

Vesa Kyllönen

KOSTEUSVAURIOIDEN ENNALTAEHKÄISY
TEOLLISUUSYMPÄRISTÖSSÄ

Insinööriö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kiinteistötalouden koulutusohjelma
Kevät 2004



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

INSINÖÖRITYÖ TIIVISTELMÄ

Osasto	Tekniikka	Koulutusohjelma	Kiinteistötalous
Tekijä Vesa Kyllönen			
Työn nimi Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy teollisuusympäristössä			
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot		Ohjaajat Esa Rantanen Matti Tiainen Allan Mustonen	
Aika	31.3.2004	Sivumäärä	65 + 28
Tiivistelmä <p>Tässä insinöörityössä selvitettiin kosteusvaurioiden ennaltaehkäisevien toimenpiteiden käyttömahdollisuuksia UPM:n Kajaanin paperitehtaalla. Työssä kartoitettiin tehdasalueen rakennusten kosteustekninen nykytilanne ja annettiin toimenpide-ehdotuksia kosteusvaurioiden ennaltaehkäisystä tehtaan kunnossapitohenkilöstölle.</p> <p>Tehtaan rakennuskunnossapidolla on suhteellisen suuri kiinteistömassa hoidettavana (pohja-ala noin 70 000 m²). Rakennuksiin sitoutuu huomattava määrä rahaa, joten niiden kunnossapitoon tulee kiinnittää erityistä huomiota. Varsinkin kosteus- ja homevaurioiden ennaltaehkäisyllä on tärkeä merkitys niin taloudellisesti kuin työntekijöiden terveyden ja viihtyisyydenkin kannalta.</p> <p>Rakennusten systemaattista tarkastus- ja huoltotoimintaa ei Kajaanin tehtaalla juurikaan ole ollut. Tämä on johtanut piileviin kosteusvaurioihin, jotka on havaittu vasta sitten, kun vaurio on edennyt jo pitkälle. Tästä johtuen korjauskustannukset ovat olleet suuret.</p> <p>Työn tuloksena toteutetaan toimintamalli, jonka avulla ongelmakeskeinen toiminta muutetaan ennaltaehkäiseväksi toiminnaksi. Sen lisäksi kaikki kiinteistöt saatetaan systemaattisen tarkastus- ja huoltotoiminnan piiriin.</p>			
Luottamuksellinen Ei			
Hakusanat Ennaltaehkäisy, home, kosteus, mikrobit, UPM			
Säilytyspaikka UPM Kajaani, Kajaanin ammattikorkeakoulun sekä UPM:n Kaukaan tehtaan kirjasto			

Faculty	Faculty of Engineering	Degree programme	Facilities Management
Author Vesa Kyllönen			
Title Preventing Moisture Damages in the Industrial Environment			
Optional professional studies		Instructors / Supervisors Esa Rantanen Matti Tiainen Allan Mustonen	
Date	31 March 2004	Total number of pages	65 + 28
Abstract <p>This final year project discussed how preventive measures of moisture damage can be carried out at the UPM paper mill in Kajaani. In the project the present situation of the buildings was first surveyed. After that proposals to prevent moisture damage in the industrial environment were given.</p> <p>The purpose of the project was to make an operational model with the help of which problem-oriented operation is changed into a preventive way of action. Thus all the real estates will come within the sphere of systematic inspection and service.</p> <p>Preventing moisture and mould damage is very important because of health and satisfaction. The microbes cause a health risk. If a moisture damage is not taken care of, it will almost always to mould problems.</p>			
Confidential No			
Keywords Microbes, moisture, mould, prevention, UPM			
Deposited at UPM Kajaani, library of Kajaani Polytechnic and UPM Kaukas' factor library			

ALKUSANAT

Kajaanin tehtaan kosteusvauriot herättivät kiinteistöjen kunnossapidosta vastaavat henkilöt miettimään, miten päästäisiin ”homeiden herraksi” eli miten kosteusvahinkoja voitaisiin ennakoida ja ehkä kokonaan välttää.

Tämän insinööriyön tarkoitus on auttaa kunnossapitohenkilöstöä tekemään toimintamalli, jonka avulla ongelmakeskeinen toiminta muutetaan ennaltaehkäiseväksi toiminnaksi. Kunnossapidon peruseriaatteena tulee olla kestävän kehityksen mukainen jatkuva kunnossapito, jolla jatketaan kiinteistöjen taloudellista käyttöikä, vähennetään pitkällä aikavälillä korjaustarpeita sekä alennetaan elinkaarikustannuksia.

Tämä insinööriyö on luettavissa myös internetissä Kajaanin ammattikorkeakoulun sivuilla osoitteessa www.kajak.fi → Kirjasto- ja tietopalvelut → Kokoelmat ja nettipalvelut → KAKTUS-opinnäytetyötietokanta.

Haluan kiittää tämän insinööriyön tilaajan edustajaa Esa Rantasta haastavasta ja monipuolisesta insinööriyön aiheesta sekä ohjauksesta. Kiitos myös kaikille muille UPM:n henkilökunnalle ja urakoitsijoille, joiden kanssa sain olla tekemisissä tämän työni osalta.

Kiitokseni myös Kajaanin ammattikorkeakoulun kiinteistötalouden koulutusohjelman opettajille, erityisesti lehtori Matti Tiiselle, jotka antoivat koulutuksen aikana hyvät perustiedot.

Erytiskiitos myös perheelleni, Tiialle ja Janikalle.

Kajaanissa 31.3.2004

Vesa Kyllönen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	9
2	KOSTEUS- JA HOMEONGELMAT	11
2.1	Mikrobit	14
2.2	Mikrobi- ja kosteusvaurion tunnistaminen	17
2.2.1	Näytteiden ottaminen	17
2.2.2	Kosteuden mittaaminen	18
2.2.3	Lämpökuvaus	19
2.3	Terveydelliset vaikutukset	21
2.4	Kosteus- ja homevaurioiden korjaus	22
3	VESIKATOT	24
3.1	Katon rasitukset	24
3.2	Vesikatot tehdasalueella	26
3.3	Toimenpide-ehdotukset	29
4	MÄRKÄTILAT JA HUOLTOLAT	33
4.1	Yleistä märkätiloista	33
4.2	Märkätilat ja huoltolat tehdasalueella	34
4.3	Toimenpide-ehdotukset	36
5	TOIMISTOT JA VALVOMOT	39
5.1	Talokirja	40
5.2	Ilmanvaihto	41
6	VÄESTÖNSUOJAT	47
6.1	Yleistä väestönsuojista	47
6.2	Väestönsuojat tehdasalueella	48
6.3	Toimenpide-ehdotukset	50
7	RUOKALA	52
8	KOSTEUSVAHDIT	54
8.1	Rakennusautomaatio	54
8.2	Mittausanturit	55
9	TOIMINTAMALLIEHDOTUKSET	58
10	KUSTANNUKSET	60
11	YHTEENVETO	61
	LÄHDELUETTELO	63
	LIITTEET	

KÄYTETYT TERMIT

Bitumi	Luonnon asfaltista saatu tai maaöljystä valmistettu trikloorieteeniin liukeneva, normaalilämpötilassa (+50°C...-40°C) jähmeä tai puolijähmeä, pääasiassa hiilivetyä sisältävä tuote.
Diffuusio	Vesihöyry siirtyy vesihöyryn osapaineesta eli vesihöyrypitoisuudesta johtuen suuremmasta paineesta pienempään ilmaan tai kiinteään aineen huokosissa.
Harjakatto	Yksi harja ja kaksi lapetta, jotka voidaan kaltevuutensa puolesta kattaa vedenpainetta kestävämmällä kateella, joiden vähimmäiskaltevuus on 1:4...1:6.
Hoito	Kiinteistön ylläpitoon kuuluva säännöllinen toiminta, jolla säilytetään kiinteistössä halutut olot.
Huolto	Tarkoitus estää vikojen ilmaantuminen ja pitää kiinteistö käyttö- ja toimintakunnossa.
Hygroskooppisuus	Aineen kyky sitoa kosteutta ilmasta ja luovuttaa kosteutta ilmaan.
Kapillaarisuus	Rakennusaineiden ja maaperän kyky imeä ja siirtää vettä itseensä niiden ollessa kosketuksissa veden kanssa.
Kastepiste	Lämpötila, jossa ilmassa oleva vesihöyry muuttuu vedeksi eli kondensoituu.
Kate	Tarkoittaa pintarakennetta, joka riittävästi kallistettuna suojaa alapuoliset rakenteet vesi- ja lumisateen haitalliselta vaikutukselta.

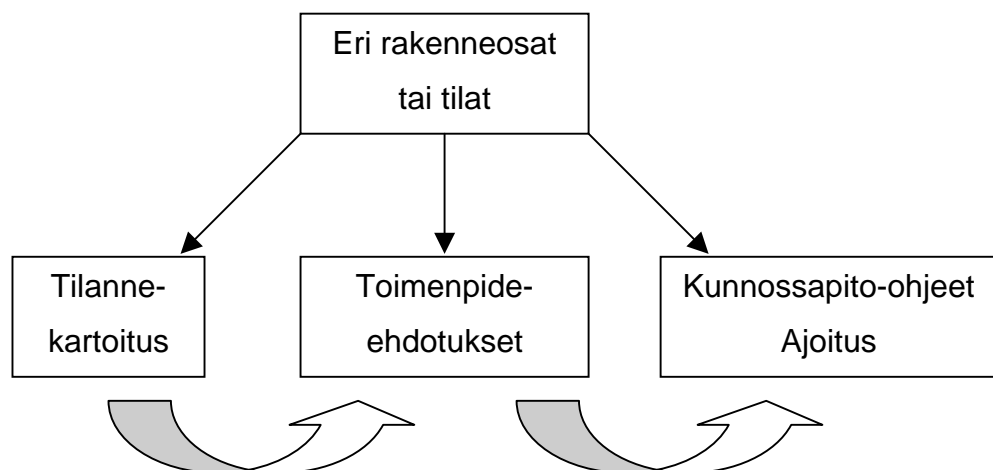
Kermi, huopa	Eristystarkoituksiin käytettävä vettä läpäisemätön rakennustarvike, joka muodostaa yhtenäisen vedeneristyskerroksen.
Keraaminen laatta	Savesta valmistettu ja poltettu laattamainen rakennustarvike (esimerkiksi kaakeli-, klinkkeri- ja tiililaatat).
Kondensoituminen	Vesihöyry tiivistyy vedeksi kiinteän aineen pinnalle tai sisään sen lämpötilan ollessa riittävän alhainen.
Konvektio	Ilmavirtausten mukana tapahtuva ilmanpaine-eroista johtuva vesihöyryn siirtyminen.
Kuru- / tasakatto	Sisäänpäin kalteva katto, jossa on kaksi tai useampia lappeita ja sisäinen vedenpoistojärjestelmä.
Kunnossapito	Korjausrakentamista, jossa kohteen käytettävyys ja koettavuus säilytetään uusimalla tai korjaamalla kulu-neet osat ilman, että suhteellinen laatutaso muuttuu.
Kyllästymiskosteus	Se vesihöyryn määrä, jonka kyseessä olevassa lämpötilassa ilma voi korkeintaan sisältää tiivistymättä nesteeksi. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä enemmän se voi sisältää vesihöyryä.
Lape	Katon "kyljestä" käytettävä nimitys, esimerkiksi harjakatossa on kaksi lapetta.
LON-verkko	Yleiskäyttöinen kenttäväyläratkaisu eli Local Operating Network. Käytetään tiedonsiirtoon muun muassa rakennusautomaatiojärjestelmissä.

OSKU-järjestelmä	UPM:n sisäinen tietokantajärjestelmä, jonka avulla hallitaan muun muassa työtilauksia ja ostotoimintaa.
Pulpettikatto	Yleensä yksilappeinen ja yhteen suuntaan kalteva kattotyyppe.
Pulpperi	Paperinvalmistuksessa tarvittava repivällä sekoittajalla varustettu säiliö.
RT-kortisto	Rakennustietokortisto, joka antaa ohjeita rakentamiseen. Rakennustieto Oy:n ylläpitämä.
Singeli	Vesikatolla oleva suojakiveys (ø 8...20 mm), joka suojaa katetta UV-säteilyltä, mekaanisilta rasituksilta ja parantaa rakenteen paloluokkaa.
Sisäinen vedenpoisto	Sade- ja sulamisvedet johdetaan katolta pois sisäisesti. Sadevesiviemärit kulkevat rakennuksen sisällä.
Suhteellinen kosteus	RH% (relative humidity). Ilmassa olevan vesihöyryn määrän suhde ilman lämpötilaa vastaavaan kyllästymiskosteuteen, joka ilmoitetaan prosentteina.
UV-järjestelmä	Umpivirtausjärjestelmä tarkoittaa sitä, että mitoitussadevesimäärällä putkisto kattokaivosta purkaantumispisteeseen on täynnä vettä. Putkistojen läpimitat ovat huomattavasti pienempiä kuin perinteisessä vedenpoistojärjestelmässä. Mahdollistaa myös viemäriin vaakavedot. Ei ole nykymääräysten mukainen.
Ylläpito	Toimintojen tarkoituksena on kiinteistön kunnon, arvon, käytettävyyden ja koettavuuden säilyttäminen.

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tilaajana on UPM-Kymmene Oyj:n Kajaanin paperitehdas. Tehtaalla on ollut runsaasti kosteusvaurioita vanhasta ja hoitamattomasta rakennuskannasta, tuotantoprosessien runsaasta kosteudesta sekä välinpitämättömästä ja huonosta rakennustavasta johtuen. Aiheen ideointi sai alkunsa keväällä 2003 työnjohtoharjoittelun aikana ja lopulliseksi insinööriyön aiheeksi muotoutui kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy teollisuusympäristössä.

Työ rajattiin käsittämään sellaiset tilat, joissa on ihmisiä. Sen lisäksi työssä käsitellään tehdasalueen kaikkien vesikattojen tilannetta. Aluksi työssä perehdytään kosteus- ja homeongelmiin yleisellä tasolla. Sen jälkeen käsitellään tehtaan eri rakenneosat ja tilat, niiden tilannekartoitus ja laaditaan toimenpide-ehdotukset. Insinööriyössä annetaan myös kunnossapito-ohjeita ja ehdotuksia niiden ajoituksesta (kuva 1). Lisäksi lopussa laaditaan tulevaisuutta varten toimintamalliehdotukset, joiden avulla voidaan välttää kiinteistön odottamattomat korjaustarpeet.



Kuva 1. Insinööriyön kulkuprosessi

Kajaanin paperitehtaalla kiinteistöjen kunnossapito on ollut ongelmakeskeistä toimintaa eli vaurio on ollut aistein havaittavissa ennen siihen puuttumista. Tämän insinööriyön tavoitteena on antaa kunnossapidosta vastaaville henkilöille sellainen toimintamalli, jonka avulla ongelmakeskeinen toiminta muutetaan ennaltaehkäiseväksi toiminnaksi. Myös kaikkien kiinteistöjen saattaminen syste-

maattisen tarkastus- ja huoltotoiminnan piiriin on yksi tärkeistä tavoitteista. Päähuomio tulee kiinnittää kosteusvaurioiden havaitsemiseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja vaurioiden ennaltaehkäisemiseen.

Kosteus- ja homeongelmat nousivat yleisesti esille 80- ja 90-luvun taitteessa. Ongelmia oli kyllä ollut aikaisemminkin, mutta tuolloin niihin alettiin kiinnittää entistä enemmän huomiota. Media on aiheellisesti ja usein populistisesti käsitellyt aihetta.

Rakennuksen ulkokuoresta eli vaipasta on pidettävä hyvää huolta, sillä jos rakenteet kastuvat, ne eivät yleensä kuivu itsestään. Tämä johtuu monikerroksisista ja tiivistä rakenteista. Rakenteen tai materiaalin sietokyvyn ylittävän kosteuden jatkuessa riittävän pitkään syntyy mikrobivaurio. Minimikosteus homekasvuston alkamiseen on lämpötilasta, vaikutusajasta ja materiaalista riippuen noin 80...90 % RH:ta (ilman suhteellinen kosteus materiaalin välittömässä läheisyydessä).

Mikrobit saastuttavat sisäilmaa ja sen kautta vaarantavat niille altistuvien ihmisten terveyden. Tästä johtuen kosteus- ja homeongelmien mahdollisimman aikainen havaitseminen ja korjaaminen on hyvin tärkeää. Hoitamaton kosteusvaurio johtaa lähes poikkeuksetta homeongelmiin.

2 KOSTEUS- JA HOMEONGELMAT

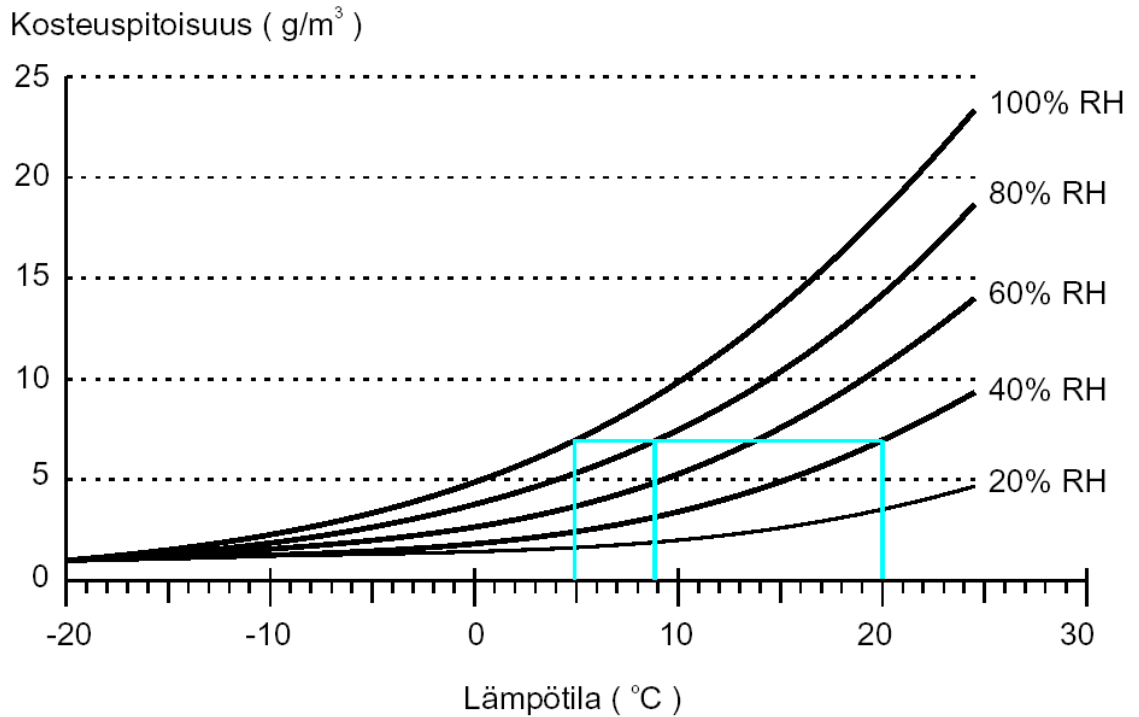
Kosteus eli vesi eri muodoissaan, vesihöyrynä, vetenä tai jäänä, aiheuttaa suurimman osan rakennusten korjaustarpeesta. Tästä johtuen kosteuden aiheuttamat vauriot ovat todella suuri menoerä myös kansantaloudellisesti, joten kosteus on otettava huomioon rakennuksen suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana. Veden kanssa on tultava toimeen, koska sitä emme pysty kokonaan poistamaan. Emmehän eläisi ilman vettä.

Puhuttaessa kosteudesta on selkeästi erotettava toisistaan määritelmät ilmakestäyskosteus, materiaalin kosteus ja rakennuskosteus. Ilmakestäyskosteus riippuu ilmassa olevan vesihöyryn määrästä, ja ilman kyky sitoa itseensä kosteutta riippuu ilman lämpötilasta. Kosteudensitomiskyky kasvaa lämpötilan noustessa. Ilmakestäyskosteus ilmoitetaan yleensä suhteellisena kosteutena (RH %), joka ilmoittaa ilmassa olevan kosteuden prosentteina siitä kosteusmäärästä, jonka ilma kyseisessä lämpötilassa voi korkeintaan sisältää. Sisätiloissa ilman suhteellinen kosteus tulisi olla välillä 20...40 %.

