkö- ja ristikytkentätiloihin tulisi tehdä, että ne täyttäisivät vaadittavat ympäristöolosuhdevaatimukset.

Lähteet

- 1 SAPPI. (WWW-dokumentti) SAPPI Limited. <<http://www.sappi.com/SappiWeb/Home+Page>>. Luettu 9.3.2010.
- 2 Piispanen, Markku. Myyntipäällikkö, Paper Mill Automation, ABB, Helsinki. Sähköposti 2.2.2010.
- 3 SFS-EN 60721-3-3. Ympäristöolosuhteiden luokitus. Osa 3: Ympäristötekijöiden olosuhderyhmien ja niiden rasitusasteiden luokitus. Luku 3: Kiinteä asennus säältä suojatuissa tiloissa. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto, 2004.
- 4 Experion PKS. Automaatiojärjestelmän ympäristöolosuhteet. Kuopio: Honeywell Oy, 2007
- 5 HP ProLiant DL785 Generation 6 (G6). QuickSpecs. (WWW-dokumentti). Hewlett-Packard Development Company, L.P. <http://h18000.www1.hp.com/products/quickspecs/13432_div/13432_div.PDF>. Päivitetty 16.2.2010. Luettu 19.4.2010.
- 6 Lindgren, Juhani. Tekninen standardi, ilmastointi. Ilmastoinnin laitevalinta ja toteutusohjeet. Lohja: SAPPI Finland I Oy, 2008.
- 7 Metso DNA CR. Environmental conditions. Metso Automation Oy.
- 8 Järjestelmäohje. Vakioilmastointikoneet. (WWW-dokumentti). Kojacool Oy. <<http://koja.captesting.net/data/File/jaahdytys/jarjestelmat/jarjestelmaohje5.pdf>> 2004. Luettu 8.3.2010.
- 9 PSK 2002. Sähkötilat enintään 1000 V. 2. painos. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry, 2002.
- 10 Lindgren, Juhani. Suunnittelija, SAPPI Finland I Oy, Lohja. Keskustelu 23.2.2010.
- 11 Kottonen, Niko. Ilmastointihuoltomies, SAPPI Finland I Oy, Lohja. Keskustelu 2.3.2010.
- 12 Godaert, Werner. Computer room requirements. SAPPI Europe SA, 2009.
- 13 IT physical security procedure. Rev. No. 2. SAPPI Fine Paper Europe, 2005.
- 14 Leinonen, Harri. Projekti-insinööri, SAPPI Finland I Oy, Lohja. Sähköposti 26.3.2010 ja 16.4.2010.
- 15 Hallamäki, Martti. Sähkötyöturvallisuuskurssi SFS6002. 2. painos. Kurssimoniste. (WWW-dokumentti). <http://www.hallamaki.fi/index_files/sfs6002.pdf>. Päivitetty 1.3.2009. Luettu 1.4.2010.

- 16 Tyynelä, Markku. Teollisuusautomaation tietoturva. (WWW-dokumentti.) Metso Automation. <<http://koti.mbnet.fi/asaf/Toimittajannakokulma.pdf>>. Luettu 1.4.2010.
- 17 Lehtimäki, Matti. Suodatustekniikat ja niiden rooli pienhiukkasongelmien torjunnassa. (WWWdokumentti). VTT.<http://www.kuopioinnovation.fi/upload/7015440590904d38e35615ff0672d21c/Asiakirjat/IIT-seminaari_10.11.2008/9_Suodatustekniikat_Matti_Lehtimaki.pdf>. Päivitetty 10.11.2008. Luettu 26.1.2010.
- 18 Kemialliset suodatinmateriaalit. (WWW-dokumentti.) Halton Clean Air. <<http://www.halton.com/halton/cleanair/fi/cms.nsf/pages/14C9947C800FD9E7C225718B003DF14E?opendocument>>. Luettu 8.4.2010.
- 19 LVI31-10237 ohjetiedosto. Sähkö- ja elektroniikkatilojen ilmastointi. Kemiallisen suodattimen valinta. Helsinki: Suomen Rakennuttajaliitto ry & Rakennustietosäätiö ja LVI-Keskusliitto, 1995.
- 20 Muller, Christopher. Control of corrosive gases to avoid electrical equipment failure. Doraville: Purafil, Inc., 1999.
- 21 Hienonen, Risto & Lahtinen, Reima. Korroosio ja ilmastolliset vaikutukset elektroniikassa. Espoo: VTT, 2007.
- 22 Daruwalla, Hoshi & Garg, Vikas. Quartz crystal-based monitoring ties well with total solution architecture. Purafil, Inc. & Tata-Honeywell Ltd.
- 23 2001 ASHRAE[®] handbook, fundamentals. SI Edition. Atlanta: American society of heating, refrigerating, and air-conditioning engineers, Inc., 2001.
- 24 Product bulletin 4 the OnGuard[®] continuous corrosion transmitter. Doraville: Purafil, Inc., 2006.
- 25 Product bulletin 4 OnGuard[®] 3000 for industrial applications. Doraville: Purafil, Inc., 2006.
- 26 Purafil[®] Select kemiallinen suodatusmassa. Helsinki: Climecon Oy, 2000.