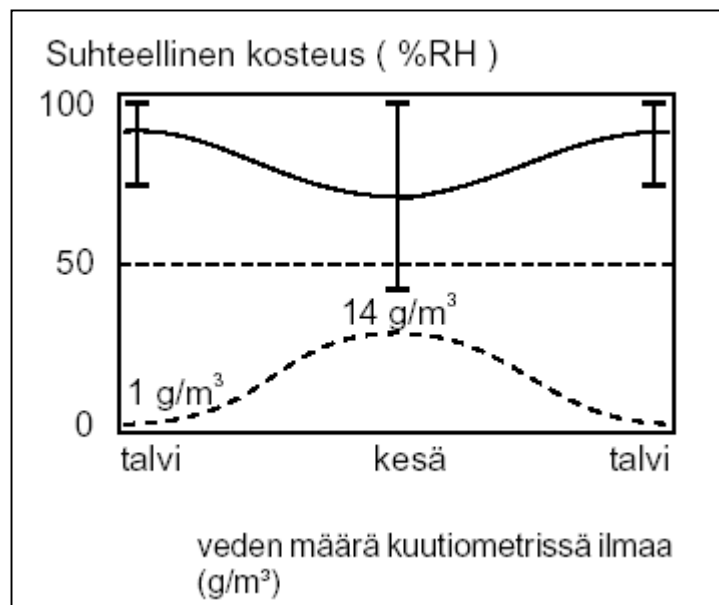
Kuvasta 2 voidaan nähdä likimääräinen lämpötila, jossa vesihöyry kondensoituu. Esimerkiksi ilman lämpötila on 20 °C ja suhteellinen kosteus 40 %. Vesihöyry kondensoituu pinnalle tai aineen sisään, kun sen lämpötila on noin 5 °C. Mikrobikasvustoa voi syntyä, kun ilman suhteellinen kosteus on noin 80 % ja materiaalin pintalämpötila noin 9 °C. [1, s.2]

Ulkoilman suhteellinen kosteus on talvella suurempi kuin kesällä, mutta talvella ilmassa on vähemmän vesihöyryä kuin kesällä (ks. kuva 3). Auringon säteilyn vaikutuksesta suhteellisen kosteuden lyhytaikaiset vaihtelut ovat suurempia kesällä kuin talvella. [2, s. 100]

Toinen ilmakestäyskosteuden ilmoittamistapa on käyttää todellista eli absoluuttista kosteutta, joka ilmoittaa ilman sisältämän vesihöyryn määrän grammoina yhtä kuutiometriä kohden (g/m^3). [2, s. 100]



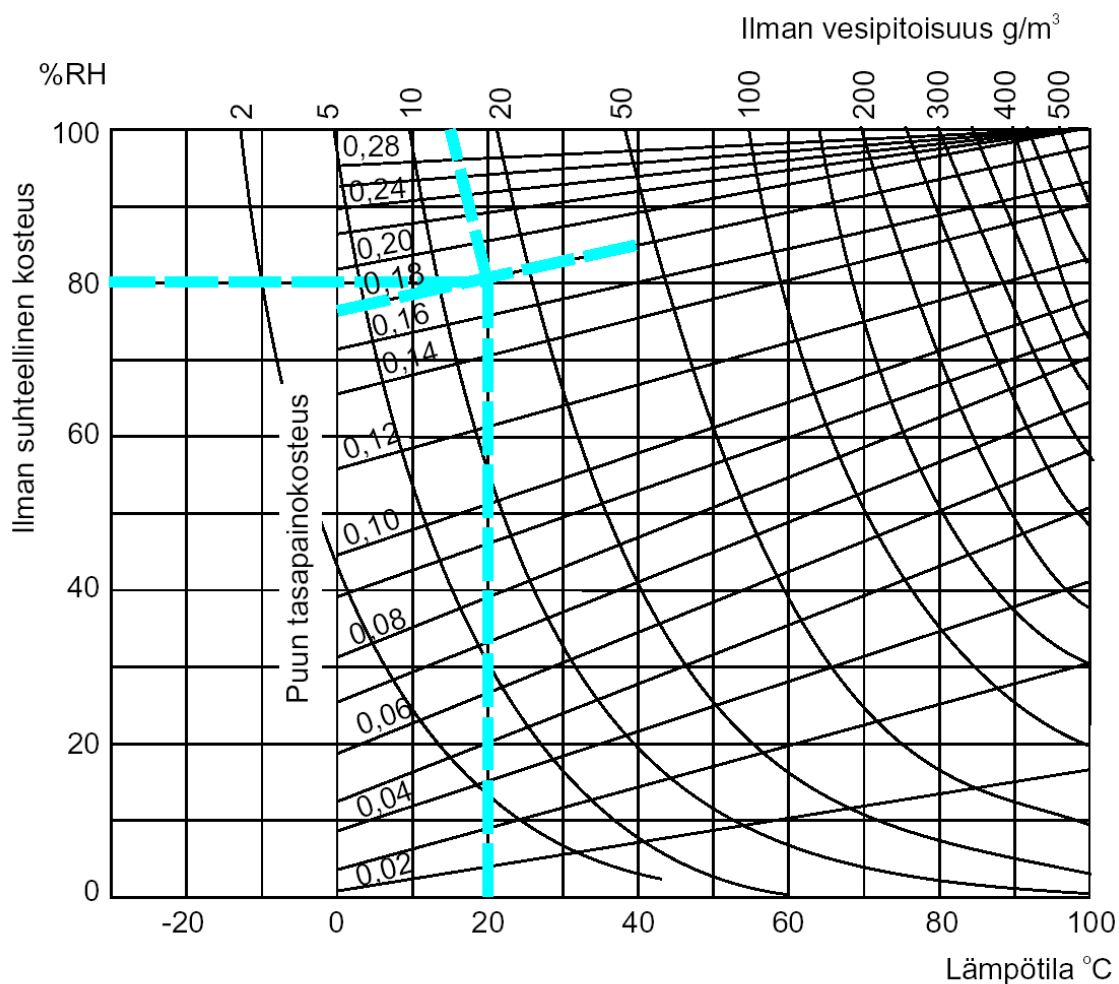
Kuva 2. Ilmassa olevan vesihöyryn määrä ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mukaan [1, s.2]



Kuva 3. Ulkoilman keskimääräinen suhteellinen kosteus ja kosteuspitoisuus (g/m^3) eri vuodenaikoina [1, s.2]

Materiaalin kosteus eli hygroskooppinen tasapainokosteus ilmoitetaan tavallisesti materiaalissa olevan veden massan ja kuivan materiaalin massan välisenä suhteena. Useimmiten se ilmaistaan prosentteina kuivapainosta eli painoprosentteina (p%). Esimerkiksi puu on kuivahkoa sen kosteuden ollessa 14...18 p%. [3]

Kuvasta 4 nähdään puun tasapainokosteus, kun tiedetään ilman lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus. Esimerkiksi ilman lämpötila on 20 °C ja ilman suhteellinen kosteus on 80 %. Näitä kuvaavien pysty- ja vaakasuorien viivojen leikkauspisteessä ilman vesihöyrypitoisuus on noin 14 g/m³ ja puun tasapainokosteus on noin 18 painoprosenttia.



Kuva 4. Puun tasapainokosteuskäyrä [1, s. 4]

Ympäristön suhteellisesta kosteudesta riippuu, sitoutuuko aineeseen kosteutta vai luovuttaako se sitä. Matalassa lämpötilassa aineeseen sitoutuu enemmän kosteutta kuin lämpimissä olosuhteissa. Ilman suhteellisen kosteuden lisääntyessä aine kostuu ja päinvastoin. Jos ilman suhteellinen kosteus muuttuu nopeasti, vesihöyryä hyvin läpäisevien aineiden, kuten mineraalivillan, kosteus asettuu tasapainokosteuteen nopeammin kuin vesihöyryä huonosti läpäisevien aineiden (esimerkiksi betoni). Materiaalin kuivuessa sen kosteuspitoisuus on suurempi kuin materiaalin kostuessa, vaikka ilman suhteellinen kosteus on mittaushetkellä sama. Rakennusmateriaalien kosteuspitoisuudet vaihtelevat tuoteryhmittäin huomattavasti. [1]

Rakennuskosteus on rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakennusosiin tai rakennusaineisiin joutunutta rakennuksen käytönaikaisen tasapainokosteuden ylittävää kosteutta. Tämän kosteuden tulisi aina päästä poistumaan, jotta rakenne olisi tasapainokosteudessa ympäristönsä kanssa. [1, s.5]

Pitkään jatkuessaan kosteus aiheuttaa home- ja mikrobivaurioita, jotka turmelevat rakenteita ja saastuttavat sisäilmaa. Tämän lisäksi liiallinen kosteus vaurioittaa rakenteita muun muassa seuraavilla tavoilla: heikentää lämmöneristeiden eristyskykyä, aiheuttaa pakkasvaurioita kivirakenteisiin, nopeuttaa korroosiota eli ruostumista teräsrakenteissa ja irrottaa pintarakenteita. Lisäksi rakenteen sietokyvyn ylittävä kosteus liikuttaa roudan avulla rakennusta sekä tiivistyy rakenteisiin ja tunkeutuu vetenä rakenteiden läpi sisätiloihin. [4, s. 8]

2.1 Mikrobit

Mikrobit ovat silmällä näkymättömiä hyvin pieniä eliöitä, joita on kaikkialla maapallolla. Tällaisia mikroskooppisen pieniä eliöitä, joille on ominaista hyvin voimakas kyky sopeutua erilaisiin olosuhteisiin, ovat muun muassa virukset, bakteerit, sienet, levät ja alkueläimet. Mikrobeilla on myös erinomainen lisääntymiskyky. [5]

Mikrobikasvusto vaatii kasvaakseen riittävää **kosteutta, lämpöä ja ravintoa**. Kaikki materiaalit ovat alttiita mikrobivaurioille ja ne voivat kasvaa ilman happeakin. Jopa betonin pinnalla olevassa pölyssä on riittävästi ravinteita home-sienten kasvun käynnistymiseksi. Käytännössä kosteus on ainut mikrobikasvustoa rajoittava tekijä, johon voidaan vaikuttaa. [5]

Mikrobeille ominainen tarttuva ja hyvin pysyvä haju syntyy, kun mikrobit vapauttavat ilmaan orgaanisia yhdisteitä. Tästä reaktiosta käytetään lyhennettä MVOC (Microbeal Volatile Organic Compounds eli haihtuvat mikrobien aineenvaihduntatuotteet). [5]

Homevaurioihin liittyy lähes poikkeuksetta myös muita mikrobeja, kuten erilaisia sieniä, bakteereja ja hiivoja. Siksi on järkevämpää puhua mikrobivaurioista kuin homevaurioista [5].

Home

Home on sienten alaryhmä. Ne kasvattavat rihmaston ja leviävät itiöiden avulla. Rihmastot muodostavat nukkamaisia pesäkkeitä, joille itiöt antavat tunnusomaisen värin. Homeen kasvuedellytykset eivät ole vaativia, sillä jopa huoneen pöly riittää ravinnoksi kasvun alkamiseen. Muut kasvun edellytykset ovat itiöitä tai pieni määrä vanhaa kasvustoa, kosteutta sekä lämpöä. [5]

Yleisesti on esitetty, että home vaatii kasvaakseen yli 70 %:n ilman suhteellisen kosteuden ja 0...55 °C:n lämpötilan. Lämpötilan ollessa alhainen homeet eivät tuhoudu, vaan ovat lepotilassa ja saadessaan jälleen riittävästi lämpöä ne heräävät. [7, s. 10]

Suotuisissa olosuhteissa (ilman suhteellinen kosteus yli 90 % ja lämpötila noin 20 °C) homesienten itiöt voivat itää jo muutamassa tunnissa ja muodostaa näkyvän kasvuston muutamassa päivässä [5].

Homeet eivät vaurioita rakenteita, koska ne kasvavat materiaalien pinnoilla ja näin ollen niiden aiheuttamat haitat ovat pääosin terveydellisiä ja esteettisiä.

Selluloosaa sisältävät materiaalit homehtuvat kaikkein helpoimmin. Tällaisia materiaaleja ovat muun muassa paperi, puu ja lastulevy. Myös betonissa ja tiilessä on havaittu homevaurioita. [5]

Laho

Lahottajasienet lahottavat puun selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä muuttaen puun rakenteellisia ominaisuuksia. Ne lisääntyvät itiöemien tuottamista itiöistä, joita on lähes kaikkialla. Itiöt tarvitsevat itääkseen vapaata vettä ja kasvaakseen riittävää kosteutta. Taulukon 1 mukaan niiden kasvuolosuhteet vaihtelevat runsaasti. [8]

Taulukko 1. Lahottajasienten tavanomaisia kasvuolosuhteita [8, s. 3]

	Puun kosteus (paino %)	Lämpötila (°C)	Ilman suhteellinen kosteus (RH %)
Rihmasto:			
- kasvu alkaa	25...30	>0	95...98
- voimakas kasvu	30...80	20...25	>98
- kasvu pysähtyy	120...160	25...50	-
- lepotila	< 18 >100...160	>0	-
- kuolee	-	35...70	-
Itiöt:			
- kuolevat	-	>100 / ½ tuntia	-

Lahottajasienten vaara on olemassa silloin, kun ravintoa, kosteutta, lämpöä ja **happea** on sopiva määrä. Jos yksikin näistä tekijöistä muuttuu riittävästi, esimerkiksi kosteus alenee, vaara häviää. Lahottajasienet eivät silti välttämättä kuole, vaan ne voivat aloittaa kasvunsa vuosia kestäneen lepotauon jälkeenkin, jos kasvuolosuhteet muuttuvat jälleen sopiviksi. Pakkastakin ne kestävät pitkiä aikoja. Lahottajasienten kasvualustan happamuusaste eli pH tulee olla 2...7. Kasvulle paras happamuus on pH:n ollessa 5. [8]

2.2 Mikrobi- ja kosteusvaurion tunnistaminen

Mikrobivauriota on syytä epäillä, jos:

- tiloissa esiintyy tunkkaista, maakellarimaista tai muuta asiaankuulumatonta hajua
- tilojen käyttäjillä esiintyy selvää rakennuksessa olemiseen liittyvää oireilua
- tiloissa on esiintynyt tai esiintyy toistuvaa kosteusrasitusta
- sisäilman sisältämä kosteus tiivistyy kylmiin pintoihin kylmäsiltojen kohdalle.

Mikrobivaurion tunnistaminen on yleensä hyvin vaikeaa, koska rakenteen sisällä ollessa se ei näy välttämättä rakenteesta päällepäin. Jos kiinteistössä on näkyvää homekasvustoa ja siihen liittyvää homeen hajua, ei erillisiä mittauksia tarvita, sillä homevaurio on silloin varma. Näin selvää johtopäätöstä voi tehdä hyvin harvoin, sillä yleensä mikrobivaurion tunnistamiseen joudutaan tekemään erilaisia mittauksia ja/tai testejä.

2.2.1 Näytteiden ottaminen

Mikrobien tunnistamista varten otetaan näytteitä sisäilmasta, erilaisilta pinnoilta ja materiaaleista. Jos lähtökohtana on kosteusvaurion korjaaminen, näytteenotto on kohdistettava pinta- ja materiaalinäytteisiin.

Pintanäytteen eli niin sanotun hipaisunäytteen voi ottaa itsekin epäilemästään kohteesta. Näyte otetaan steriileillä vanupuikoilla, joilla hipaistaan materiaalin pintaa. Sen jälkeen näytteet suljetaan esimerkiksi minigrip-pussiin, johon merkitään tarkoin näytteenoton paikka ja aika. Sen jälkeen näytteet lähetetään laboratorioon viljeltäviksi ja tutkittaviksi. Näytteenottovälineet täytyy pitää steriileinä.

Myös materiaalinäytteet voi ottaa itse. Silloin porataan esimerkiksi puuta, jonka epäillään olevan vaurioitunutta. Porauslastuja käsitellään samoin kuin pintanäytteitäkin neuvotaan käsittelemään edellisessä kappaleessa. Ennen näytteiden ottamista kannattaa varmistaa näytteiden sopivuus siitä laboratoriosta, johon näytteet lähetetään.

Ilmanäytteen avulla voidaan osoittaa, mille mikrobeille kiinteistössä olevat ihmiset altistuvat. Näytteenottamisella ei ole tarkoitus etsiä kaikkia mikrobeja, joita rakennuksen sisäilmassa on, vaan keskitytään niin sanottujen indikaattorimikrobien etsimiseen. Indikaattorimikrobit ovat sellaisia mikrobeja, joita tiedetään varmuudella esiintyvän kosteusvauriorakenteissa [6].

Ilmanäytteen ottamista varten on omat laitteensa ja näytteen ottaminen on syytä jättää ammattilaisten tehtäväksi. Laitteiden toimintaperiaate on se, että sisäilmasta imetään ilmaa erilaisten kasvatusalustojen läpi, jolloin tietyt mikrobit jäävät tietyille kasvatusalustoille, joissa ne myös kasvatetaan tunnistamista varten. Alueelliset työterveyslaitokset ottavat näytteitä ja tekevät myös kosteus- ja mikrobivaurioselvityksiä. Kajaanissa voidaan kääntyä joko Oulun tai Kuopion alue työterveyslaitoksen puoleen.

2.2.2 Kosteuden mittaaminen

Kosteusvaurion tunnistaminen on mikrobi- ja homevaurion tunnistamiseen verrattuna yleensä helpompaa, koska se on useimmiten aistein havaittavissa. Jos on syytä epäillä kosteusvauriota, niin epäilty kohta mitataan ensin pintakosteusmittarilla. Pintakosteusmittaukset ovat ainetta rikkomaton menetelmä selvittää materiaalin pinnankosteus. Mittaussyvyyydet vaihtelevat mittarista riippuen muutamasta senttimetristä jopa 8 cm:iin Niiden toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, joka materiaalin kostuessa kasvaa merkittävästi.

On kuitenkin huomioitava, että pintakosteusmittaukset ovat suuntaa antavia ja mittauksessa saatuja arvoja tulee verrata saman tilan kuivan kohdan arvoihin. Rakenteen kerroksellisuus heikentää mittaustulosten luotettavuutta merkittävästi. Pintakosteusmittausten perusteella ei pitäisi vielä ryhtyä purku- ja korjaustöihin ellei vaurio ole jo selvästi silmin havaittavissa.

Rakenteiden sisästä mitatut kosteusarvot ovat huomattavasti luotettavampia kuin pintakosteusmittareilla saadut tulokset. Rakenteeseen porataan hieman

anturaa isommat reiät, puhdistetaan ne porauspölystä ja tulpataan päät. Tasaantumisaajan (3...7 vuorokautta) kuluttua rei'istä mitataan lämpötila ja suhteellinen kosteus.

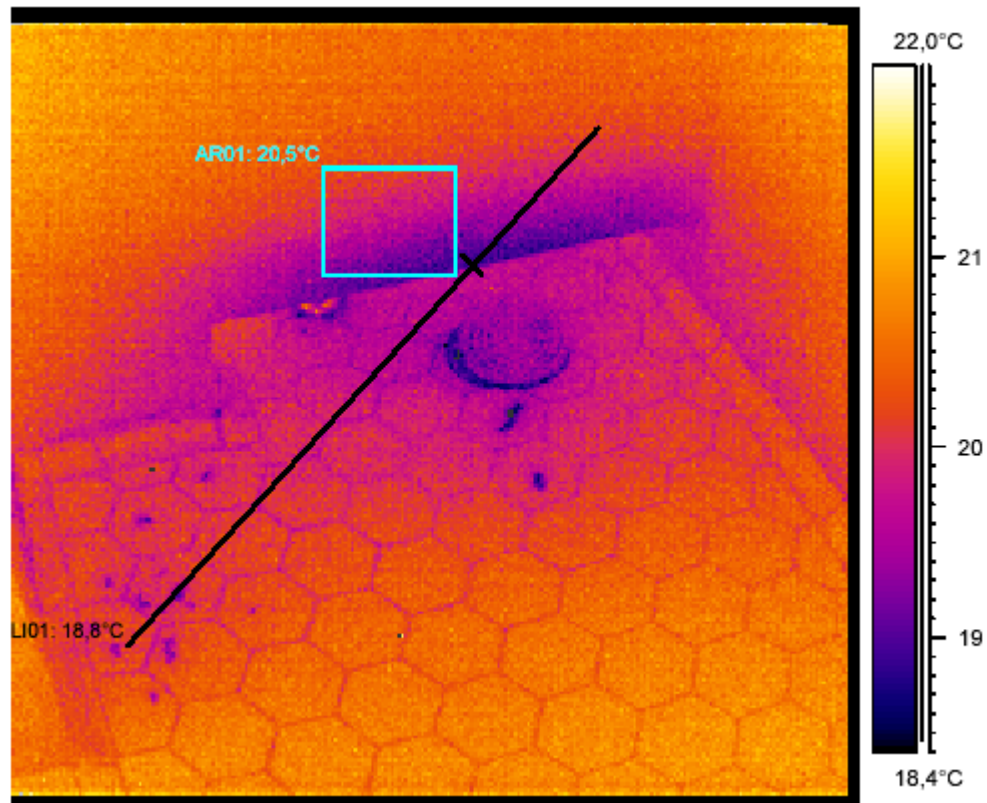
Ainoa täysin luotettavan mittaustuloksen antava menetelmä on näytekappaleen punnitus-kuivatus, jossa näyte punnitaan, kuivataan ja punnitaan uudelleen. Menetelmällä saadaan näytekappaleen todellinen vesimäärä ja kuivapaino. Tällaista tarkkuutta tarvitaan käytännössä vain laboratorioissa. [9, s. 99]

2.2.3 Lämpökuvaus

Termografialla eli lämpökuvauksella tarkoitetaan pinnan lämpötilajakauman määrittämistä ja kuvaamista mittaamalla pinnan infrapunasäteily sekä tulkitsemalla saatua lämpökuvaa. [10, s.1]

Kaikki kappaleet, joiden lämpötila on yli absoluuttisen nollapisteen ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) lähettävät lämpö- eli infrapunasäteilyä. Lämpökamera vastaanottaa tämän säteilyn, mittaa sen voimakkuuden ja muuntaa sen lämpötilajakauman mukaan värikuvaksi, jota voidaan tarkastella lämpökameran näytöltä reaaliajassa (ks. kuva 5). Yleensä kamera pystyy erottamaan $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$:een lämpötilaerot. Rakennuksen vaippaa mitattaessa on kuitenkin huomioitava, että parhaisiin tuloksiin päästään ulkoilman lämpötilan ollessa vähintään noin $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Yleensä mittaukset tehdään rakennuksen sisäpuolelta. [11]

Infrapunalämpötilamittauksessa kyseessä ovat aina pintalämpötilat eivätkä kohteen sisäiset lämpötilat. Nykyaikaiset pientä videokameraa muistuttavat lämpökamerat ottavat sekunnin murto-osassa noin 80 000 kuvaa, joten kuvaaminen on nopeaa. Tämä mahdollistaa laajojenkin alojen kuvaamisen. Ongelmakohtista tai muuten tärkeistä kohdista tallennetaan kuvat, jotka siirretään kameran muistikortilta tietokoneelle edelleen analysoitavaksi ja raportoitavaksi. [11]



Kuva 5. Esimerkki lämpökuvasta. Huoltola 1:n suihkunurkkauksen kosteusvaurio. Kostuneet kohdat näkyvät selvästi tummempina kohtina.