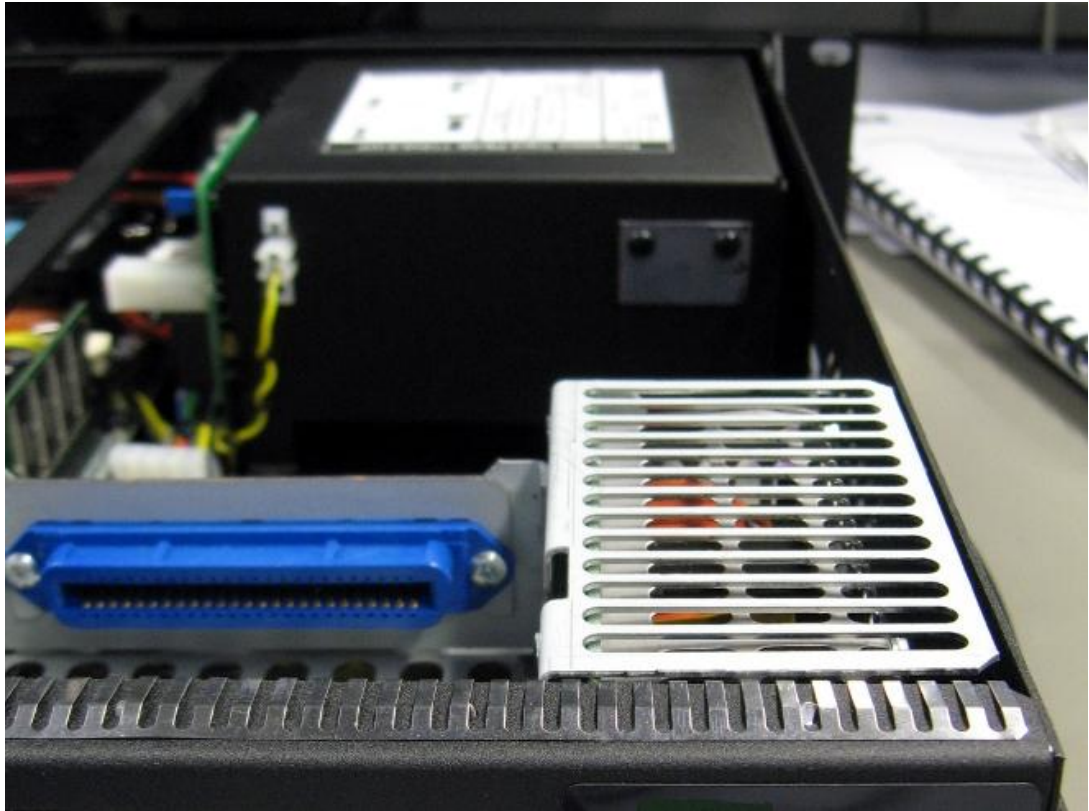
Pvm	Lämpötila
Osasto	Kosteus
Tilan nimi	
	Huomioita
Ilmastointi	
Jäähdytys/lämmitys	
Onko ongelmia kesä/talvi	
Mekaaninen suodatus	
Kemiallinen suodatus	
Niiden ennakkohuolto	
Toimiiko suodatus	
Ilmanlaadun seuranta	
Onko mittauksia	
Sähkö	
Paloturvallisuus	
Huoneen siisteys	
Kulunvalvonta, kulkuluvat	
Ylipaineistus	
Tietoturva	