Lämpökameran käyttökohteita rakennustekniikassa ovat muun muassa eristevirheiden ja niihin liittyvien lämpövuotojen paikantaminen sekä ilmavuotojen, kosteusvaurioiden ja erilaisten laitteiden, kuten lämmityskaapeleiden paikallistaminen. Periaatteessa kaikki sellaiset kohteet, missä lämpö toimii tavalla tai toisella indikaattorina. [12]

Kosteusvaurioiden paikallistaminen lämpökameralla onnistuu, mikäli rakennusmateriaalin pinnalta haihtuu kosteutta ilmaan. Haihtuessaan vesi sitoo energiaa ja jäähdyttää pintamateriaalia (ks. kuva 5).

Toimenpide-ehdotukset

Tehtaalla on oma mittaavakunnossapito osasto, missä on sekä ammattitaitoa että kalustoa nykyaikaisen lämpökuvauksen suorittamista varten. Tätä mahdollisuutta kannattaa ehdottomasti hyödyntää mietittäessä rakennusten enna-

koivaa kunnossapitoa. Tehtaalla voidaan esimerkiksi tehdä sellainen toimintamalli, jolla seurataan tiettyä riskirakennetta tietyllä aikavälillä. Esimerkiksi kosteuden tiivistymistä monikerroksisen rakenteen sisään. Kohde kuvataan kerran vuodessa ja muutoskohdat (ongelmakohdat) dokumentoidaan.

2.3 Terveydelliset vaikutukset

Kosteus- ja homeongelmat rakennuksissa ovat terveyden kannalta vakavasti otettava riski. Ihmiset oireilevat hyvin eri tavoin. Joku saattaa kärsiä päänsärystä, kun taas toisen elimistö ei reagoi ongelmaan millään tavalla. Niinpä kosteus- ja homevaurioiden terveydelle aiheuttamien vaikutusten tutkimisessa on tulevaisuudessakin vielä runsaasti haasteita. Vielä ei esimerkiksi tiedetä tarkalleen, mikä homeissa sairastuttaa, mutta selviä ja väistämättömiä yhteyksiä on tutkimuksissa löydetty. Siellä missä kosteus ja homeet muhivat, valtaosa ihmisistä saa jonkinlaisia oireita. Tämän yhteyden on todettu pätevän ympäri maailman, niin Yhdysvalloissa, Suomessa kuin Taiwanissakin. [13]

Rakennusten homevauriot voivat aiheuttaa erilaisia yleis- ja ärsytysoireita, infektioita ja allergisia sairauksia. Yleisoireita ovat muun muassa väsymys, pahoinvointi, päänsärky ja selittämätön kuumeilu. Hengitysteiden ärsytysoireita ovat nenän tukkoisuus ja nuha, yskä, kurkkukipu sekä äänen käheys. Toistuvina infektioina poskiontelo- ja keuhkoputkentulehdukset sekä flunssat liitetään yleensä homevaurioihin. Myös allergisia sairauksia, kuten astmaa ja allergista alveoliittia eli homepölykeuhkosairautta esiintyy jonkin verran. [14]

Yleis- ja ärsytysoireet poistuvat yleensä nopeasti, kun altistus homepölylle keskeytyy. Sen sijaan allergiset sairaudet ovat pysyviä ja allergisoitumisen jälkeen myös luonnossa esiintyvät homeet voivat aiheuttaa oireilua [14]. Kaikissa tilanteissa on hyvä muistaa, että jokainen ihminen reagoi yksilöllisesti.

Ihmiselle voidaan tehdä veren vasta-ainetestit, josta saadaan selville, mille mikrobeille ihminen on altistunut. Jos ilmanäytteestä ja veren vasta-ainetestistä löydetty mikrobi on sama, voidaan altistuminen todeta.

2.4 Kosteus- ja homevaurioiden korjaus

Hoitamaton kosteusvaurio johtaa yleensä homevaurioon, joten kosteusvauriot on aina korjattava. Tämä siinäkin tapauksessa, että näkyvää mikrobikasvustoa ei ole aistein havaittavissa. **Korjauksen yhteydessä on kosteusvaurion aiheuttaja aina selvitettävä ja poistettava.** Syyn löytäminen voi joskus olla todella vaikeaa, mutta vaurioita on turha korjata, jos vaurion aiheuttajaa ei poisteta. Tällöin vaurio mitä todennäköisimmin uusiutuu ja korjaaminen on siten epäonnistunut. Korjausten tavoitteena tulee olla pitkäikäinen ja terve rakennus [5].

Kosteus- ja homeongelmissa todetaan ensin ongelma, rajoitetaan se alueellisesti ja korjataan vauriokohteet laajalti. Kun kosteuslähde on hoidettu kuntoon, voidaan siirtyä korjaamaan vaurioituneita kohtia. Jos kosteusvaurio korjataan ajoissa, joko kostuneet materiaalit kuivaamalla tai vaihtamalla, niin vältetään terveysvaaraksi muodostuvalta home- ja mikrobivaurioilta. [15]

Ennalta arvaamattomien vesivahinkojen, kuten putkirikkojen osalta, korjaus voidaan suorittaa pelkällä kuivaamisella. Kuivaus tulee kuitenkin tehdä mahdollisimman pian. Tärkeää on huomioida se, että kuivaaminen kestää viikkoja, usein jopa kuukausia riippuen siitä, kuinka massiivisia rakenteet ovat ja kuinka vakavasta kosteusvauriosta on kyse.

Pitkään jatkuneesta tai toistuvasta kosteusvauriosta on varmuudella muodostunut mikrobiongelma, joka ei poistu muuten kuin saastuneen materiaalin poistamisella. Pääsääntönä voidaan pitää, että pahoin kostuneet ja etenkin mikrobikasvuston peittämät rakenteet on korvattava uudella rakenteella laajalti yli vauriorajojen. [15]

Mikrobivaurioiden purkutyötä tekevillä henkilöillä on todellinen homeitiöistä johtuva terveysvaara, joten saastuneen rakenteen purkutyö on tehtävä kuten **asbestipurkutyö**. Sitä tehtäessä on erityisesti huolehdittava purkutyötä tekevien henkilöiden hengityssuojainten käytöstä ja homeitiöiden leviämisen estämisestä

kiinteistön muihin osiin. Tällaisen purkutyön tekeminen ei ole kuitenkaan luvanvaraista, toisin kuin asbestipurkutyö.

Korjattaessa kosteusvauriokohdetta on sellaiset rakenteet desinfioitava, joita ei ole mahdollista eikä taloudellisesti järkevää vaihtaa. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi massiiviset betonirakenteet, joiden pintamateriaalit on uusittu korjauksen yhteydessä. Desinfiointiaineena voidaan käyttää esimerkiksi 50 % etanoli-alkoholiliuosta, jota sumutetaan desinfioitavan materiaalin pinnalle paineilma-ruiskulla. Sumutuksessa on tärkeää saada desinfiointiaine hyvin hienojakoiseksi sumuksi, jolloin se tunkeutuu materiaalin huokosiin syvälle eikä sotke paikkoja. Myös desinfiointiaineen kulutus on tällöin vähäistä, vaikka käsitellään suuriakin pintoja. Ennen desinfiointia pinta on puhdistettava mekaanisesti, jos siinä on silmällä havaittavaa homekasvustoa.

Desinfiointeja tekee Kajaanissa muun muassa Huurinainen Oy. Desinfiointia tehtäessä on huomioitava sähkölaitteesta aiheutuva palovaara, jonka takia 100 % etanoli-alkoholiliuosta ei voida käyttää. Työntekijöiden asianmukainen suojautuminen on myös ensiarvoisen tärkeää.

Vaurioiden korjaamisen jälkeen on sisäilman puhtauden vuoksi tärkeää suorittaa oikeaoppinen homesiivous. Siivouksessa ei suositella käytettävän vettä ja imurit tulee varustaa HEPA-suodattimilla (High Efficiency Particulate Arrestance). Sen lisäksi tulee muistaa työntekijöiden asianmukainen suojautuminen. Homesiivousta on käsitelty seikkaperäisemmin liitteessä A. [16]

Mikrobikorjauksen onnistumista tulee seurata tekemällä korjauskohteelle jälki-seurantaa. Tiloista tulee ottaa esimerkiksi pintasivelynäytteitä korjausajankohdan jälkeisenä talvikautena. 1-2 vuoden kuluttua korjauksesta on syytä tehdä oirekysely korjatuissa tiloissa oleville henkilöille. Näin varmistutaan mikrobivaurion korjauksen onnistumisesta. [15]

3 VESIKATOT

Vesikatto on rakennuksen tärkeimpiä rakenneosia ja Kattoliiton mukaan toimiva katto on rakennuksen viides ja kaikkein tärkein julkisivu [18]. Valitettavan usein se suunnitellaan ja tehdään Suomen oloihin sopimattomaksi ja sen huolto- ja korjaustyöt laiminlyödään. Suomen rakentamismääräyskokoelman C2:n mukaan vesikaton on estettävä sadeveden, lumen ja sulamisveden tunkeutuminen kattorakenteisiin, seiniin sekä sisätiloihin. Katto on suunniteltava ja rakennettava siten, että vesi poistuu suunnitellulla tavalla vahingoittamatta rakennusta. Käytännössä se tarkoittaa riittävää, katteelle sopivaa katon kaltevuutta ja tiiviytystä. Katon vähimmäiskaltevuus on Suomessa 1:40:een eli yhden metrin matkalla katon tulee laskea kaksikymmentäviisi millimetriä. [17]

3.1 Katon rasitukset

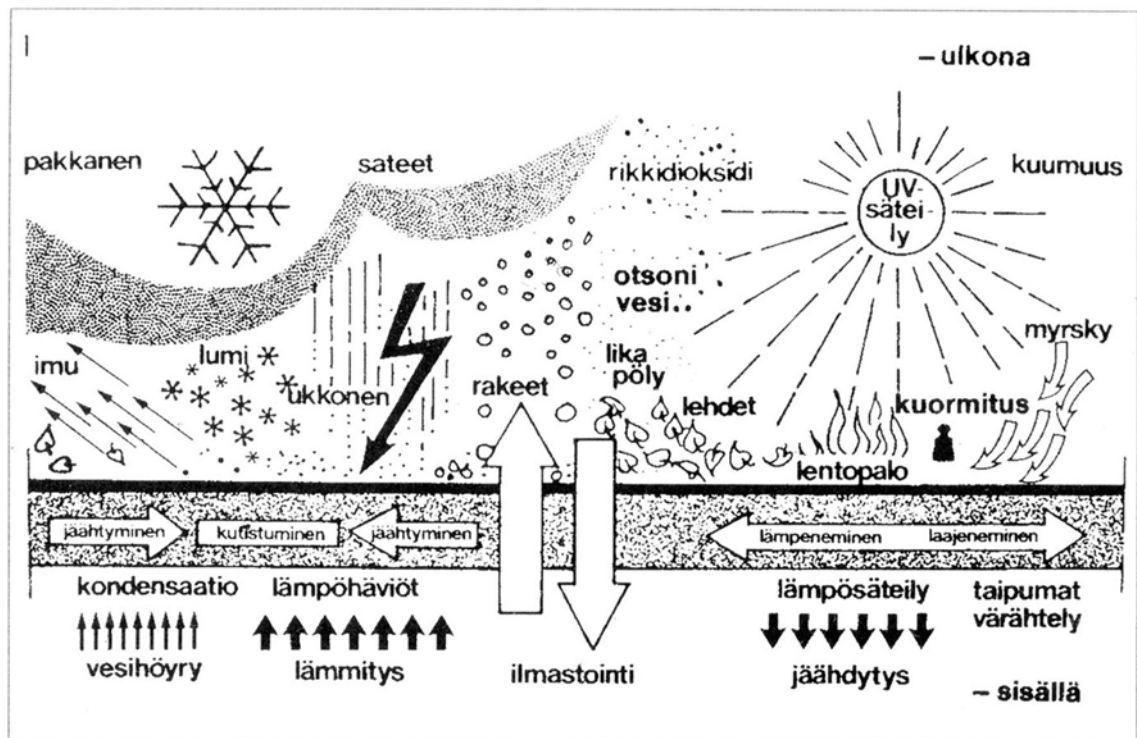
Suomen ankarissa sääolosuhteissa vesikattoon kohdistuu enemmän rasituksia kuin mihinkään muuhun rakenneosaan (ks. kuva 6). Osa rasituksista on lyhytkestoisia ja todella rajuja, toiset taas ovat pitkävaikutteisia ja lievempiä. Vain harvoin rasitukset ovat yksittäisiä, sillä yleensä rasitus aiheuttaa myös muita reaktioita, jonka seurauksena syntyy ketjureaktio. Esimerkiksi katolla seisova vesi jäätyy syksyllä ja saattaa rikkoa vesikatteen. Rikkoontuneesta kohdasta vesi tunkeutuu edelleen yläpohjaan. [4]

Rasitukset voidaan jakaa kolmeen luokkaan niiden vaikutusalueen mukaan:

- ulkopuolisiin rasituksiin
- sisäpuolisiin rasituksiin
- rakenteen sisäisiin rasituksiin.

Ulkopuolisia rasituksia aiheuttavat ilmastolliset tekijät, joita ovat muun muassa sateet, ukkonen, vesi, pakkanen, rakeet ja lumi sekä myrskyt, imukuormitus, ultraviolettisäteily, otsoni ja kuumuus. Muita ulkopuolisia rasituksia voivat olla esimerkiksi lehdet, roskat, pöly, tulipalo ja varsinkin teollisuudessa erilaiset il-

mansaasteet. Myös eri syistä johtuva katon ylimääräinen kuormitus, kuten huolto liikenne, aiheuttavat katon ulkopuolisia rasituksia. [2]



Kuva 6. Kattoon kohdistuvia rasituksia [2, s. 3]

Sisäpuolisista rasituksista voidaan tässä yhteydessä mainita lämmitys, ilmastointi, jäähdytys, vesihöyry, konvektio eli ilmavuotojen mukanaan siirtämä kosteus sekä kondensaatio eli kosteuden tiivistyminen kattorakenteisiin [3]. Lämmityksen, jäähdytyksen ja myös kondensaation aiheuttamia rasituksia voidaan vähentää hyvällä lämmöneristyksellä. Vesihöyryn, konvektion ja kondensaation aiheuttamia haittoja voidaan oleellisesti pienentää katon sisä- ja ulkopinnan tiiviydellä sekä riittävällä ilmanvaihdolla myös rakenteen sisällä.

Rakenteen sisäiset rasitukset riippuvat hyvin pitkälle siitä, millaisia ulkoisia rasituksia rakenteeseen kohdistuu. Esimerkiksi rakenteen lämpeneminen aiheuttaa laajenemista ja jäähtyminen puolestaan kutistumista [2]. Teollisuudessa, ja varsinkin paperiteollisuudessa, lämpötilaerot katon sisä- ja ulkopinnan välillä voi olla jopa sata astetta (ulkona -40 °C ja sisällä $+60\text{ °C}$). Tämä aiheuttaa lämmöneristämisen osalta ja katolle jo suuria vaatimuksia muun muassa lämpölaajenemisen osalta. Lisäksi paperikoneista johtuva rakennuksen rungon värähtely se-

kä katon kuormituksesta aiheutuvat taipumat, joita rakenteisiin päässyt kosteus voi edesauttaa, kohdistavat suuria rasituksia kattoon.

Talvella huovan ja lumen väliin voi muodostua vettä, koska teollisuudessa käytetään pieniä eristepaksuuksia ja toisaalta lumi toimii lämmöneristeenä. Lämpö voi siirtyä muun muassa konesalista vesikatolle sulattaen sieltä lunta. Paksu lumikerros puolestaan eristää huovan pinnan pakkasen vaikutukselta. Näin lumi sulaa ja paksujen lumikerrosten alla vesikatolla voi virrata vettä kovillakin pakkasilla.

3.2 Vesikatot tehdasalueella

Tehdasalueen vesikatot ovat pääasiallisesti bitumikermi tai kumibitumikermi eli huopapintaisia kurukattoja, joissa on sisäpuolinen vedenpoistojärjestelmä. Vesikattoja on alueella yhteensä noin seitsemän hehtaaria eli noin 70 000 m².

Kattojen ennakoiva huolto on tehtaalla laiminlyöty jo pidemmän aikaa. Tuotantoalueiden ja kunnossapidosta vastaavien henkilöiden välinen yhteistyö ja tiedonkulku eivät ole olleet riittävää. Tapana on ollut puhdistaa kattokaivojen sihdit vasta sitten, kun vettä on alkanut tulla sisälle ja sen on joku huomannut. Yläpohja on tässä vaiheessa kärsinyt jo huomattavia kosteusvaurioita. Esimerkiksi lämmöneristeet ovat imeneet itseensä runsaasti vettä, eivätkä ne kuivu, jos yläpohjan tuuletus ei ole kunnossa.

Kiertäessäni tehdasalueen vesikattoja kiinnitin huomiota niiden hoitamattomuuteen. Löysin esimerkiksi sellaisia kattokaivoja ja vesikouruja, joita ei ole vuosiin puhdistettu. Joissakin paikoissa katolla oli vettä jopa kaksikymmentä senttimetriä. Jäätyessään vedellä on valtavan suuri repivä voima, joka rikkoo huovan helposti. Jää myös tukkii kattokaivon, joten siitä kaivosta ei ole hyötyä vesikaton vedenpoistossa ennen kuin se kesällä jälleen sulaa (kuva 7). Katolla kasvoi huonoimmissa kohdin jopa puolenmetrin mittaisia pajuja tai muuta kasvilisuutta (kuva 8).



Kuva 7. TMP:n tukkeutunut katto-kaivo



Kuva 8. Kemikaalivaraston vesikouru

Toinen huomiota herättävä asia oli katoilla säilytettävän ylimääräisen tavaran määrä. Sieltä löytyi muun muassa tuoleja, ruuvikuljettimia, avattuja paperisia juotosmassasäkkejä (MBK-926), puutavaraa, paisunta-astioita, sähkömoottoreita ja paljon muuta sellaista rojua, joka ei kuulu vesikatolle. Nämä vieraat esineet aiheuttavat sen, että vesikatteeseen tulee reikiä ja halkeamia, joista vesi pääsee tunkeutumaan rakenteisiin.

Vesikattoihin liittyvät yleiset asenteet ovat usein välinpitämättömiä. ”Ei sillä ole niin väliä, vaikka se moottori tipahtaisikin siihen katolle”, on hyvin kuvaava lause, kun vaihdetaan esimerkiksi sähkömoottoria katolla olevaan puhaltimeen. Usein katolle jää myös käytetyt ruuvit, niitit ja pellinpalaset, jotka kesähelteillä painuvat bitumikermiin ja aiheuttavat lävistyksiä katteeseen.

Tehdasalueen katot on jaettu aluekokonaisuuksiin niiden sijainnin perusteella, huoltotoiminnan helpottamiseksi. Aluekartta on liitteessä B. Liitteessä C käsitellään vesikatot ja niiden puutteet yksityiskohtaisemmin. Seuraavassa luvussa käsitellään vikojen ja puutteiden poistamista sekä ennakoivia huoltotoimenpiteitä.

Vesikaton ja yläpohjan tuuletus

Vesikaton ja yläpohjan riittävällä tuuletuksella poistetaan rakenteisiin päässyt kosteus, jotta se ei aiheuttaisi vaurioita. Mahdollinen kosteus voi olla peräisin

joko rakennuksen sisätiloista tai ulkoapäin. Hallitsematon kosteus aiheuttaa mikrobivaaran ja huonontaa lämmöneristystä sekä turmelee rakenteita.

Yleensä vesikaton tuuletus on pyrittävä järjestämään siten, että poisto tulee harjalle rakennuksen päädystä tai alipainetuulettimien avulla. Korvausilma otetaan tässä tapauksessa räystäiden alta. Tehdasalueen vesikattojen tuuletus on pääsääntöisesti järjestetty jälkimmäisellä tavalla. Tällainen tilanne on esimerkiksi paperikone 4:n ja kuorimon vesikatoilla.

Paperikone 3:n vesikaton tuuletus on järjestetty erillisten tuuletuskanavien avulla käyttäen alipainetuulettimia. Tuulestusta kannattaisi tehostaa varsinkin märänpään ja lämmön talteenottotason kohdalla, jossa kosteusrasitus on kaikkein voimakkainta. Viittaan tässä kesän 2003 elementtien murtumiseen, minkä yhteydessä mitattujen sandwich-elementtien kosteusarvot olivat varsin korkeita.

Autokorjaamon ja paperikone 2:n yläpohjan tuuletus on järjestetty erillistä yläpohjan tuuletustilaa, niin sanottua ullakkoa, käyttäen. Tällaisen erillisellä tuuletustilalla varustetun yläpohjan tuuleuksesta on huolehdittava tarvittaessa koneellisesti ja tuuletusteiden tulee olla suorja ja yhtenäisiä. Ristiintuuletus parantaa tuuletuksen toimivuutta. Tuuletustilan korkeudesta ja tuuletusaukkojen koosta on annettu ohjeita RT-kortistossa, muun muassa RT 85-10458.

Autokorjaamon ullakon tuuletus ei ole riittävä, sillä yläpohjassa on runsaasti lämpövuotoja, jotka sulattavat vesikatolla olevaa lunta. Kun vesi valuu katolla räystäälle asti, niin se jäätyy ja samalla muodostuu valtavia ”jääturaita” räystäälle (ks. kuva 9). Se on todellinen turvallisuusriski, koska sillä kohdilla rakennusta on ulko-ovia ja siellä liikkuu ihmisiä. Ullakon tuulestusta, yläpohjan lämmöneristystä ja ilmatiiviyttä on parannettava (ks. myös liite E/3).



Kuva 9. Autokorjaamon räystäään ”jääpuraita” helmikuussa 2004

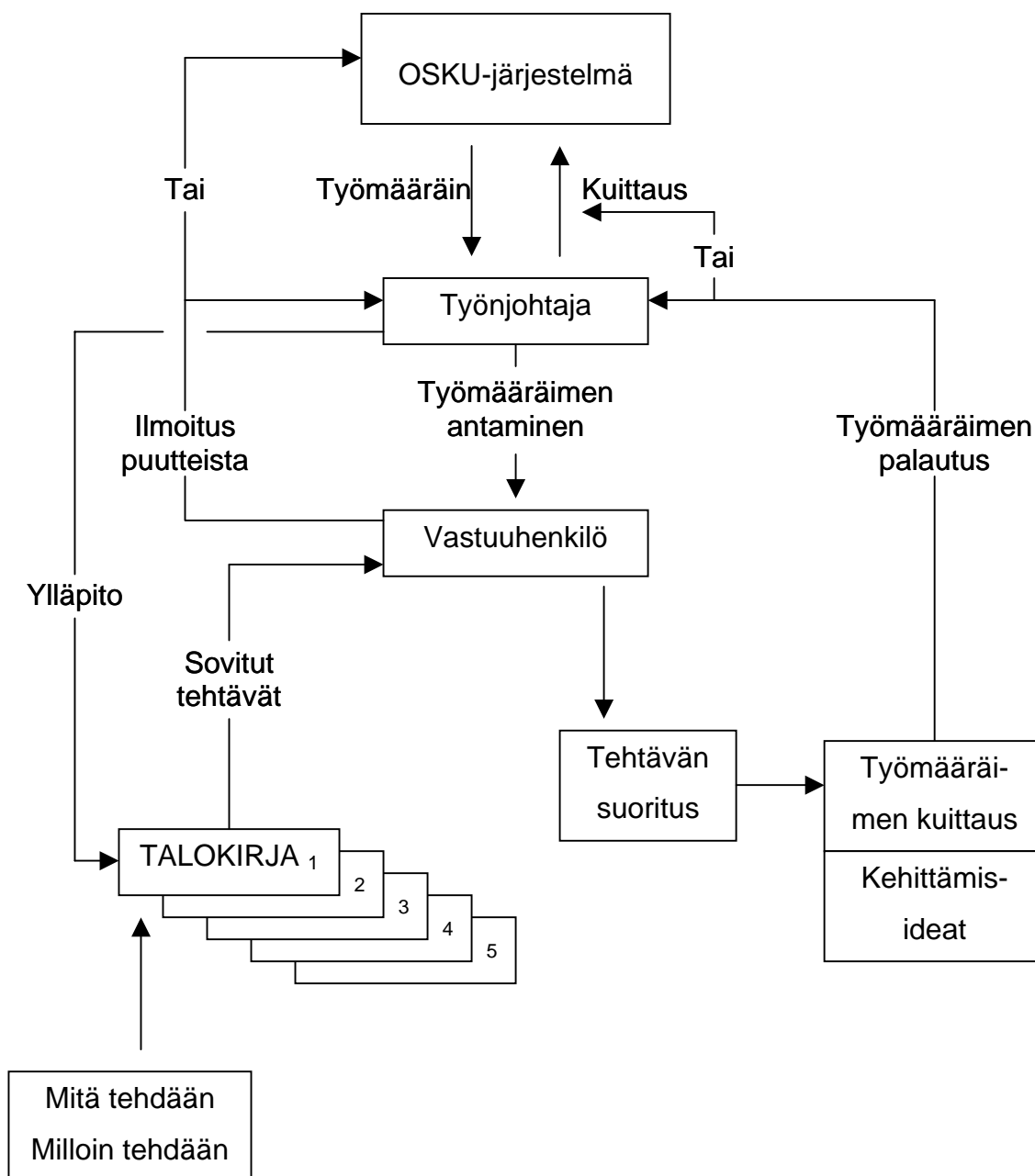
3.3 Toimenpide-ehdotukset

Tavoiteltaessa Tihisenniemen tehdasalueen kattojen ja sitä kautta rakennusten pitkäaikaiskestävyyttä on syytä huolehtia muutamista välttämättömistä toimista. Pääsääntönä voidaan pitää sellaista olettamusta, että kattokaivojen sihdit pitää puhdistaa kaksi kertaa vuodessa, keväisin lumien sulettua (toukokuussa) ja syksyisin lehtien pudottua puusta ja ennen pysyvän lumen tuloa (lokakuussa). Syksyisin puhdistetaan myös kaikki tehdasalueen kattojen vesikourut. Nämä huoltotyöt tulee suorittamaan rakennusosasto.

Näiden toimien lisäksi vesikatot pidetään muutenkin puhtaana, eikä sinne saa jättää tai varastoida mitään ylimääräistä tavaraa. Jos kuitenkin katoille tulee runsaasti esimerkiksi paperimassaa, niin vastuu sen poistamisesta ja katon puhdistuksesta kuuluu kulloisellekin tuotantoalueelle. Samalla huolehditaan myös kattojen peruspuhdistuksesta, jonka tarpeellisuuden määrittää rakennusosaston työnjohto omien huomioidensa tai työntekijöiltä saamansa palautteen mukaisesti. Sellaisilla katoilla missä on singeli, pidetään jiirit ja kattojen reunaosat puhtaana kiveyksestä noin metrin leveydeltä. Myös kattokaivojen ympäristöt puhdistetaan kiveyksestä.

Hyvään lopputulokseen päästään, kun rakennusosastolta nimetään yksi työntekijöistä koko tehdasalueen kattojen vastuuhenkilöksi. Tämä henkilö saa työnjohtajalta työmääräimen, jossa on tarkemmin määritelty hoidettavat katot, työväli-

neet ja paikat. Kun kyseessä olevan ennakoivan huollon toimenpide on suoritettu, tekijä kuittaa sen henkilökohtaisella allekirjoituksellaan ja päivämäärällä sekä palauttaa työmääräimen työnjohtajalle. Työnjohtaja kuittaa OSKU-järjestelmään työn tehdyksi ja valvoo työsuorituksia pistokokein kulkiessaan tehdasalueen katoilla. Kuvassa 10 on toimintamallista lohkokaavio.



Kuva 10. Toimintamallin lohkokaavio

Työnjohdon ja työntekijöiden välillä on oltava suuri luottamus, ja tiedonkulun on pelattava moitteettomasti. Esimerkiksi puutteista on ilmoitettava työnjohdolle, joka tutkii asian ja ryhtyy tarvittaviin jatkotoimenpiteisiin. Työntekijän tulee kirjata myös nämä puutteet ja parannusehdotukset työmääräimeen, jotta ilmoitetusta puutteesta tai korjattavasta viasta jää dokumentti. Vastuuhenkilö voi myös tehdä havaitsemastaan puutteesta vikailmoituksen OSKU-järjestelmään, josta se ohjautuu työnjohdolle.

Työnjohtajan tehtäviin kuuluu lisäksi suorittaa kerran vuodessa kattokatselmus eli hänen tulee käydä kaikilla tehdasalueen katoilla henkilökohtaisesti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää läpivienteihin, ylösnostoihin ja niiden suojaelluksiin. Näin varmistutaan siitä, että työnjohto tietää kattojen todellisen kunnan ja sen hetkisen korjaustarpeen. Nämä kattokatselmuksella on työnjohdon syytä dokumentoida. Yksi valokuva voi kertoa enemmän kuin tuhat sanaa. Jos oma ammattitaito ei tähän riitä, niin tilataan katselmus alihankintana alan ammattilaiselta.

Dokumentointi on syytä suorittaa tekemällä jokaisen rakennuksen vesikatosta **talokirja**. Kirjaan kootaan kohteen perustiedot, rakenteet, korjaushistoria ja tärkein kohta eli ennaltaehkäisevän toiminnan tehtäväluekkelo. Luetteloon määritellään kohdat, jotka täytyy tarkastaa, tarkastuksen ajankohta ja suorittaja. Talokirjasta on esimerkki luvussa 5.1. Vesikattojen kohdalla kannattaa käyttää Kattoliiton tekemää katon huoltokirjaa, joka on valmis malli juuri tähän tarkoitukseen (lähteessä 18 on lisätietoja kirjasta). Jokaisen tilan vesikatosta tulee täyttää oma kirja.

Vesikatolla tehtäviin huolto- ja korjaustoimenpiteisiin on vaadittava katteen asianmukainen suojaaminen esimerkiksi vanerilevyillä. Tämä toimenpide on sisällytettävä urakkahintaan ja sen toteuttamista tulee valvoa tilaajan puolelta. Huovan päälle ei saa laskea mitään ylimääräistä tavaraa, ellei huopaa ole suojattu asianmukaisesti. Tästä on tiedotettava kaikille tahoille, jotka ovat tekemisissä vesikattojen kanssa. Muun muassa urakoitsijoille ja kunnossapidon alue-työnjohtajille.

Kertaluonteiset huolto- ja korjaustoimenpiteet

Kertaluonteiset huolto- ja korjaustoimenpiteet on esitetty liitteessä E. Siinä ilmenee kyseessä oleva alue, kohteen tarkempi sijainti, mitä tehdään ja milloin. Näiden töiden tekemisestä vastaa rakennusosaston työnjohto. Kaikkein kiireellimmät huolto- ja korjaustyöt tulee tehdä välittömästi.

Jatkuvat huoltotoimenpiteet

Kullekin alueelle tehtiin työmääräimet jatkuvista huoltotoimenpiteistä edellä mainitun aluejaon mukaisesti UPM:n OSKU-töidenhallintajärjestelmään. Järjestelmä antaa automaattisesti työmääräimen kullekin alueelle kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä. Määräimestä on esimerkki liitteessä F. Kaikkia ei ole laitettu liitteiksi, koska ne ovat sisällöltään hyvin pitkälle samanlaisia.

Työmääräimistä ilmenee huollettava alue tarkasti, mitä tulee tehdä ja milloin. Määräimestä ilmenee myös se, jos kohteessa tarvitaan jotain erikoista, esimerkiksi turvaaljaat harjakatolle mentäessä tai tarvittaessa tavallisesta poikkeavia työkaluja.

4 MÄRKÄTILAT JA HUOLTOLAT

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2:n mukaan märkätila tarkoittaa sellaista huonetilaa, jonka lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiiksi ja jonka seinäpinnoille voi roiskua tai tiivistyä vettä. Tällaisia huonetiloja ovat muun muassa kylpyhuone, suihkuhuone ja sauna. Lisäksi C2:ssa määrätään, että märkätilojen vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava siten, ettei vettä pääse valumaan tai siirtymään kapillaarivirtauksena ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin. [17]

Käsitteellä huoltola tarkoitetaan tässä työssä märkätiloja eli peseytymis- ja saunatiloja sekä niiden yhteydessä olevia pukeutumistiloja. Sana on vakiintunut tehtaan puhekielessä.

4.1 Yleistä märkätiloista

Merkittävä osa rakennuksen kosteus- ja homevaurioista on saanut alkunsa juuri märkätiloista, joissa rakenneratkaisut on toteutettu virheellisesti tai työn suorituksessa on ollut puutteita. Märkätiloista saadaan vedenpitäviä teknisesti asianmukaisilla ja oikein toteutetuilla rakenneratkaisuilla niin kivi- kuin levyrakenteisillakin alustoilla. Molempiin rakenteisiin pätevät samat periaatteet. [19]

Toisin kuin yleisesti luullaan, laatoitus ei ole koskaan täysin vesitiivis. Sen saumat läpäisevät vettä, joten se vaatii alleen vesieristyksen. Suomen rakentamismääräyskokoelma C2:ssa määrätään märkätilojen lattia- ja seinäpinnoitteesta seuraavaa: ”Märkätilan lattianpäällysteen ja seinäpinnoitteen on toimittava vedeneristyksenä tai lattian päällysteen alle ja seinään pinnoitteen taakse on tehtävä erillinen vedeneristys.” Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että laatoituksen taakse on tehtävä erillinen vettä läpäisemätön tiivis ja yhtenäinen vedeneristyskerros. Tyyppihyväksytty muovimatto puolestaan täyttää määräysten vaatimukset vedeneristyksestä, joten sen alla ei tarvitse olla enää erillistä vedeneristyskerrosta.

Märkätiloissa suositellaan käytettävän lattialämmitystä, koska se kuivattaa oikein käytettynä ja riittävän ilmanvaihdon avulla lattian hyvin nopeasti. Tämä jatkaa pintamateriaalin ja rakenteen käyttöikä. Lämmitystapana voi olla joko vesiputkisto tai sähkövastukset.

4.2 Märkätilat ja huoltolat tehdasalueella

Tehdasalueen märkätilojen pintamateriaalit ovat pääosin keraamista laattaa. Biologisen puhdistamon ja mitta-aseman märkätiloissa pintamateriaalina ja samalla vedeneristeenä on muista poiketen muovimatto. Laattojen alla on useimmiten pintavalu betonista ja lämmöneristeenä kevytsora (ks. liite G). Huoltoloissa 1, 2 ja 3 ei ole erillistä vedeneristystä. Seinät ovat pääosiltaan kivimateriaalisia, joko paikalla muurattua kalkkihiekkatiiltä tai betonia. Kuorimon uudemmassa huoltolassa vesieristys on vain lattiassa ja se on nostettu seinälle noin kymmenen senttimetriä. Kuorimoa lukuun ottamatta näissä tiloissa ei ole myöskään lattialämmityksiä.

Laatoitukset ovat pääosin asiallisessa kunnossa, lukuun ottamatta läpivientejä, jotka ovat paikoitellen huolimattomasti tehtyjä. Esimerkiksi kuvassa 11 on huoltola 3:n suihkunurkkauksesta kuva, jossa poistettujen putkien reiät ovat jääneet kokonaan peittämättä. Myöskään lattioiden kallistukset eivät ole kaikin paikoin määräyksien mukaiset, vaan lattialle jää suihkun jälkeen vesilammikoita.

Lattian ja seinän liittymäkohdissa on myös ongelmia. Esimerkiksi kuvassa 12 on kuva kuorimon vanhemmasta huoltolasta, jossa lattian ja seinän välissä on noin viiden senttimetrin levyinen rako. Tämä halkeama on yritetty tiivistää silikonimassalla siinä kuitenkaan täysin onnistumatta.

Paperivaraston huoltolan hajuhaittojen vuoksi siellä on suoritettu kosteusmittauksia. Saatujen tulosten perusteella on käynnistetty kyseisen tilan korjaussuunnittelu (kosteuspitoisuudet pora rei'istä olivat luokkaa 90% RH:ta).



Kuva 11. Poistettujen putkien reiät ovat jääneet tukkimatta suihkun seinästä.



Kuva 12. Kuorimon huoltolan suihkunurkkauksen lattian ja seinän liitos

Huoltoloissa 1 ja 2 suihkunurkkausten väliseinien alaosa on vaurioitunut. Kuvassa 13 vauriot näkyvät selvästi (ks. myös kuva 5, s. 20). Huonoimmissa kohdissa teräkset ovat tulleet näkyviin ja syöpyneet pahoin.



Kuva 13. Suihkunurkkauksen väliseinän vaurioitunut alaosa

Märkätilat ovat kärsineet aikojen kuluessa muun muassa viikoittaisista painepesurilla pesuista, jotka on nykyään lopetettu. Eniten tästä väärästä toimintatavasta ovat kärsineet lattian ja seinien laatoitusten saumat, jotka ovat paikoitellen hyvinkin kuluneet. Myös lattiakaivot on pesty edellä mainitulla tavalla, mikä on osaltaan aiheuttanut kosteusvaurioiden syntymistä, kun paineellinen vesi on päässyt tunkeutumaan kaivosta lattiarakenteisiin. Jopa saunan lauteet ja paneeliseinät on vaurioitettu moneen kertaan painepesurilla pesten.

Märkätilojen ja huoltoloiden ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoituksena on huolehtia sisäilman laadusta poistamalla ilmasta epäpuhtauksia ja kosteutta sekä tuomalla rakennuksen sisälle puhdasta, sopivan lämmintä ilmaa [20, s. 104]. Toisin sanoen sillä tarkoitetaan huoneilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla [21].

Rakennuksissa epäpuhtauksia ja kosteutta aiheuttavat muun muassa ihmisten aineenvaihdunta, peseytyminen, työprosessit, koneet ja lisäksi sekä rakenteista irtoavat että rakenteiden läpi tulevat hiukkaset ja kaasut [20, s. 104]. Niitä ovat esimerkiksi asbestipöly ja maalien kuivumisesta syntyvät hajut.

Varsinkin suihku- ja saunatiloissa ilmanvaihdon toimivuudella on hyvin suuri merkitys. Aiheutuuhan kylpemisestä hetkellisesti rakenteille suuri kosteusrasitus, joka pitkään vaikuttaessaan turmelee rakenteita ja mahdollistaa mikrobikasvuston syntymisen.

Tehdasalueen märkätilojen ja huoltoloiden ilmanvaihdosta on pääosin huolehdittu hyvin. Siitä tehdyt huomiot ja mittaukset suoritettiin ilmanvaihtoventtiiliä tunnustelemalla sekä ilmaa haistelemalla. Erityisiä laitemittauksia ei suoritettu. Koska tunkkaista tai ummehtunutta hajua ei ollut havaittavissa ilman vaihtuvuus on huoltoloissa ja märkätiloissa riittävää. Kosteuskuormitus on välillä runsasta suihkujen suuresta määrästä johtuen, mutta kosteuspiikit tasaantuvat nopeasti suihkun käytön loputtua.

4.3 Toimenpide-ehdotukset

Märkätilojen kuntoa tulee seurata säännöllisesti suorittamalla silmämääräinen tarkastelu vähintään kerran vuodessa ja dokumentoimalla tarkastukset eli tekemällä märkätiloille luvun 5.1 esimerkin mukainen talokirja.

Tärkeimpänä ja kiireellisimpänä korjaustoimenpiteenä on märkätilojen laatoitusten korjaaminen. Esimerkiksi kuorimon vanhemman huoltolan pesuhuoneen

lattian ja seinän liitoksen korjaaminen täytyy tehdä välittömästi (ks. kuva 12). Myös huoltola 1:n ja 2:n suihkujen väliseinien alareunat (ks. kuva 13) sekä huoltola 3:ssa olevat reiät suihkunurkkauksen laatoituksissa (ks. kuva 11) on korjattava.

Toinen kriittinen asia on huoltoloissa 1, 2 ja 3 olevat kantavat teräsbetonipilarit, joiden alaosa ei ole laatoitettu (ks. kuva 14). Tämä rakenneratkaisu on ollut jo alun perin hyvin riskialtis, sillä suihkutiloja pestäessä vesi on tunkeutunut pilarin ja lattian välisestä saumasta rakenteisiin. Jokaiseen pilariin täytyy asentaa asianmukainen vedeneristys noin metrin korkeudelle sekä laatoitus. Pilarin ja lattian laatoituksen saumaan tulee laittaa elastinen homesuojattu märkätilasilikoni.

Vielä huonompi tilanne on huoltola 1:n päädyssä olevien suihkujen kohdalla. Siellä edellä mainitut pilarit ovat aivan suihkun vieressä ja näin ollen kastuvat aina, kun suihkua käytetään (ks. kuva 15). Myös tässä tapauksessa on tehtävä vesieristys ja pilari on laatoitettava ylös asti.