Tilassa olevat automaation PC-laitteet, niiden kriittisyys ja arvo liiketoiminnalle, riskit esim. jos kone kaatuu, kuinka nopeasti saadaan pystyyn, miten vaikuttaa tuotantoon

Tietokoneet	Kriittisyys

Mitä tilaan liittyviä mittauksia on automaatiojärjestelmässä

Muita huomioita



Kuva 1. Prosessiasema, johon korroosio on iskenyt. Korroosioindikaattori näkyy kuvassa ylhäällä, niitattuna mustan laatikon kylkeen.



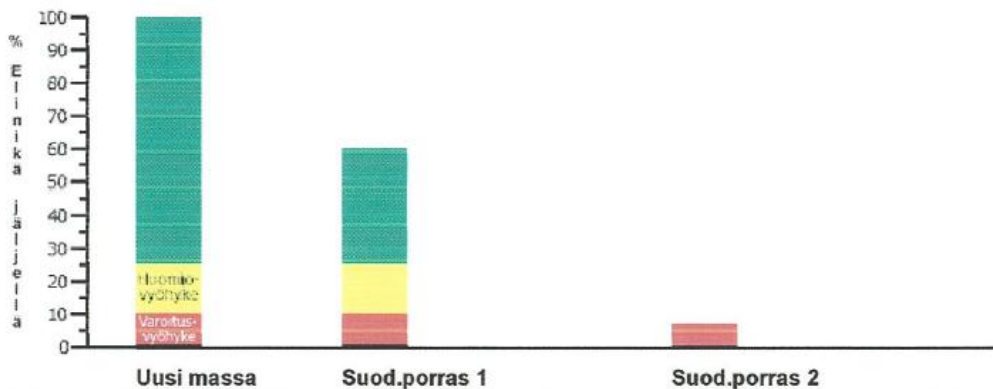
Kuva 2. Prosessiaseman korroosioindikaattori eli kuparilevy, joka on ollut korroosion vaikutuksen alaisena ja tummunut.

PURAFIL®

ELINIKÄANALYYSI CLI-8825

Yritys:	M-real Oyj Kirkniemi PK3	Päivämäärä:	06-01-2003
Henkilö:		Suod.tyyppi:	UPC 1.5-2J
Huone/alue:	PK 3		

	Tulokset/Ennusteet	
	Suod.porras 1	Suod.porras 2
Suodatusmassa:	Puracarb	Purafil Select
Laitenumero:	0610040IK	0610040IK
Täytetty:	27-09-1999	09-11-2001
Näyte otettu:	02-12-2002	02-12-2002
Ollut käytössä:	38 kuukautta	13 kuukautta
Kosteus:	11%	11%
Toimintakyky:	7.7 pH	0.6 % KMnO4
+Ennustettu elinikä:	> 12 kuukautta	> 12 kuukautta
+Elinikä jäljellä:	> 12 kuukautta (60%)	1 kuukautta (7%)
+Ennustettu vaihtohetki:	> 12 kuukautta	Heti
Uusi näyte:	02-03-2003	Tarpeeton



+Ilmoitettu suodatusmassan elinikä ja vaihtohetki eivät ole takuuarvoja vaan analyysin perusteella tehtyjä arvioita.

Edustajanne: Climecon Oy / Ralsintie 4 A Helsinki FIN-00720 Finland / 011-358-9-350-8540

Purafil, Inc. / 2654 Weaver Way, Doraville GA 30349 / (800)222-6367
 Purafil Europa BV / Aziesingel 30 / NL-3404 EL IJsselstein / The Netherlands / 31 30 267 67 30
 E-mail: purafil@purafil.com / Internet Web Site: <http://www.purafil.com>



Kuva 1. Esimerkki kemiallisen suodattimen elinikäanalyysin tuloksista.

ELINIKÄANALYYSI CLI-8825

06/08/00

Lähetetään:

CLIMECON OY
Ralsintie 4 A
FIN-00720 Helsinki, Finland

Henkilö: M.Erikson

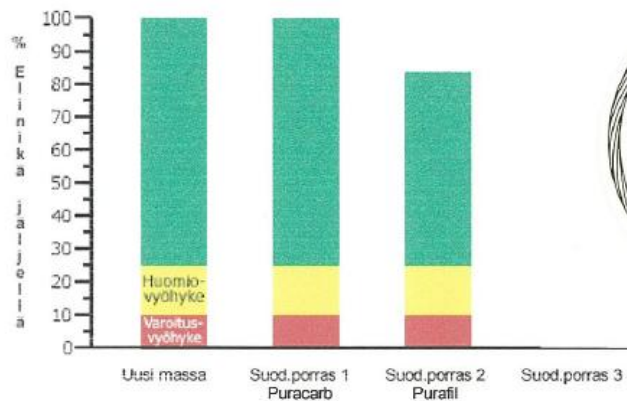
Toim.no: 8825 (Climecon Oy)
Valm.no: CLI-8825
Suod.tyyppi: UPC 1.5-2J
Sovellusalue: Teollisuus
Kohde: Massa/Paperitehdas/Tupakkatila
Yritys: Metsä-Serla Oy/Kirkniemen paperiteh
Huone/alue: PK 3
Vast.otettu: 05/31/00

Tulokset/Ennusteet

	Suod.porras 1	Suod.porras 2	Suod.porras 3
Suodatusmassa:	Puracarb	Purafil	
Lab numero:	06060-09	06060-66	
Laitenumero:	06I0040IK	06I0040IK	
Täytetty:	09/27/99	10/29/99	
Näyte otettu:	05/17/00	05/17/00	
Oliut käytössä:	7.6 kuukautta	6.6 kuukautta	
Kosteus:	12.4%	7.5%	
*Toimintakyky:	14.0% keräilykyky (Huom 5)	3.4% KMnO4 41.5 kuukautta	
+Ennustettu elinikä:	> 36 kuukautta (100%) (Huom 5)	34.9 kuukautta (84%) 04/13/03	
+Ennustettu vaihtohetki:	08/16/00	08/16/00	
Uusi näyte:			