Kuva 14. Pilarin ja lattian sauma



Kuva 15. Huoltola 1:n suihkun vieressä oleva pilari

Kaikkien märkätilojen silikonisaumat täytyy uusida noin 5-10 vuoden välein, koska silikonit haurastuu ajan myötä ja irtoaa alustastaan. Tällaisia saumoja on yleensä kahden materiaalin välisessä saumassa sekä seinän ja lattian liitokohdissa.

Kuorimon uudemman huoltolan pukeutumistilojen irronneet lattialaatat tulee kiinnittää uudelleen. Uudelleen kiinnitys voidaan suorittaa pukeutumistiloissa, mutta ei suihku- ja saunatiloissa, joissa kosteusrasitus on huomattavasti suurempi.

Huoltoloiden pesuun tulee kiinnittää huomiota. Jatkossakaan lattiakaivoja, saunaa tai märkätilojen laatoitusta ei saa pestä painepesurilla, vaan käytetään vaihtoehtoisia pesumenetelmiä. Siivoajien työnjohdolle on annettu kyseessä olevasta aiheesta lisäinformaatiota, joka on jo johtanut hyviin tuloksiin. Painepesureiden käyttö on lopetettu.

Märkätilojen lattiakaivot tulee puhdistaa vähintään kaksi kertaa vuodessa. Lisäksi huoltoloissa 1 ja 2 on pyykinpesukoneita, joiden poistovesi menee lattiakaivon kautta viemäriin. Nämä lattiakaivot täytyy puhdistaa kahden-kolmen kuukauden välein, koska pyykinpesukoneista tuleva nukka tukkii kaivon hyvin helposti.

Yhtenä haasteellisena tehtävänä on saada märkätilojen käyttäjät motivoitua siihen, että jokainen kuivaisi lattian siihen tarkoitetulla lastalla suihkussa käynnin jälkeen. Näin lattian kuivumista nopeutettaisiin, mikä puolestaan vähentäisi merkittävästi kosteusvaurion vaaraa. Siivoajat vastaavat lattialastojen hankinnoista sekä käyttäjien opastuksesta.

5 TOIMISTOT JA VALVOMOT

Tehtaalla on runsaasti toimisto- ja valvomotiloja. Toimistotiloja on muun muassa keskuskonttorilla, joka on erillinen rakennus tehdasaidan ulkopuolella. Sen kellarissa on suurehko arkisto. Rakennus on vuosisadan alussa rakennettu massiivinen tiilimuurirunkoinen talo, jota on aikojen kuluessa muuteltu ja korjailtu useaan kertaan. Sen korjaushistoria on hyvin kirjava, muun muassa kosteus- ja hajuongelmatkaan eivät ole olleet vieraita asioita.

Erillisiä toimistotiloja on myös paperikone 3:n ja 4:n välissä olevat silta- ja solakonttorit, porokonttorit sekä kuorimon uudehkot toimistotilat. Myös paperikone 4:n korjaamon yhteydessä on erilliset kunnossapidon toimistotilat. Toimistot ovat joko erillisinä huoneina tai avokonttoreina eli työpisteet on vain eroteltu toisistaan kevyin väliseinin.

Kaikista toimistoista on tarpeellista tehdä luvun 5.1 esimerkin mukainen talokirja, jossa tulee kiinnittää erityistä huomiota työpisteen hajuhaittoihin. Näitä hajuongelmia on ollut toimistoissa jonkin verran ja pääsääntöisesti hajuongelmat ovat peräisin kosteusvaurioista. Mitä aiemmin niihin puututaan, sen edullisemmaksi niiden korjaaminen yleensä tulee. Jokaiselle toimistolle ei ole järkevää tehdä omaa talokirjaansa. Siksi toimistot kannattaa jakaa suuremmiksi kokonaisuuksiksi ja tehdä oma talokirja esimerkiksi siltakonttorille ja niin edelleen.

Oman ongelmansa asiaan tuo vielä se, että toimistot ovat suurimmaksi osaksi kosteiden ja kuumien tuotantotilojen ympäröimänä tai niiden välittömässä läheisyydessä. Tämä aiheuttaa kesäisin lisääntyvää jäähdytystarvetta ja erityisen huolellisesti suunniteltua ja toteutettua ilmanvaihtoa, koska toimistotiloihin kulkeutuu ylimääräistä kosteutta tilojen käytöstä ja rakenteiden ilmavuodoista johtuen.

Valvomot ovat tiloja, joista valvotaan ja ohjataan tuotannonprosesseja. Ne ovat pääsääntöisesti vuoden jokaisena päivänä ympärivuorokautisessa miehityksessä seisokkeja lukuun ottamatta. Tuotantoprosessin henkilöstö työskentelee suu-

rimman osan työajastaan juuri näissä tiloissa. Tämän takia valvomoiden sisäilman puhtaus on hyvin tärkeä asia työntekijöiden terveyden ja viihtyvyyden kannalta.

Valvomot sijaitsevat yleensä keskeisellä paikalla tuotannon tiloissa, joten niihin kohdistuu hyvin voimakasta kosteusrasitusta, jota pyritään pitämään ilmanvaihdolla sallituissa rajoissa. Valvomoiden katolla sijaitsevien ilmanvaihtolaitteiden kondenssivesi aiheuttaa ongelmia varsinkin valvomoiden yläpohjarakenteissa. Tämä ongelma on pyritty ratkaisemaan ainakin paperikone 2:n ja 3:n A-linjan valvomoissa asentamalla vesikatolle muovimatto vedeneristeeksi sekä puhdistamalla ja huoltamalla ilmanvaihtolaitteet säännöllisesti.

Paperikone 4:lla on märänpäänvalvomo, kuivanpäänvalvomo, leikkurinvalvomo ja URK:n eli uudelleenrullauskoneen valvomo. Paperikone 2:lla ja 3:lla on yhdistetyt valvomot märässä päässä, kuivassa päässä sekä leikkurilla. Paperikone 2:lla on myös URK:n valvomo ja paperikone 3:lla pakkalinjan valvomo. Lisäksi ovat SC-hiomon, TMP:n, sellun sulputtamon, kuorimon ja rankalan sekä biologisen puhdistamon valvomot. Näistä valvomoista tulee tehdä alueittain luvun 5.1 esimerkin mukainen talokirja, esimerkiksi paperikone 4:n valvomoista ja puunkäsittelyn valvomoista kannattaa tehdä oma kokonaisuutensa.

Toimisto- ja valvomotilojen osalta erityisesti käyttäjien aktiivisuus ja toimintatavat ovat ensiarvoisen tärkeitä kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyssä. Yleensä hän ja lähes poikkeuksetta juuri he huomaavat ongelmat ja ilmoittavat niistä. Myös sillä on merkitystä ennaltaehkäisyn onnistumiseen, miten vettä käytetään esimerkiksi minikeittiöissä ja muissa vesipisteissä.

5.1 Talokirja

Talokirja on rakennuskohtainen asiakirja. Siihen on kerätty kohteen kaikki kunnossapitoon ja korjausrakentamiseen tarvittavat tiedot. Tällaisia tietoja ovat kohteen perustiedot, rakenteet, korjaushistoria ja ennaltaehkäisevän toiminnan tehtäväluettelo. Tehtäväluetteloon kootaan kosteuden kannalta riskialttiit rakenteet

ja ne kohdat, jotka tulee tarkastaa tai huoltaa tietyin väliajoin, tarkastusten ajankohdat ja vastuuhenkilöt. Päähuomio tulee kiinnittää kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyyn ja mahdollisten vaurioiden aikaiseen havaitsemiseen.

Talokirjaa tulee päivittää ja ylläpitää jatkuvasti, jotta se ei menetä arvoaan. Näin se tulee olemaan arvokas työkalu kunnossapidosta vastaaville henkilöille. Kirjasta löytyy kohteen kaikki oleelliset ja tarvittavat tiedot yhdestä paikasta ja nopeasti. Talokirjojen laatimisvaihe kannattaa tehdä huolellisesti, jotta tietojen siirtäminen tulevaisuudessa käyttöön otettavaan sähköiseen huoltokirjaan käy vaivattomasti.

Talokirjasta on tehty esimerkki paperikone 2:n ja 3:n välisellä A-linjalla olevista märänpään, kuivanpään ja leikkurin valvomoista (kuvat 16 ja 17). Talokirja on liitteessä H.



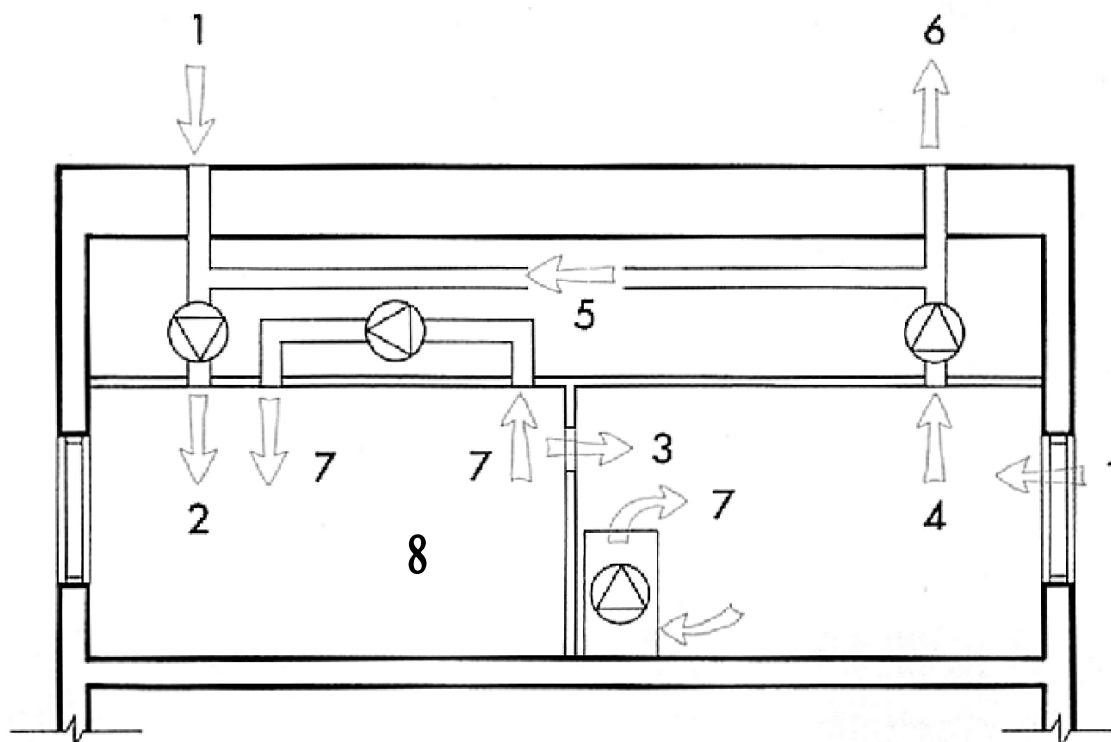
Kuva 16. Yleisnäkymä märänpään valvomon keittiöstä



Kuva 17. Leikkurin valvomo

5.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan huoneilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla. Ilmastoinnilla puolestaan tarkoitetaan huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tulo- tai kierrätysilmaa käsittelemällä. Kuvassa 18 on esitetty ilmavirtojen nimitykset. [21]



- | | |
|--------------|-----------------|
| 1 ulkoilma | 5 palautusilma |
| 2 tuloilma | 6 jäteilma |
| 3 siirtoilma | 7 kierrätysilma |
| 4 poistoilma | 8 sisäilma |

Kuva 18. Ilmavirtojen nimitykset [22, s.2]

Sellaisissa tiloissa, joissa työskentelee ihmisiä, ilmanvaihtokertoimen on oltava vähintään 0,5 l/h eli huoneilman tulee vaihtua kerran kahdessa tunnissa.

Toimistojen ja valvomoiden ilmanvaihto on erityisen tärkeä, koska niiden ympärillä on hyvin kosteat tuotantotilat. Toimistojen ja valvomoiden ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo- ja poistoilmajärjestelmällä, jolla ilma poistetaan huonetilasta koneellisesti puhaltimen avulla ja tilalle tuodaan lämmitettyä tai jäähdytettyä ja suodatettua ulkoilmaa. Järjestelmään kuuluu myös lämmön talteenotto (LTO), jolla siirretään lämpöenergiaa poistoilmasta tuloilmaan. Tämän avulla saadaan jopa 70...80 % ilmanvaihdon lämmitykseen tarvittavasta lämpöenergiamäärästä siirrettyä tuloilmaan.

Yleensä rakennuksen sisäilma pidetään koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän avulla hieman alipaineisena (0...5 Pascal), jotta kosteampi huoneilma ei pääsisi tunkeutumaan rakenteiden sisään. Tästä on kuitenkin poikkeuksia. Esimerkiksi sellaisissa toimistoissa ja valvomoissa, jotka ovat kosteiden tuotantotilojen yhteydessä, huoneilma on syytä pitää hieman ylipaineisena. Edellä mainittu pätee erityisesti kesällä, jolloin tuotantotilat ovat hyvin lämpimiä ja ilmankosteus on erityisen suuri. Tällä tavoin estetään kostean ilman pääsy toimistojen ja valvomoiden sisäilmaan. Toimenpide edellyttää rakenteilta hyvää tiiviyyttä, jotta haitallista kondensoitumista rakenteiden sisään ei pääsisi tapahtumaan.

Talvella, jolloin sisäilma kuivuu lämmityksen ja ilmanvaihdon vuoksi, edellä mainitut tilat voidaan pitää hieman alipaineisena. Sen seurauksena tuotantotiloista pääsee siirtymään kosteutta sisätiloihin, jolloin ilman kuivuusongelma helpottuu ja erillistä ilman kostuttamista ei enää tarvita.

Jäähdytys aiheuttaa ongelmia erityisesti kuumana ja kosteana kesäpäivänä, jolloin ilmaa jäähdytetään runsaasti ja sen suhteellinen kosteus kasvaa. Vaarana on, että kosteus alkaa kondensoitua rakenteen pinnoille, koska kastepistelämpötila on korkea ja lähellä huoneilman lämpötilaa. Näin kävi esimerkiksi kesällä 2003 porokonttorissa, kun ilmassa oleva vesihöyry alkoi kondensoitua hieman viileämpään alakattoon. Alas lasketun katon pintamateriaalina oli rei'itetty pelti eli niin sanottu Tempa-katto.

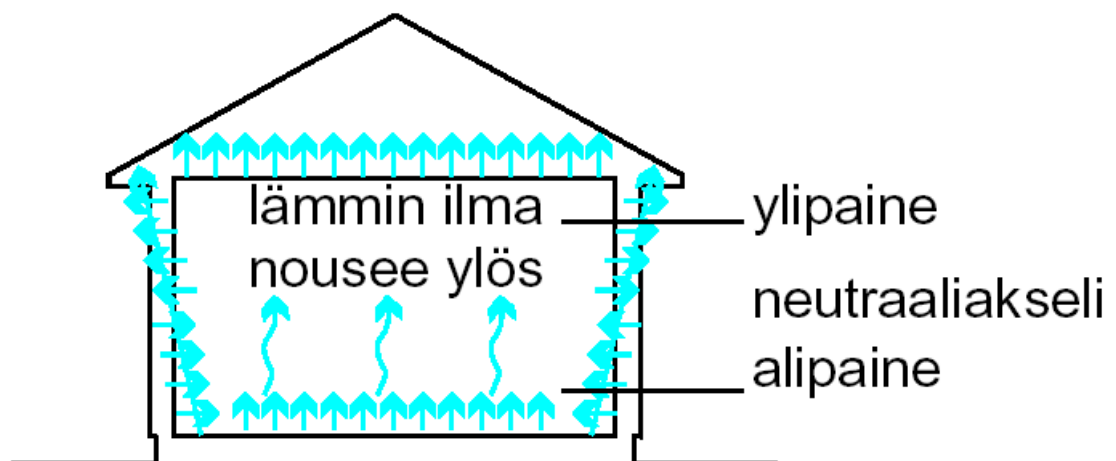
Sisäilman sisältämän vesihöyryn kondensoituminen huonetilassa voitaisiin estää lämmittämällä tuloilmaa esilämmityspatterilla ennen sen jäähdyttämistä. Lämmittäminen mahdollistaa sen, että ilma voidaan tämän jälkeen jäähdyttää suoraan haluttuun lämpötilaan. Tällöin huoneilman kosteuspitoisuus laskee ja kastepistelämpötila pysyy riittävän matalana, jotta pinnoille ei ala kondensoitua vettä.

Ilmaa lämmitettäessä sen kosteuspitoisuus eli absoluuttinen kosteus pysyy samana, vaikka suhteellinen kosteus kasvaakin. Jäähdytettäessä ilmaa sen kosteuspitoisuus laskee, koska kosteutta tiivistyy jäähdytyspatterin pinnoille. Läm-

pötilan laskiessa suhteellinen kosteus kasvaa. Liitteessä I on ilmapöytelyn teoreettinen tarkastelu.

Savupiippuvaikutus

Varsinkin korkeissa (>10 m) sisätiloissa esiintyy niin sanottua savupiippuvaikutusta (kuva 19). Siinä lämmin ilma nousee viileämpää ilmaa kevyempänä ylös aiheuttaen ylipaineen rakennuksen yläosaan. Tämä on merkittävä asia esimerkiksi kuorimorakennuksen rumpujen nostoluukkujen kohdalla, missä rakennus on noin 20 metriä korkea. Siellä nostoluukkuihin kohdistuu runsaan kosteuden lisäksi huomattava ylipaine, minkä ansiosta ilmassa oleva vesihöyry tunkeutuu rakenteisiin.



Kuva 19. Savupiippuvaikutuksen periaatekuva. Ylipaine nousee neutraaliakselilta noin $0,9 \text{ Pa/m}$, kun sisä- ja ulkoilma lämpötilojen ero on $20 \text{ }^\circ\text{C}$. [1, s. 3]

Ylipaine on suurimmillaan kylminä vuodenaikoina suurista lämpötilaeroista johtuen. Kuorimossa tilannetta pahentaa vielä rakennuksen vaipan alaosassa olevat ulko-ovet. Kun ovi kovalla pakkasella aukaistaan, sisään virtaa hyvin kylmää ilmaa rakennuksen alaosan alipaineesta johtuen. Samalla yläpohjan alapintaan kohdistuu suuri ylipaine.

Tätä ei voida kokonaan välttää muuten kuin osastoimalla rakennus vaakatasossa omiin erillisiin osastoihin. Tämä ei ole taloudellisesti järkevää eikä tuotannollisista syistä mahdollistakaan eli sen kanssa on tultava toimeen. Yläpohjan ala-

pinnan hyvä tiiviys vähentää savupiippuvaikutuksen rakenteille aiheuttamia haittoja.

Suodattimet

Suodattimilla estetään epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan, joten niiden merkitys sisäilman laadun kannalta on hyvin merkittävä. Suodatusta tarvitaan ennen kaikkea ihmisen terveyden ja viihtyvyyden vuoksi.

Ilmanvaihtokoneissa on yleensä ensin karkeasuodatin ja sen jälkeen hienosuodatin, jotka suodattavat tuloilmaa ennen sen johtamista kohteeseen. Karkeasuodatin suodattaa suurimmat hiukkaset ja esineet, hienosuodatin puolestaan pienemmät hiukkaset. Suodattimen kykyä erottaa hiukkasia sen läpi virtaavasta ilmasta kuvataan erotusasteella. Erotusaste ilmoitetaan yleensä prosentteina. [23]

Suodatinluokat jaetaan luokkiin EU1...EU10 (EU tulee sanasta Eurovent). Luokka EU10 on paras eli se erottaa kaikkein pienimmät hiukkaset ilmasta ja luokka EU1 on huonoin ja erottaa vain suurimmat hiukkaset.

Normaalisti asuintaloissa suositellaan käytettävän luokkaa EU6...EU7. Luokkaa EU10 suositellaan vaativiin kohteisiin kuten laboratorioihin ja leikkaussaleihin. Tehdasalueella on yleisesti käytetty EU4...EU5 luokan suodattimia. Varsinkin tehdasalueella suodattimien tulisi olla vähintään EU6-luokan tasoisia ilman suuremman saastepitoisuuden vuoksi. Karkeasuodatin voi olla esimerkiksi EU3-luokkaa.

Suodattimien vaihdon yhteydessä on huomioitava tiivisteiden pitävyys ja olemassa oleminen. Kanavien tiivydellä on suuri merkitys, koska suodattimien ohi virtaava ilma on likaista ja se edesauttaa sisäilman laadun heikkenemistä. Myös suodattimien vaihtovälin tulee olla riittävän lyhyt, jotta suodattimet eivät tukkeutuisi ja näin menettäisi hiukkasten erottelemiskykyään.

Karkeasuodattimet tulee puhdistaa tai vaihtaa kaksi kertaa vuodessa. Hienosuodattimet tulee vaihtaa vähintään kaksi kertaa vuodessa. Erityisesti tehdasalueella suodattimien vaihtovälit on pidettävä riittävän lyhyinä, koska ilmassa on paljon enemmän erilaisia hiukkasia kuin esimerkiksi maaseudulla.