Päivämäärät ilmoitettu kuukausi/päivä/vuosi

Elinikä

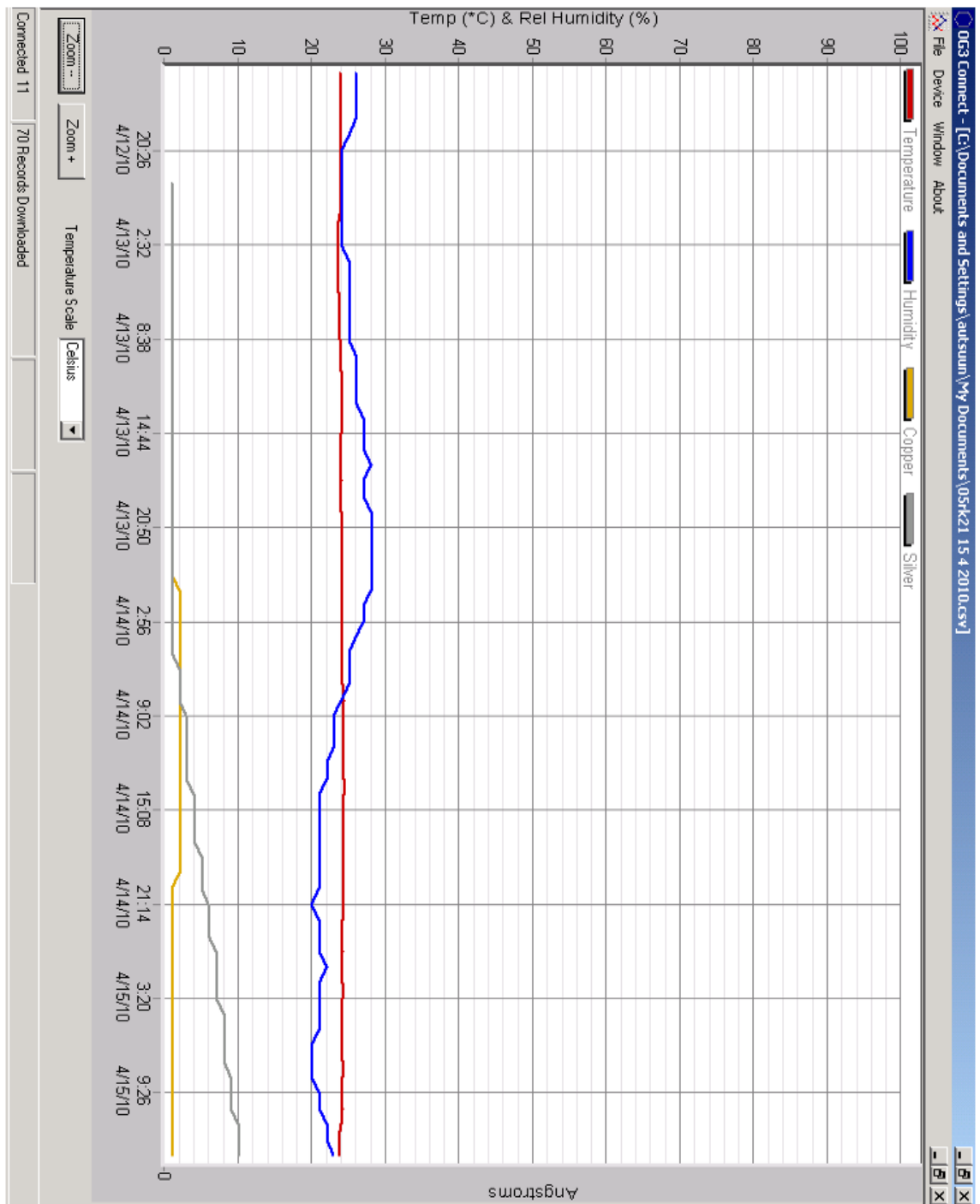


*Puracarb suodatusmassan toimivuus ilmoitetaan suhteessa sen rikkivedyn (H2S) keräilykykyyn, Purakol AM suodatusmassan toimivuus ilmoitetaan suhteessa ammoniakkin (NH3) keräilykykyyn
+Ilmoitettu suodatusmassan elinikä ja vaihtohetki eivät ole takuuarvoja vaan analyysin perusteella tehtyjä arvioita.

Edustajanne: CLIMECON OY / Ralsintie 4 A FIN-00720 Helsinki Finland / 09-3508540

Purafil, Inc. / P.O. Box 1188, Norcross, Georgia 30091 / (800)222-6367 / 2654 Weaver Way, Doraville, Georgia 30340
International: Purafil Europa BV / Kerkbuurt 27-29, 1511 BB Oostzaan, The Netherlands / 075.684.2486
E-mail: purafil@purafil.com / Internet Web Site: <http://www.purafil.com>

Kuva 2. Esimerkki kemiallisen suodattimen elinikäanalyysin tuloksista.



Kuva 1. PK2-alueen ristikytkentätilassa olleen OnGuard 3000 -mittalaitteen tulokset lähes kolmen vuorokauden mittauksen jälkeen. [14]

Taulukko 1. Mittaustulokset. [Muokattu lähteestä 14].

Näyte	Pvm	Aika	Lämpötila	Kosteus	Kupari		Hopea	
			°C	%	X1_C	X1_I	X2_C	X2_I
1	12.4.2010	15 21	23.8	26	0	0	0	0
2	12.4.2010	16 22	23.8	26	0	0	0	0
4	12.4.2010	18 24	23.8	26	0	0	0	0
5	12.4.2010	19 25	23.8	25	0	0	0	0
7	12.4.2010	21 27	23.8	24	0	0	0	0
8	12.4.2010	22 28	23.8	24	0	0	1	1
10	13.4.2010	0 30	23.8	24	0	0	1	1
11	13.4.2010	1 31	23.5	24	0	0	1	1
13	13.4.2010	3 33	23.5	25	0	0	1	1
14	13.4.2010	4 34	23.5	25	0	0	1	1
16	13.4.2010	6 36	23.7	25	0	0	1	1
17	13.4.2010	7 37	23.7	25	0	0	1	1
19	13.4.2010	9 39	23.8	26	0	0	1	1
20	13.4.2010	10 40	23.9	26	0	0	1	1
22	13.4.2010	12 42	24	26	0	0	1	1
23	13.4.2010	13 43	23.9	27	0	0	1	1
25	13.4.2010	15 45	23.8	27	1	1	1	1
26	13.4.2010	16 46	23.8	28	1	1	1	1
28	13.4.2010	18 48	23.8	27	1	1	1	1
29	13.4.2010	19 49	23.9	28	1	1	1	1
31	13.4.2010	21 51	24	28	1	1	0	0
32	13.4.2010	22 52	23.9	28	1	1	0	0
34	14.4.2010	0 54	24	28	2	2	0	0
35	14.4.2010	1 55	24	27	2	2	1	0
37	14.4.2010	3 57	24	26	2	2	1	0
38	14.4.2010	4 58	24	25	2	2	1	0
40	14.4.2010	7 0	24.1	25	2	2	2	1
41	14.4.2010	8 1	24.3	24	2	2	2	1
43	14.4.2010	10 3	24.1	23	2	2	3	2
44	14.4.2010	11 4	24.2	23	2	2	3	2
46	14.4.2010	13 6	24.3	22	2	2	3	2
47	14.4.2010	14 7	24.3	21	2	2	4	3
49	14.4.2010	16 9	24.2	21	2	1	4	3
50	14.4.2010	17 10	24.2	21	2	1	4	3
52	14.4.2010	19 12	24.2	21	2	1	5	4
53	14.4.2010	20 13	24.1	21	1	0	5	5
55	14.4.2010	22 15	24.1	21	1	0	6	6
56	14.4.2010	23 16	24	21	1	0	6	6
58	15.4.2010	1 18	24	22	1	0	7	6
59	15.4.2010	2 19	24.2	21	1	0	7	6
61	15.4.2010	4 21	24	21	1	0	8	7
62	15.4.2010	5 22	23.9	21	1	0	8	6
64	15.4.2010	7 24	24.1	20	1	0	8	6
65	15.4.2010	8 25	24.1	20	1	0	9	6
67	15.4.2010	10 27	24.2	21	1	0	9	6
68	15.4.2010	11 28	24	22	1	0	10	7
70	15.4.2010	13 30	23.7	23	1	0	10	6

Taulukko 1. Automaation yleisimpiä PC-laitteita paperitehtaalla ja niiden arvioituja kriittisyyksiä.

Tietokoneet	Kriittisyys
Sovellusasemat	Operointi onnistuisi sovellusaseman kaatuessa, mutta vianhaku ja ylläpidon toiminta vaikeutuisivat.
Operointiasemat	Ei heti kriittinen tuotannolle. Jos useampi operointiasema kaatuu, voi pysäyttää tuotannon.
Prosessiasemat	Prosessiaseman kaatuessa tuotanto pysähtyy välittömästi.
Hälytysasemat	Ei estä tuotantoa, mutta hälytyksiä ei tule. Voi olla kriittinen vikatilanteessa.
Erilaiset serverit, kuten	
- järjestelmäserverit	Pyörittävät automaatiojärjestelmiä. Normaalisti kahdennettuja, ovat kriittisiä.
- HIC-serverit	Hälytysten ja datan keruujärjestelmä. Ei estä tuotantoa.
- OPC-serverit	OPC-serverin kaatuessa datan keruu lopppuu.
- EAS-serverit	Ei välittömän kriittinen.
- RHS-serverit	Estää etäyhteyksien käytön. Ei kriittinen tuotannon kannalta.
- erilaiset client-serverit	
- huoltoserverit	Vaikeuttaa ylläpidon toimintaa.
Backup/buggeri-asemat	Jos asemia tarvitsee nostaa uudelleen pystyyn, ei saada backuppeja käyttöön.
Mittausjärjestelmien PC:t	Paperin laadun seuranta- ym. mittaukset eivät onnistu. Paperin tuotanto voi keskeytyä, jos sen laatua ei pystytä mittaamaan.
Huoltopäätteet	Vaikeuttaa ylläpidon toimintaa.
Kunnonvalvontajärjestelmät	Vaikeuttaa ylläpidon toimintaa.
WIS-järjestelmän PC:t	Paperin laadun seuranta ei onnistu. Voi estää paperintuotannon.
Toimistoverkon työasemia	-
Honeywell PKS-demolaite	Koulutus ja harjoittelukäytössä. Tarvittaessa saadaan varaosia.
ym.	