Ilmanvaihtokanavien puhtaus

Ilmanvaihtokanavien puhtaudella on suuri merkitys sisäilman laadun kannalta. Ilmanvaihto levittää tehokkaasti mikrobeja tilasta toiseen, varsinkin jos ilmanvaihtokanavia ei ole puhdistettu ja siellä on epäpuhtauksia, kuten pölyä. Vaikka itse rakenteissa ei olisikaan mikrobeja, niin kanavistossa olevat pienetkin määrät mikrobeja saastuttavat ilmanvaihdon koko vaikutusalueen sisäilman.

Tämän takia ilmanvaihtokanavat tulee puhdistaa tilanteesta riippuen vähintään 5...10 vuoden välein, jotta vältetään kanaviin päässeiden epäpuhtauksien levittämiseltä sisäilmaan. Puhdistus suoritetaan yleensä mekaanisesti erilaisia pyöriviä harjoja ja alipaineistajia käyttäen. Jotta kanavan päälle kertynyt pöly ei leviäisi sisäpuolisen puhdistustyön aikana sisäilmaan, kanavat tulee puhdistaa ensiksi päältäpäin.

6 VÄESTÖNSUOJAT

Väestönsuojat ovat kriisiajan tilanteisiin tarkoitettuja väestölle turvallisia paikkoja. Näitä tiloja käytetään normaalitilanteessa esimerkiksi varasto- tai huoltotiloina. Ne on kuitenkin voitava kunnostaa vuorokauden kuluessa väestönsuojana käytettäväksi [24].

6.1 Yleistä väestönsuojista

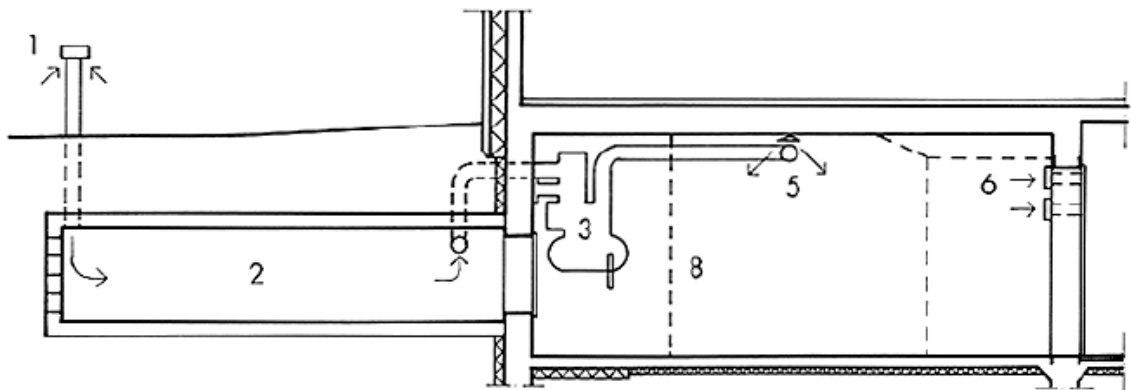
Väestönsuojia on kerros- ja rivitaloissa, julkisissa rakennuksissa sekä suurissa teollisuuslaitoksissa. Ne on yleensä sijoitettu rakennuksen kellaritiloihin joko osittain tai kokonaan maan sisään. Suojatiloista huolehtii yleensä suojan omistaja. Yleisistä suojatiloista huolehtii kunta tai kaupunki.

Varsinaisen suojatilan on kestävä monenlaisia rasituksia kuten päällä olevan rakennuksen sortumasta ja tärähdyksestä aiheutuvat kuormat. Lisäksi suojan tulee antaa suoja säteilyä ja sirpaleita sekä tulipaloa vastaan. Suojat ovat massiivisia teräsbetonirakenteita tai kallion sisään louhittuja tiloja.

Väestönsuojat jaetaan varsinaisen suojatilan mukaan suojaluokkiin K, S1, S3 ja S6. Näistä yleisimmät ovat K ja S1-luokan suojat. K-luokan eli kevyenluokan väestönsuojan ympärysseiniä ja katon rakennepaksuudet tulee olla vähintään 200 millimetriä teräsbetonia. S1-luokan suojan vastaava-arvo on 300 millimetriä teräsbetonia. Molempien luokkien lattian rakennepaksuus tulee olla vähintään 150 millimetriä teräsbetonia. Arvoihin on säteilysuojauksen vuoksi lisättävä noin 100 millimetriä teräsbetonia, jos suojatila on kokonaan tai osittain maanpinnan yläpuolella. [24, s. 18]

Varsinaisen suojatilan koko määräytyy rakennuksen kerrosalan tai suojan vaikutusalueelle laskettavien henkilöiden lukumäärän mukaan. Yhden henkilön laskennallinen tilantarve on $0,75 \text{ m}^2$. [24]

Suojatilat on kriisinaikana pidettävä ylipaineisena ulkoilmaan verrattuna, jotta mahdollisesti vaarallisia aineita sisältävä ulkoilma ei pääse väestönsuojaan. Ilma otetaan väestönsuojaan erillisellä ilmanvaihtolaitteistolla ulkoa ja tarvittaessa se suodatetaan (ks. kuva 20). Väestönsuojissa on oltava varsinaisen sisäänkäynnin lisäksi erillinen hätäpoistumistie. Lisäksi viemärit on varustettava padotus- ja sulkuventtiileillä. [24]



Kuva 20. S1-luokan väestönsuojan ilmanvaihtojärjestelmän periaate kuva. 1) Ilmanottoputki, 2) raitisilmakanava, 3) ilmanvaihtolaitteisto, 5) tuloilmaventtiili, 6) ylipaineventtiili, 8) suojahäkki. [24, s. 21]

6.2 Väestönsuojat tehdasalueella

UPM:n tehdasalueella on 9 väestönsuojaa, joista K-luokan suojia on kolme ja loput kuusi ovat S1-luokan väestönsuojia. Suojien pinta-ala yhteensä on 658 m² ja niihin mahtuu 1086 henkilöä eli koko tehtaan henkilöstö. [25]

Suojat 1, 2 ja 9 eli keskusvaraston, SC-hiomon ja paloaseman väestönsuojat ovat kärsineet kosteusvaurioista. Keskusvaraston suojan lattiasta on maali hilseilyt kosteuden vaikutuksesta ja kellarikerros on muutenkin kärsinyt kosteusvaurioista lähinnä pintamateriaalien osalta. Kosteus on peräisin maaperästä. Pohjavesi on siellä hyvin lähellä rakennuksen perustuskorkeutta, eikä 1960-luvulla ole käytetty vielä salaojitusta perustusten kuivattamiseen.

Ylimääräistä vettä maaperään tulee myös paperikone 2:n pulppereista, jotka tulvivat ajoittain niin, että vettä pääsee kellariin asti. Kellarista vesi kulkeutuu maaperään, josta se tunkeutuu keskusvaraston kellariin ja väestönsuojaan. Niiden seinistä puuttuu vedenpaineen eristys kokonaan. Keskusvaraston kellarissa oleviin käyttämättömiin huoltotiloihin on joskus yritetty tehdä vedenpaineen eristys (ks. kuva 21). Se on kuitenkin pahasti epäonnistunut muun muassa sen takia, että eristys on tehty seinän väärälle puolelle.

Myös paperikoneen kellarissa keskusvaraston kohdalla kulkevasta avonaisesta viemärikanaalista tulee vettä maaperään silloin, kun paperimassa on tukkinut viemärin (ks. luku 8.2 mittausanturit).

SC-hiomon väestönsuojaan on päässyt prosessista peräisin olevaa vettä oviaukon kautta sisään. Tämä on suurin kosteuden lähde, mutta maaperästä nousee myös kapillaarisesti pohjavettä suojan lattialle. Lisäksi maaperää pitää märkänä suojan takana kulkeva avonainen viemärikanaali, johon liittyy sivuviemäreitä, jotka eivät osu kanaaliin. Nämä sivuhaarat laskevat vetensä suoraan maaperään.

Kosteutta on peräisin myös ilmanvaihtolaitteista, joiden pinnoille kondensoituu runsaasti vettä lämmittämättömän tuloilman vuoksi. Joskus katossa on ollut myös halkeamia, jonka kautta vettä on päässyt suojaan, mutta nyt halkeamat on korjattu. Kuivuessaan vesi on sotkenut suojan lattian (ks. kuva 22).



Kuva 21. Epäonnistunut vedenpaineen eristys keskusvaraston kellarissa



Kuva 22. SC-hiomon väestönsuojan veden sotkema lattiaa

Paloaseman väestönsuoja on kärsinyt lumen sulamisvesistä, jotka ovat keväisin valuneet suojaan (kuva 23). Tämä on johtunut toimimattomista sadevesiviemäreistä, huonosta vedenpaineen eristyksestä ja salaojien puutteesta. Tilannetta on korjattu asentamalla väestönsuojaan viemärointi sekä kunnostamalla sadevesiviemäreitä.



Kuva 23. Yleisnäkymä paloaseman väestönsuojasta

Paloaseman henkilökunnan mukaan suojaan tulee keväisin vielä jonkin verran kosteutta, mutta ei haitallisessa määrin. Tämä pieni kosteusmäärä ei aiheuta ongelmia betonisissa lattia- eikä seinärakenteissa, kun huolehditaan siitä, ettei mikrobeille ole riittävästi ravintoa eli orgaanisia aineita. Kosteus pääsee haihtumaan rakenteista sekä sisäilmaan että maaperään.

Tehtaan muut väestönsuojat eivät ole tietävästi kärsineet vastaavista kosteusongelmista.

6.3 Toimenpide-ehdotukset

Tuotantohenkilökuntaa tulee informoida ja kouluttaa, jotta prosessivesiä ei jatkossa pääsisi maaperään ja sitä kautta kellaritiloihin. Näin vähennetään merkittävästi keskusvaraston kellaritilojen ja väestönsuojan kosteusrasitusta. Kosteuden aiheuttamat pintamateriaalien turmeltumiset tulee korjata niin keskusvaraston väestönsuojassa kuin kellaritiloissakin.

Keskusvaraston kellarissa olevien käyttämättömien huoltotilojen korjaaminen ei ole taloudellisesti järkevää niin pitkään, kun tilat ovat käyttämättöminä. Koska varaston seinä on maata vasten, vedenpaineen eristys oikein toteutettuna on suuritöinen. Jos tilat halutaan ottaa käyttöön, ne tulee mikrobivaaran vuoksi kunnostaa perusteellisesti.

SC-hiomon väestönsuoja tulee siivota. Sen lisäksi mahdollisten prosessivesien pääsy väestönsuojaan on estettävä sulkemalla sisäänkäyntiovi ja tarkkailemalla tilannetta säännöllisesti. Kosteusrasitusta voitaisiin vähentää kyseisessä suojassa myös tuloilmaa lämmittämällä. Suojan takana kulkevaan kanaaliin tulee tehdä tarvittavat muutostyöt, jotta vesi laskisi sivuhaaroista pääkanaaliin. Näin vähennetään merkittävästi maaperän kosteusrasitusta ja sitä kautta väestönsuojaan kohdistuvaa rasitusta.

Lisäksi kaikille väestönsuojille tulee laatia suojakohtainen talokirja luvun 5.1 esimerkin mukaisesti. Siihen liittyvät tarkastukset on ajoitettava samalle kerralle suojan yleistarkastuksen kanssa. Näin tarkastukset tehdään kaikkein varmimmin ja samalla säästetään aikaa.

7 RUOKALA

Kajaanin tehtaan ruokala on nimeltään Poronsarvi. Se sijaitsee tehdasalueen välittömässä läheisyydessä ja on sekä tehtaan henkilöstön että ulkopuolistenkin käytössä.

Ruokala on kaksikerroksinen betonirunkoinen rakennus, jonka alakerrassa on pääportin toimisto, neuvotteluhuoneita, väestönsuoja ja huoltotiloja. Yläkerrassa on ruokailusali, laitoskeittiö sekä neuvotteluhuoneita ja toimistoja. Tässä luvussa keskitytään käsittelemään kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyä ainoastaan laitoskeittiön osalta.

Keittiössä on ruoan valmistustilat, ruoan tarjoilutilat, kylmä- ja pakastustilat sekä varastotiloja. Yleisnäkymästä on kuvat 24 ja 25. Ruoan valmistustilat luokitellaan märkätiloiksi joiden pintarakenteita koskevat samanlaiset vaatimukset kuin tavanomaisilla märkätiloilla on (ks. luku 4.1 yleistä märkätiloista). Veden ja lämmön lisäksi pintamateriaalien tulee kestää höyryä, happoja ja rasvoja [26].



Kuva 24. Yleisnäkymä keittiöstä



Kuva 25. Yleisnäkymä ruoan valmistustilasta

Suurkeittiöt RT-kortissa mainitaan, että: ”Suurkeittiöiden kaikkien pintatarvikkeiden ensisijainen valintaperuste on helppo puhtaanapito. Lisäksi pintojen tulee olla kulutusta kestäviä ja käyttötarkoitukseen soveltuvia. Eri päällysteille tulisi antaa selvät puhdistus- ja hoito-ohjeet tilojen valmistuttua.” [26, s.19]

Keittiön seinien pintamateriaalit ovat keraamista laattaa ja lattiasta noin puolet on laatoitettu ja puolet on pinnoitettu epoksi-pinnoitteella. Lattiakaivoja on runsaasti ja kaikki viemärit menevät keittiöstä rasvanerotin kautta. Tämä erillinen rasvanerotin on rakennuksen ulkopuolella ja sen tyhjentämisestä huolehtii ulkopuolinen yritys. Tällainen rasvanerotin on pakollinen, jos keittiössä valmistetaan yli 50 ruoka-annosta vuorokaudessa.

Tukkeutuvat viemärit ovat yksi tällaisen talouskeittiön ongelma. Rasva tarttuu jäähtyessään putken seinämän huokosiin, jolloin siihen tarttuu muukin lika helpommin. Ajan myötä tämä aiheuttaa viemäriin tukkeutumisen. Kajaanin ruokalassa tämä ongelma on pyritty ratkaisemaan käyttämällä kemiallista viemäripuhdistusainetta säännöllisesti.

Kun mietitään kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyä tällaisissa tiloissa, päähuomio tulee kiinnittää tilojen käyttäjiin ja puhtaanapitohenkilöstöön. Heitä tulee motivoita ja kouluttaa kertomaan havaitsemistaan vioista ja puutteista rakenteissa ja toimintatavoissa. Keittiön kylmätilat ja pakastekaapit ovat omia erillisiä tehdasvalmisteisia tiloja, joiden säännölliset huoltotoimenpiteet on suoritettava ajallaan ja valmistajan ohjeita noudattaen. Erityisesti täytyy huolehtia kondenssivesien esteettömästä pääsystä viemäriin. Asian merkitys korostuu kesäheleillä, jolloin kosteutta tiivistyy runsaasti kylmille pinnoille. Lisäksi kiinteistöä on tehtävä talokirja, jota tulee ylläpitää ja noudattaa (ks. luku 5.1 talokirja).

8 KOSTEUSVAHDIT

Kosteusvahtien tehtävänä on mitata kosteutta tai veden pinnankorkeutta yleensä sellaisista tiloista tai paikoista, josta sitä ei muuten kohtuudella havaita. Mittaavana elimenä toimivat anturit, jotka antavat asetettujen raja-arvojen ylittäviä arvoista hälytyksen. Hälytykset voidaan ohjata tiedonsiirtoväylää pitkin valvomoon tai henkilökohtaiselle työpöydälle.

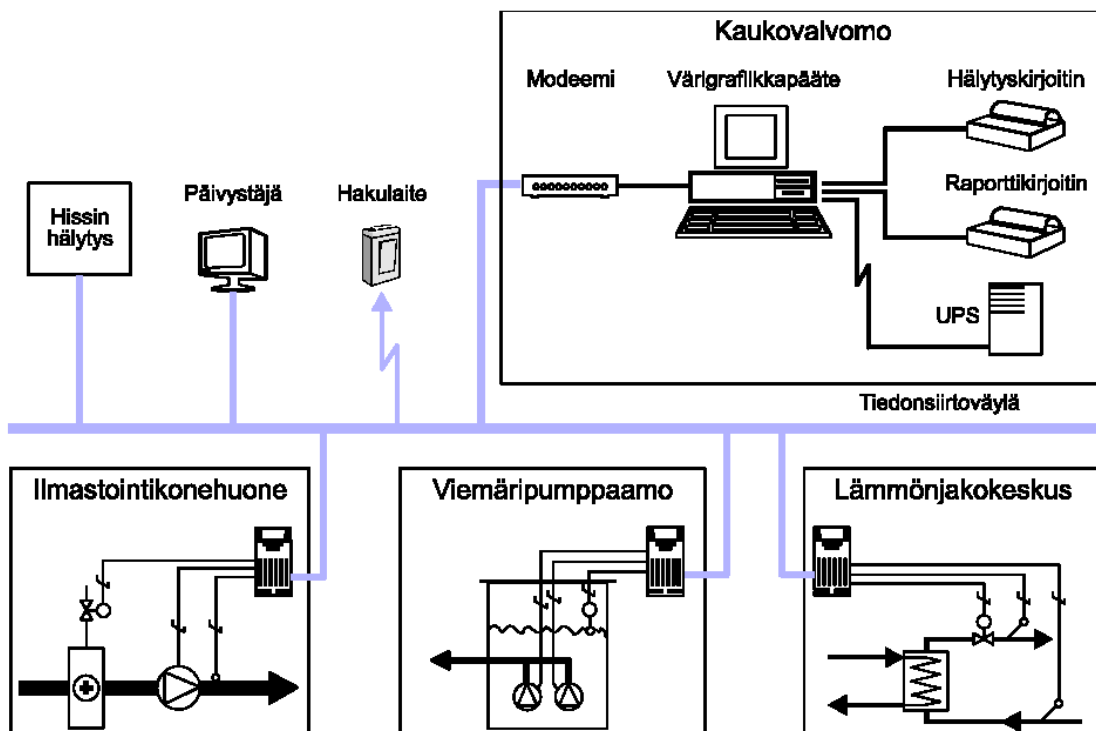
Tämä on osa rakennusautomaatiota, jota tehdasalueella on jo runsaasti. Lähes kaikkien tilojen ilmanvaihto, jäähdytys ja lämmitys on liitetty rakennusautomaatiojärjestelmän piiriin, joten sitä hyödyntämällä kosteusvahtien käyttöönotto ei ole siis kovin suuri projekti.

8.1 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu kolmesta tasosta. Nämä tasot ovat valvomotaso, alakeskustaso ja kenttälaitetaso. Kuvassa 26 on kuvattu rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne ja sen eri tasot.

Valvomotaso käsittää fyysisen valvomon PC-laitteistoinen, jossa on Windows-pohjaiset graafiset käyttöliittymät. Valvomo toimii linkkinä käyttäjän ja järjestelmän välillä eli järjestelmää voidaan säätää ja muokata valvomosta. Alakeskustaso sisältää nimensä mukaisesti valvonta-alakeskuksen (VAK), jossa on prosessori ja muistia. Se säätää, ohjaa ja valvoo kenttälaitteita sekä siirtää tietoa kenttälaitteiden ja valvomotason välillä automaatiöväylän kautta. [27]

Kenttälaitetaso käsittää mittausanturit ja toimilaitteet. Mittausantureita ovat muun muassa lämpötilan-, kosteuden- ja paineenmittausanturit. Toimilaitteita ovat esimerkiksi venttiilit, pumput ja säätömoottorit. Nämä kenttälaitteet kommunikoivat valvonta-alakeskuksen kanssa erillisen kenttäväylän kautta, joka voi olla esimerkiksi LON -väylä. [27]



Kuva 26. Rakennusautomaatiojärjestelmän periaatekuva [27]

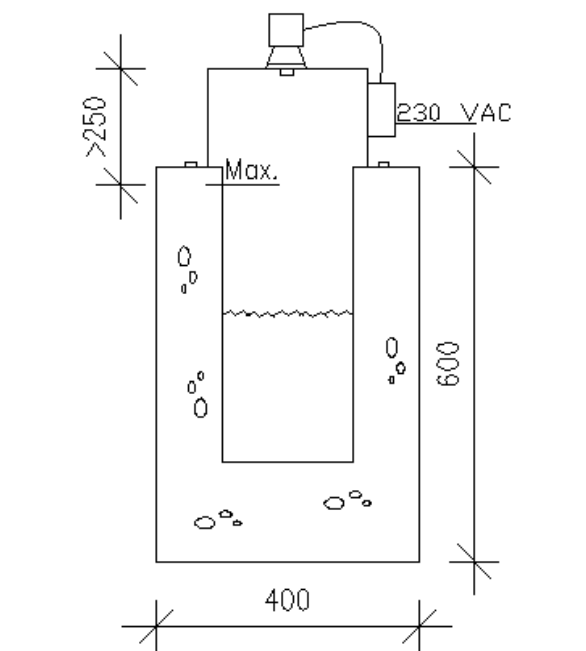
8.2 Mittausanturit

Pinnankorkeuden mittausanturit mittaavat esimerkiksi veden pinnankorkeutta ja antavat hälytyksen pinnan noustua yli asetusarvon. Tällaiset tunnistimet tulee laittaa kriittisiin kattokaivoihin, jotka on määritelty liitteessä E (kertaluonteiset huolto- ja korjaustoimenpiteet vesikatoille). Tunnistimet liitetään valvontalakeskuksen kautta rakennusautomaatiojärjestelmän valvomoon, mistä voidaan seurata tunnistimien tilaa. Järjestelmään on yksilöity jokainen tunnistin, joten se on helposti paikannettavissa. Hälytykset ohjataan valvomosta edelleen pääportille. Silloin, kun rakennusautomaatiojärjestelmän valvomossa ei ole henkilöstöä (esimerkiksi viikonloput) pääportin henkilöstö hälyttää kiireellisissä tapauksissa vian korjaajan.

Paperikone 2:n kellarissa keskusvaraston vieressä kulkevaan betoniseen avoviemäriin tulee myös asentaa vedenpinnan korkeutta mittaava anturi. Paperikone 2:n pulppereista peräisin oleva paperimassa muodostaa kuivuessaan tukok-

sen kanaaliin ja vesi pääsee kanaalin reunojen ylitse maaperään, josta se kulkeutuu rakenteisiin aiheuttaen keskusvaraston alakerran kosteusongelmat.

Anturiksi käy esimerkiksi Wavin Labko Oy:n valmistama ja toimittama ultraääni-pintakytkin Pointek ULS 200. Anturi käyttää ultraäänitekniikkaa ja se on ainetta koskettamaton pintakytkin, joka puhdistaa itse itsensä. Tämä mahdollistaa anturin luotettavan ja huoltovapaan toiminnan myös vaikeissa olosuhteissa. Esimerkiksi paperimassa ei voi kuivuessaan tehdä anturia toimintakyvyttömäksi, sillä anturi ei kosketa massaa missään vaiheessa. Kuvassa 27 on anturin toimintaperiaate.



Kuva 27. Kanaalin mittausanturin toimintaperiaatekuva

Aikaisemmin viemärin tukkeutumiseen on reagoitu vasta silloin, kun vesi on kulkeutunut keskusvaraston alakerran lattialle. Anturin asentamisen jälkeen tukkeutunut kanaali huomataan heti ja tukkeuma voidaan poistaa mahdollisimman nopeasti ennen kuin vesi on kulkeutunut varastoon asti.

Kyseinen anturi siis reagoi vedenpinnan noustessa tiettyyn raja-arvoon ja antaa silloin hälytyksen. Anturi liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään samoin kuin kattokaivojen tunnistimet, mutta hälytykset ohjataan suoraan **paperikone 2:n kuivanpään valvomoon**.

Kosteudenmittausanturit

Kriittisiin paikkoihin voidaan asentaa mittausantureita, jotka mittaavat esimerkiksi ilman suhteellista kosteutta (RH %), absoluuttista kosteutta (g/m^3) tai kastepistelämpötilaa ($^{\circ}\text{C}$). Tällaisilla antureilla voidaan seurata esimerkiksi jotain tiettyä riskirakennetta, jossa oletetaan olevan ongelmia. Anturi voidaan upottaa myös rakenteen sisään. Nämä anturit liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään, jolloin niiden mittausarvoja voidaan seurata valvomosta.

Keskuskonttorin kellarissa on betonilattiaan tehtyihin syvennyksiin laitettuja mittausantureita. Anturit reagoivat veteen ja antavat hälytyksen pääportille, jos havaitsevat kellarissa kosteutta.

9 TOIMINTAMALLIEHDOTUKSET

Annettuja toimenpide-ehdotuksia tulee noudattaa. Myös talokirjat täytyy laatia annetun esimerkin pohjalta kaikkiin suositeltuihin kohteisiin. Tämä ei onnistu keneltäkään oman työn ohella, vaan tehtävä on annettava jollekin kokopäiväiseksi. Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy tulee keskittymään talokirjan ympärille, joka on täysin arvoton ellei se muutu käytännön toiminnaksi rakennusten hoitamisessa ja ylläpidossa.

Tulevaisuudessa kannattaa harkita palvelimella olevan tietokantapohjaisen sovellusohjelman eli sähköisen huoltokirjan hankkimista kunnossapidon päivittäiseksi työkaluksi. Se on väline kiinteistön koko elinkaaren hallintaan. Tällaisen sovelluksen hyvä puoli on se, että tietoja päivitettäessä tai lisättäessä yhteen paikkaan ja yhden kerran, ne päivittyvät kaikkiin paikkoihin, joissa kyseisiä tietoja on. Tällöin säästytään moneen kertaan tekemiseltä ja tiedot ovat kaikkien niiden henkilöiden käytettävissä, joilla on tunnukset ohjelmaan.

Hyvinä puolina voidaan mainita myös korjaushistorian dokumentointi. Raportit ja piirustukset voidaan liittää ohjelman tietokantaan, josta ne on helposti löydettävissä. Sähköinen huoltokirja antaa mahdollisuuden siihen, että kiinteistön kaikki kunnossapidossa ja korjauksissa tarvittavat tiedot löytyvät yhdestä paikasta.

Ohjelma kannattaa ottaa ensin pilottikäyttöön ja siitä saatujen tietojen pohjalta voidaan muokata juuri sellainen ohjelma kuin tarvitaan. Esimerkiksi tiedot rakennuksista siirretään ensimmäisessä vaiheessa ohjelmaan. Tiedot on helppo siirtää manuaalisista talokirjoista sähköiseen muotoon. Sen jälkeen ohjelmaan voidaan laittaa koko kunnossapito eli kone, automaatio, sähkö ja mittavaan kunnossapidon tiedot.

Yhteistyö eri tahojen välillä on saatava toimimaan. Esimiesten tehtävä on motivoita alaiset heille kuuluviin tehtäviin. Varsinkin rakennusten kunnossapidossa toimivien henkilöiden saumaton yhteistyö eri tahojen välillä on erittäin tärkeää tehdasalueen kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyä ajatellen.

Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy vaatii tehtaan koko henkilöstöltä niin avoimuutta, vastuuntuntoa kuin myös yhteistyökykyä. Kaikkien tulisi suhtautua vastuullisesti rakennusten kunnossapitoon puutteista, ongelmista ja kehitysideoista ilmoittaen. Jotta tiedonkulku ja ennaltaehkäisevän työn suorittaminen olisi joustavaa, yhteistyön on toimittava ja siihen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Koska kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy sisältää muun muassa sähköiseen huoltokirjaan siirtymisen, asenteet uusia asioita kohtaan täytyy olla myönteisiä. Uudet asiat tuovat jonkin verran lisätyötä ja ehkä joitakin asioita on opeteltava tekemään toisin. Tulokset ovat kuitenkin varmasti vaivan arvoisia.

Ilmanvaihdon merkitys kosteusvaurioiden muodostumisen kannalta on hyvin merkittävä. Sen vuoksi ilmanvaihtojärjestelmät on pidettävä hyvässä kunnossa. Se vaatii jatkuvaa huoltoa ja kunnossapitoa. Järjestelmien lisääntyvä tekniikka asettaa huolto- ja kunnossapitohenkilöstölle jatkuvaa itsensä kehittämisen tarvetta. Enää ei riitä, että ilmanvaihtourakoitsija säätää järjestelmän optimaaliseksi rakentamisvaiheessa. Säädot voivat olla esimerkiksi kahden vuoden kuluttua aivan muuta, joten järjestelmien ylläpitoon tulee hankkia uutta ja osaavaa työvoimaa. Toinen vaihtoehto on tuottaa kyseiset toiminnot alihankintana. Jos kuitenkin jatketaan nykyisellä tavalla, niin seuraukset eivät ole pitkällä aikavälillä kovin hyviä.

Kiinteistöstrategia on kiinteistön tavoitteiden määrittelyä eli on kyse suunnitelmallisuudesta vaikuttaa etukäteen ja tavoitteellisesti kiinteistöä koskevien asioiden ja tapahtumien kulkuun [28]. Olisi hyvä miettiä, millaista laatutasoa on tarkoitus ylläpitää ja millaisia odotuksia rakennuksiin kohdistuu. Samalla täytyy pohtia, mihin kannattaa taloudellisesti panostaa enemmän ja mihin vähemmän. Myös pitkän tähtäimen suunnittelu eli niin sanottu tekninen PTS-ehdotus tulee laatia koko tehdasalueen kiinteistökannalle. Siinä ilmenee tärkeimmät korjauskohteet seuraavan kymmenen vuoden aikana, niiden ajankohta sekä korjausten arvioitu hinta. Tekninen PTS-ehdotus tehdään kiinteistöstrategian pohjalta.

10 KUSTANNUKSET

Toimenpide-ehdotusten toteuttamisesta ei synny suuria lisäkustannuksia, sillä rakennusosasto voi tehdä suurimman osan ehdotetuista töistä omalla henkilöstöllä. Kysymys ei ole resurssipulasta, vaan töiden uudelleen järjestelemisestä. Oman näkemykseni mukaan tehtaalla on työvoimaa, ja työntekijöillä on aikaa suorittaa ehdotetut toimenpiteet! Kysymys on lähinnä asenteista.

Materiaalikustannukset aiheuttavat lisäkuluja, mutta ne ovat pieniä verrattuna työvoimakustannuksiin. Ehdotetut toimenpiteet ovat pienimuotoisia huolto- ja korjaustöitä, joiden materiaalikustannusten osuus on hyvin marginaalinen.

Lisäksi toimenpide-ehdotusten aiheuttamat mahdolliset lisäkustannukset maksavat itsensä hyvin nopeasti takaisin, sillä ennakoivalla huoltotoiminnalla voidaan säästää huomattavia summia korjauskustannuksissa. Esimerkiksi ajoissa huomatuun kosteusvaurion korjaaminen on moninkertaisesti halvempaa kuin se, että vaurio olisi ehtinyt edetä mikrobi- ja homeongelmaksi. Lisäksi sairaus poissaolojen väheneminen on myös huomattava kustannustekijä, joka voidaan ennaltaehkäisyllä säästää. Jo yhdenkin mikrobi- ja homevaurion estäminen voi tuoda suuria säästöjä, sillä niiden korjaus on kallista ja hidasta. Lisäksi korjaus aiheuttaa lähes poikkeuksetta erityisjärjestelyjä. Esimerkiksi vaurioituneen tilan henkilöstölle on järjestettävä väliaikaiset tilat.

Sähköisen huoltokirjan hankintakustannukset voivat aluksi tuntua suurelta, mutta otettaessa huomioon kiinteistön koko elinkaaren aikana saavutettavat säästöt, summa on lopulta hyvin pieni. Järjestelmäkustannukset jakaantuvat yleensä siten, että laitteet ja ohjelmisto ovat kokonaiskustannuksista noin 20...30 %. Loput kustannukset tulevat tietojenkeruusta, koulutuksesta ja ylläpidosta.

11 YHTEENVETO

Kosteus- ja homevaurioihin on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota myös teollisuudessa. On huomattu, että vaurioista aiheutuvat seuraukset tulevat kiinteistönomistajalle yleensä hyvin kalliiksi, sillä korjaustyöt vaativat ammattitaitoa. Sen lisäksi mikrobit vaarantavat homepölyille altistuneiden henkilöiden terveyden. Myös Kajaanin tehtaalla ongelmallinen tilanne on havaittu.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tuoda ratkaisuja siihen, kuinka ongelmakeskeinen toiminta voidaan muuttaa ennaltaehkäiseväksi toiminnaksi. Se tarkoittaa, että kosteusongelmia pyritään mieluummin ehkäisemään, kuin korjaamaan jälkeinpäin. Ennaltaehkäisevän toiminnan tarkoituksena on vähentää korjaustarvetta, minimoida korjauskustannuksia ja jatkaa kiinteistön elinkaarta sekä taata tehtaan työntekijöille terveellinen ja viihtyisä työympäristö.

Tämän insinööriyön tekeminen oli hyvin haastavaa ja käytännönläheistä. Työssä suunniteltiin teoreettinen toimintamalli, jonka voi siirtää käytännössä toimivaksi kokonaisuudeksi tehtaan sisälle. Siirtymävaihe on tällä hetkellä vielä kesken. Se on kuitenkin tehtävä huolellisesti loppuun asti, jotta tähän mennessä tehty työ ei menetä merkitystään. Kosteus- ja homeongelmien ennaltaehkäisevän työn tulevaisuuskin täytyy varmistaa ammattitaitoisella ja hyvin motivoituneella henkilökunnalla sekä varaamalla siihen riittävästi taloudellisia resursseja (= budjetointi). Ennaltaehkäisevää toimintaa ei voi lopettaa missään vaiheessa.

Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisevä toiminta teollisuusympäristössä perustuu kiinteistöjen systemaattiseen tarkastus- ja huoltotoimintaan. Toisin sanoen talokirjat tulee laatia ehdotettuihin paikkoihin ja niiden ylläpitämisestä ja käytöstä on huolehdittava. Näkemykseni mukaan talokirjat kannattaa myöhemmässä vaiheessa korvata sähköisellä tietokantapohjaisella huoltokirjalla. Koska huoltokirjaohjelman hankinta ja käyttöönotto on iso ja aikaa vievä projekti, on perusteltua käyttää aluksi manuaalista talokirjajärjestelmää ennen sähköiseen huoltokirjaan siirtymistä.

Edellä mainittujen toimenpiteiden suorittamiseen tarvitaan lisää henkilöstöä. Tällä hetkellä kiinteistöt ovat täysin kahden ihmisen vastuulla, joten heillä ei välttämättä riitä aikaa ja tahtoa puuttua havaittuihin puutteisiin asian vaatimalla tavalla. Mielipiteeni on, että kahden ihmisen työpanoksella ei ole mahdollista ainakaan kehittää toimintaa, sillä energia ja aika kuluvat juoksevien asioiden hoidossa.

Sen vuoksi tehtaalla olisi hyvä saada koko henkilökunta mukaan tarkkailemaan vastuullisesti mahdollisia kosteus- ja homeongelmia. Koko kiinteistökannan kunnossapidon osalta tulisi tehtaalla vallita avoin ja kehittävä ilmapiiri.

Työtä voidaan käyttää runkona myös konsernin muilla tehtailla, sillä tehtaissa on paljon samaa ja yleensä kosteusongelmat ovat hyvin samantyyppisiä.

LÄHDELUETTELO

- 1 RT-ohjekortisto, RT 05-10710. Kosteus rakennuksissa. Rakennustieto Oy. 1999. 8 s.
- 2 Kuntsi, S., Opetushallitus. Katot ja vedeneristys. Rakennusalan Kustantajat RAK. Helsinki: Saarijärven Offset Oy, 1998. 116 s. ISBN 951-664-005-2.
- 3 Mustonen, H., Kajaanin ammattikorkeakoulu, luentomuistiinpanot, TKT0S, Rakennusfysiikka. Kevät 2001.
- 4 Björkholtz, D., Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka. Rakennustieto Oy. Saarijärvi: Gummerrus Kirjapaino Oy, 1997. 150 s. ISBN 951-682-432-3.
- 5 Muhonen, A., Insinööritoimisto Terveempitalo, Kajaanin ammattikorkeakoulu, luentomateriaali, Rakennusten kosteus- ja homevauriot, TRT3S. Syksy 2003.
- 6 Piirainen, H., Mikrobit, niiden aiheuttamat haitat ja vauriot ja vaurioiden korjaaminen. Insinööri työ, Kajaanin ammattikorkeakoulu. 2003. 69 s.
- 7 Ympäristöministeriö. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Ympäristöopas 29. Tampere: Tammer-Paino Oy, 1997. 79 s. ISBN 951-682-469-2.
- 8 RT-ohjekortisto, RT 08-10420. Puurakenteiden lahottajasienet ja –bakteerit. Rakennustieto Oy. 1990. 7 s.
- 9 Seppänen, O., Säteri, J., Lehtinen, T., Nevalainen, A., Tavoitteena Terve Talon. Saarijärvi: Gummerrus Kirjapaino Oy. 1997. 113 s. ISBN 951-97186-8-0.

- 10 RT-ohjekortisto, RT 18-10278. Lämmöneristäminen, rakennuksen termografia. Suomen Standardisoimislautakunta. 1985. 8 s.
- 11 Infradex Oy. Kunnossapitokurssi. 2003. [WWW-dokumentti] <<http://www.infradex.com/pdf/Kunnossapitokurssi.pdf>>. (Luettu 6.1.2004.)
- 12 Mustonen, H., Kajaanin ammattikorkeakoulu, luentomuistiinpanot, TKTOS, Kuntoarvio ja -tutkimus. Kevät 2002.
- 13 Tieteen tiedotus ry. Tiede lehti 7/2003. Miksi hometalo sairastuttaa artikkeli, Ruukki J. Sanoma Magazines Finland Oy. Vantaa: Hansaprint Oy 2003. 67 s. ISSN 1457-9030.
- 14 Junnila, S., Homevauriot pientalossa, lyhennelmä diplomityöstä, Tampereen teknillinen korkeakoulu. 1996. 18 s.
- 15 Lapinlampi, T., Oulun aluetyöterveyslaitoksen homevaurioselvitysmalli. Työterveyslaitos. Oulu, 1998.
- 16 Oulun aluetyöterveyslaitos, lausunto 5010-2002-14667. 2.12.2002.
- 17 Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998.
- 18 Kattoliitto ry. Katon huoltokirja, kermikatot. Helsinki 2002.
- 19 Gyproc Oy. Märkätilojen vedeneristämisen periaatteita. 2003. [WWW-dokumentti] <http://www.gyproc.fi/tuotteet/tuotteet_markatilat.htm>. (Luettu 2.11.2003.)

- 20 Värjä, P., Mikkola, J-M., Uusi kiinteistöautomaatio, Automaatio- ja säätötekniikka. Mikro-oppi Ky. Elimäki: Korian kirjapaino Ky, 1998. 205 s. ISBN 951-96836-3-1.
- 21 Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003.
- 22 RT-ohjekortisto, RT 56-10591. Ilmanvaihto ja ilmastointijärjestelmät. Rakennustieto Oy. 1995. 11 s.
- 23 Clairia Oy. Suodatinluokat. 2004. [WWW-dokumentti] <<http://www.clairia.com/index.asp?polku=48;30;34;;1>>. (Luettu 5.2.2004.)
- 24 RT-ohjekortisto, RT 92-10467. Kevyt väestönsuoja ja S1 -luokan teräs-betoniväestönsuoja. Rakennustieto Oy. 1991. 34 s.
- 25 UPM:n Kajaanin tehtaalla sisäinen tietokanta. Kohta 3.8.1 Väestönsuojat ja suojien käyttösuunnitelmat. Luettu 2.5.2003.
- 26 RT-ohjekortisto, RT 94-10443. Suurkeittiöt. Rakennustieto Oy. 1991. 20 s.
- 27 Heinonen, J., Kiinteistöautomaatio, Taloteknisten järjestelmien käyttötalous Ene-58.103. Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikan laboratorio. 27.2.2003. 12 s.
- 28 Kiinteistöliitto. Kiinteistöstrategia ja ylläpidon tavoitetasot. 2004. [WWW-dokumentti] <http://www.kliitto.fi/sopimushallinta/strategia.htm>. (Luettu 10.3.2004.)

LIITTEET

LIITE A	Homesiivous
LIITE B	Aluekartta
LIITE C	Tehdasalueen vesikatot
LIITE D	Yläpohjien rakennetyypit sekä niiden lämpö- ja kosteus-tarkastelut
LIITE E	Kertaluonteiset huolto- ja korjaustoimenpiteet vesikatoille
LIITE F	Jatkuvat huoltotoimenpiteet vesikatoille, työmääräin
LIITE G	Huoltolan väli-/alapohjan rakennetyyppi
LIITE H	Esimerkki talokirjasta
LIITE I	Ilmankäsittelyn teoreettinen tarkastelu

HOMESIIVOUS

Korjaamalla terveeksi, Hengityслиiton julkaisu 6/2000. Suoralainaus Työterveyslaitoksen lausunnosta 5010-2002-14667.

Remonttia ei korvata pelkällä siivouksella

Siivoamalla ei rakenteissa olevaa homeongelmaa voida poistaa, vaan se on hoidettava mikrobivaurioituneet eristeet, levyt ja jopa kantavia rakenteita uusimalla. Desinfiointikaan ei tuota kuin korkeintaan hetkellisen ratkaisun. Lähtökohtana tulee aina olla kostumisen syyn selvittämien ja sen korjaaminen. Homekasvun saaneet materiaalit on poistettava mahdollisimman tarkoin. Näkyvän homevaurion rajojen ulkopuoltakin kannattaa materiaaleja vaihtaa, sillä esimerkiksi vuorivillassa homeen haju (MVOC ja mykotoksiinit) ovat kaasumaisina yhdisteinä levinneet laajemmalle ja aiheuttavat ihmisille hengitystie- ja iho-oireita.

Osastointi säästää selvää rahaa siivouksessa

Ennen homekorjauksiin ryhtymistä tulee korjauskohde eristää muoviseinillä mahdollisimman hyvin ja vielä alipaineistaa poistoimurin avulla muihin tiloihin nähden. Työ tehdään ns. asbestityönä. Mitä paremmin eristäminen ja alipaineistaminen on tehty, sen pienemmälle alueelle korjausten jälkeiset homesiivoukset tarvitsee ulottaa. Korjausmiehet saattavat remontin aikana lipsua osastoinnissa ja alipaineistuksessa, jolloin kallis homesiivous joudutaan ulottamaan laajemmalle, käytännössä koko rakennukseen.

Suojaimet siivoustyössä

Homesiivous aloitetaan vasta, kun kohde on tyhjennetty rakennusjätteestä ja muusta ylimääräisestä tavarasta. Ensimmäinen imurointi ja nihkeäpyyhintä tehdään osastoinnin ja alipaineistuksen vielä ollessa paikallaan. Siivoojilla tulee olla henkilökohtainen hengityssuojain, jossa on suodatin sekä hiukkasmaisia (P2 tai P3 –luokka) että kaasumaisia (aktiivihiihi) altisteita varten. Käytännössä paras vaihtoehto on hankkia käyttöön puhallinsuojain, joka suodattaa ja puhalttaa suodatetun ilman kasvovisiiriin. Tällöin hengitysvastusta ei suojaimella ole ja raskaskin siivoustyö on hyvin mahdollista. Varsinainen ladattavilla akuilla toimiva puhallin sijoitetaan vyötärölle. Suoja-asun tulee peittää koko vartalo, hiukset mukaan lukien. Lahkeiden ja hihojen suut teipataan kenkiin ja suojakäsineisiin tiiviisti kiinni.

Kunnon homesiivousvälineet

Imuroinnissa käytetään HEPA –suodattimella varustettua imuria. Tämän mikro-suodattimen pölyhiukkassuodattimella on korkea erottelukyky (ei läpäise yli 0,3 µm:n hiukkasia), ja näin estetään mikrobiperäisten hiukkasten levittämistä puhallusilman mukana. Homesiivouksessa ei vettä käytetä, sillä veden mukana mikrobikasvusto vain levitetään ja ”liisteröidään” laajasti pinnoille. Nihkeäpyyhintä korjaa paremmin pölyn talteen pinnoilta. Nihkeys on saatu aikaan liinassa joko vedellä kostuttamalla tai pyyhkeen öljykäsittelyllä. Kantavia rakenteita ei voida poistaa, vaan irtonainen aines niiden pinnoilta poistetaan mekaanisesti

kaapimalla ja harjaamalla, minkä jälkeen pinnat desinfioidaan ja kuivataan ennen uudelleen pinnoittamista. Käytetäänpä desinfiointiaineena klooria vapauttavia aineita, perhappoja tai alkoholeja, jää niiden vaikutus yleensä lyhytaikaiseksi.

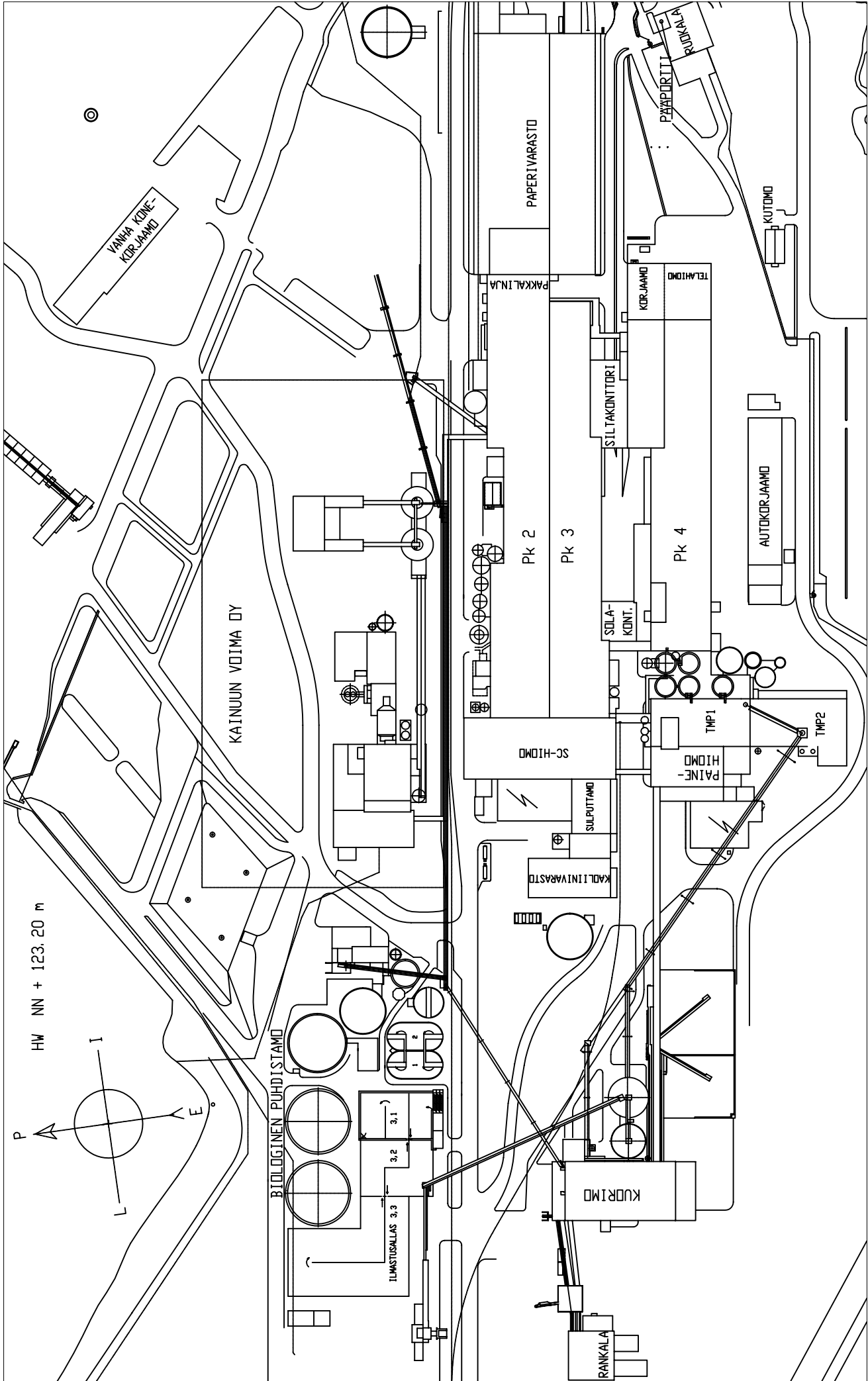
Pölyn hallinta

Työliikkeet tulee olla hillittyjä, jotta pinnoilla olevaa pölyä ei panna liikkeelle, vaan saadaan mahdollisimman tarkoin menemään imuriin tai tarttumaan mikrokuituliinaan. Kaikkein hienojakoisin mikrobipöly ei käytännössä koskaan laskeudu pinnoille huonetilassa, jossa liikkuu ihmisiä aika ajoin tai jossa ilmanvaihto on toiminnassa. Tästä syystä myös työn etenemissuunta kannattaa tarkoin harkita. Imuroinnin paras aloitusajankohta on erimerkiksi viikonlopun jälkeiset aamuntunnit, jolloin ilmanvaihto on ollut pois kytkettynä ja tiloissa ei ole liikuttu päiväkausiin. Siivouksessa ei tule unohtaa vaikeasti saavutettaviakaan pintoja tai ylätasoja. Usein toimistotiloissa unohtuu alas laskettujen kattojen yläpuoliset rakenteet kokonaan siivoamatta, mistä aiheutuu vuosikausiksi mikrobiperäisiä epäpuhtauksia sisäilmaan.

Minkä ajan kuluttua korjausten vaikutukset tuntuvat ja milloin homealtistuminen loppuu? Milloin remontista aiheutuneesta mikrobipölystä ollaan päästy täysin eroon? Milloin korjatuissa tiloissa voidaan tehdä kontrollimittaukset, joilla todetaan remontin onnistuneen?

Kaikki riippuu homesiivouksesta ja sitä seuraavien viikkojen ja kuukausien siivoustasosta. Yleisluonteinen ohje voisi olla, että huolellinen homesiivous, sitä seuraavan kuukauden tehostettu siivoustaso ja sitä seuraavan puolen vuoden normaalisiivous poistavat remontista johtuvan hienojakoisenkin mikrobipölyn (vrt. eläinpölyjen siivous: vasta puolessa vuodessa on mahdollista päästä kokonaan eroon kissojen ja koirien epiteeleistä asunnossa eläinten poistumisen jälkeen). Tuulettamisen lisäämisellä remontin jälkeen laimennetaan paitsi mikrobiperäistä altistepitoisuutta ilmassa, myös uusien materiaalien ja maalien hajuja. Puhdistettu tai uusittu koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä kannattaa ottaa käyttöön vasta homesiivouksen jälkeen.

Paras osoitus remontin ja siivouksen riittävydestä on siinä, että ennen remonttia homeen vuoksi oireilleet pääsevät oireistaan sitä mukaa kuin altistuminen näille tekijöille loppuu.



TEHDASALUEEN VESIKATOT

Alueet 1...10

Alue	Vesikatto
1	Paperivarasto, paperikone 2 ja 3
2	SC-hiomo, sellunsulputtamo, poro- ja solakonttori
3	Paperikone 4 ja siltakonttori
4	Painehiomo (PGW), TMP 1 ja 2, PK 4:n säiliöosasto 1. krs. ja höyrystin 3
5	Kuorimo, rankala ja biologinen puhdistamo
6	Mitta-aseman, biologisen kompressorihuoneen, biologisen uuden kompressorihuoneen, kemikaalivaraston, SO ₂ :n varastosäiliön ja paperivaraston lastauspaikkojen vesikourut
7	Ruokala, keskuskonttori, vesilaitos ja paloasema
8	Pyykönpuron pumppaamo, kutomo, jakoasema 1, öljyvarasto, vanha konepaja sekä lavatavaravarasto
9	PK 2:n ja 4:n alueen säiliöt, kuljettimet ja hakesiilot
10	Autokorjaamo, autokorjaamon huoltola, vierasparakki ja sen vieressä oleva muuntajatala

Työmääräimissä esiintyvät alueet tulevat tämän jaottelun mukaisesti.

Alue 1

Paperivaraston vesikatto on kuru- ja harjakattotyyppinen huopakatteella päällystettyä havuvaneria, jossa on sekä sisäinen että ulkoinen vedenpoistojärjestelmä. Kattokaivoissa on yksinkertaiset roskasihdit ja lämmitysvastukset. Kate on hyväkuntoinen.

Paperikone 2:n ja 3:n vesikatot ovat samantyyppisiä, kurukattomallisia bitumi-huopakattoja (YP1 ja YP2 liitteessä D), joissa on sisäinen vedenpoistojärjestelmä. Kattokaivoissa ei ole roskasihtejä, koska tällä puolella tehdasta ne eivät ole välttämättömiä suurten sadevesiviemärien ja ilmanpuhtauden vuoksi. Lisäksi

paperikone 2:n KAVO:n puoleisessa nurkassa on vesikatteen alla kimmainen mineraalivilla. Siinä osassa vesikattoa on kolme umpivirtausjärjestelmän kattokaivoa, jotka ovat huomattavasti perinteisiä kattokaivoja pienempiä. Näiden kattokaivojen säännöllinen ja huolellinen puhdistaminen on ensiarvoisen tärkeää, koska pienet putket tukkeutuvat helposti.

Paperikone 2:n kattuhuopa on vanha ja se on heikohkossa kunnossa. Sitä on paikkailtu runsaasti ja sen liikuntasaumojen alkuperäistä kuparia olevat ylösnotopellit ovat huonossa kunnossa. Lisäksi kaupunginpuoleisessa päädyssä sijaitsevan pakkalinjan katot ovat osittain erittäin huonossa kunnossa. Kahden pienenhköön ”kopin” katolta puuttuu vesieristys kokonaan, joten vesi tunkeutuu betonin halkeamista sisään. Pakkalinjan molemmilta räystäältä puuttuvat pellitykset (ks. kuva 28). Lumi menee talvella tuuletusraosta sisään ja sulaa rakenteen sisälle.



Kuva 28. Pakkalinjan pellittämätöntä räystästä

Paperikone 3:n katot ovat hyvässä kunnossa.

Alue 2

SC-hiomon katto on kurukattomallinen huopakatto, joka on pääosin hyväkuntoista (kuva 29, YP1 liitteessä D). Sulputtamon puoleisesta päädyistä puuttuvat räystäspellit kokonaan eikä kattokaivoissa ole roskasihtejä.



Kuva 29. Yleisnäkymä SC-hiomon katolta

Sellunsulputtamon vesikatto on myös kurutyypinen katto, jossa on hyväkuntoinen bitumihuopa. Kattokaivot on varustettu roskasihteillä. Valvomon kohdalle vesikattoon on laitettu vedeneristys kesällä 2003. Aiemmin sitä ei ollut lainkaan, mistä johtuivat valvomon kosteusongelmat, jotka on korjattu.

Sekä Porokonttorin että Solakonttorien vesikatot ovat tasakattoja ja hyvässä kunnossa. Lisäksi Solakonttorin katolla on kolme kappaletta umpivirtauskaivoja, joiden huoltotoimenpiteet ovat ensiarvoisen tärkeitä.

Alue 3

Paperikone 4:n vesikatto on bitumihuopaa, jonka päällä on singeli (YP3 liitteessä D). Huovan eli kermin kunnosta on vaikea sanoa yleisesti mitään, koska se ei ole näkyvässä. Kate on kuitenkin vuotanut useista kohdista, varsinkin seinän ja katon liittymäkohdista (ylempitaso ja alemmpitaso). Näin ollen yläpohjan ontelolaatat ovat kärsineet kosteusvaurioista, jotka on syytä tutkia tarkemmin, koska ontelolaattojen teräsvaijerien korroosion vaara on olemassa.

Katolla on paikoitellen runsaasti paperimassaa ja sammalta, jotka pitävät katon kosteana jatkuvasti ja näin ollen lyhentävät vesieristeen käyttöikää. Autokorjaamon puoleisella seinällä ikkunaelementtien kohdalta nousee katolle räystäspeltien välistä konesalista peräisin oleva kostea ja kuuma ilma.

Siltakonttorin vesikatto on samantyyppinen kuin paperikone 4:n katto. Lukuun ottamatta kattosingeliä, jota ei siltakonttorin katolla ole. Kate on hyväkuntoinen. Lisäksi siellä on kaksi kappaletta pieniä, noin neljän neliömetrin kokoisia kattoja, joissa on singeli ja niiden päällä kasvaa paljon sammalta (ks. kuva 30).



Kuva 30. Yleisnäkymä Siltakonttorin katolta

Alue 4

Painehiomon vesikatolla huovan alla on mineraalivilla. Huopaa on paikkailtu sieltä täältä, joten se alkaa olla heikossa kunnossa. Yläpohjan tuuletuksen alipaineventtiileistä puuttuu suojahattuja ja katolla on sinne kuulumatonta tavaraa, kuten isoja ruuvikuljettimia.

TMP:n vesikatot ovat kurukattotyyppisiä huopakattoja, joissa on kattosingeli. Singelin vuoksi katteen kuntoa on vaikea arvioida. Sitä on kuitenkin paikkailtu

runsaasti. Kuvassa 31 näkyy hyvin, kuinka TMP 2:n katolle on kerätty sinne kuulumatonta tavaraa.



Kuva 31. TMP 2:n katolla olevat ruuvikuljettimet

Tarkastushetkellä 8.10.2003 katolla oli runsaasti märkää (tuoretta) paperimassaa ja kattokaivojen sihdit tukossa, joten katolla oli suuria vesilammikoita (ks. myös kuva 7, s. 27).

Paperikone 4:n säiliöosaston ensimmäisen kerroksen katon vesikatteenä on bitumihuopa, jonka alla on mineraalivilla. Näiden tasakattojen ongelmana on säiliöiden päältä putoavat lumi ja jää, jotka rikkovat huovan tippuessaan pehmeälle alustalle (mineraalivilla). Myös suojapellitykset ovat pahoin kärsineet putoavista jäistä. Tätä vastaan on yritetty suojautua laittamalla katolle vanereita. Nämä ovat kuitenkin liikkuneet katolla väärän paikkaan tuulen ja muiden ulkoisten voimien johdosta.

Katolla on sisäinen vedenpoistojärjestelmä ja kattokaivojen sihdit ovat tukossa. Katolla on myös ylimääräistä tavaraa kuten juotosbetonisäkki, joka päästessään viemäriin tukkii sen todella hyvin.

TMP 2:n höyrystin 3:n alemman tason vesikatto on huopaa, jonka alla on mineraalivilla lämmöneristeenä. Kate on kulunut höyrystimen korjaus- ja vaihtotöistä johtuen. Se ei ole enää pitkäikäinen.

Alue 5

Kuorimon vesikatto on kurukatto tyyppinen huopakatto, missä on katteen suojana kattosingeli (YP3 liitteessä D). Kattokaivoissa tulisi olla sihdit mutta ne olivat tarkastushetkellä 8.10.2003 poissa paikoiltaan ja näin ollen tuulen mukana kulkeutunut puuhake on tunkeutunut sadevesiviemäriin. Kate on muuten hyväkuntoinen.

Kuorimarumpujen kohdalla ylemmällä kattotasanteella on viisi kappaletta nostoluukkuja. Luukkujen rakenne ei ole toimiva, koska vesihöyry tiivistyy rakenteen sisään ja aiheuttaa merkittävää käyttöiän alenemista ja kosteusongelmia.

Rankalan vesikatot ovat kolmessa eri tasossa. Ylimmän ja alimman tason katoilla on betonin päällä huopa ja keskimmäisen tason katolla edellä mainitun lisäksi kattosingeli. Katolla on myös samanlaisia nostoluukkuja kuin kuorimonkin katolla, mutta täällä rakenne toimii alemman kosteustason vuoksi. Kattojen kunnossa ei ole huomauttamista.

Biologisen puhdistamon vesikatot ovat samantyyppisiä kuin rankalan katot. Katolla on kaksi kappaletta poistopuhaltimia, joista korroosio on syövyttänyt peltiset kanavat lähes kokonaan pois. Lisäksi kattojen seinälevyissä on homevaurioita ja tuloilmakanavan venttiili tulee samasta seinästä vesikatolle. Venttiili lähtee aivan lappeen pinnasta ja siitä puuttuu säleikkö. Sen vuoksi lumi pääsee kanavaan ja sulaa sinne aiheuttaen rakenteissa kosteus- ja homevaurioita.

Alue 6

Alueeseen 6 on koottu sellaiset vesikatot, joissa on vesikouruja.

Näiden edellä mainittujen paikkojen sadevesikourut ovat puhdistamatta ja monin paikoin aivan tukossa. Kemikaalivaraston katolla vesikourussa kasvaa lähes metrin pituista vesakkoa (ks. kuva 10, s. 27).

Mitta-aseman vesikatto on profiilipeltipintainen ja harjamallinen katto, jonka lappeet ovat kaarevia (kaarikatto). Katolla on ulkoinen sadeveden poistojärjestelmä eli räystäällä on sadevesikourut, joiden päässä on syöksytorvet, jotka johtavat vedet katolta alas. Kate on uudehko ja hyväkuntoinen.

Biologisen puhdistamon kompressorihuoneen vesikatto on pulpettikattotyyppinen ja sen katteena on profiloitu teräspelti. Kate on hyväkuntoinen.

Biologisen puhdistamon uuden kompressorihuoneen vesikatto on harjamallinen ja profiilipelti -pintainen sekä hyvä kunnoltaan.

Kemikaalivaraston vesikatto on pulpettimallinen huopakatto, jonka alla on lämmöneristeenä mineraalivilla. Katon yläosassa kasvaa hieman sammalta ja sadevesikourut ovat tukossa. Kate on muulta osin kunnossa. Rakennus sijaitsee biologisen puhdistamon alueella.

SO₂:n varastosäiliö on SC-hiomon päädyssä oleva matala rakennus, jonka vesikatto on profiilipeltipintainen ja harjamallinen. Sadevesikourut ovat tukossa. Kate muuten hyväkuntoinen.

Paperivaraston päädyssä olevien uusien rakennusten vesikatot ovat hyväkuntoisia pulpettimallisia huopakattoja. Katoilla on ulkoinen sadevedenpoistojärjestelmä.

Alue 7

Ruokalan vesikatto on kurumallinen bitumikermikatto, jossa on suojakiveys eli singeli. Katolle on kasvanut runsaasti sammalta. Katemateriaali on alkuperäinen ja huonokuntoinen. Siellä ei ole kuin kaksi kattokaivoa, jotka kylläkin ovat UV-järjestelmän kaivoja (järjestelmästä lisätietoja käytetyt termit kohdassa asiakirjan alussa).

Keskuskonttorin ja vesilaitoksen vesikatot ovat hyväkuntoisia. Katoissa on huo-
van alla kova mineraalivilla. Tällä puolen tehdasaluetta ei ilmassa lennä enää

tehtaan päästöjä eli paperi- tai puumassaa, joten katotkin pysyvät huomattavasti puhtaampana kuin itse tehdasalueella. Puiden lehdet muodostavat tällä alueella suurimman haitan katoilla vaikkakin olosuhteet alkavat lähentyä tavallisen kaupunkimiljöön olosuhteita.

Paloaseman vesikatto on pulpettityyppinen katto, jossa ei ole erillistä sadevedenpoistojärjestelmää, vaan sadevedet valuvat räystäältä suoraan maahan. Katolla on bitumihuopa, jonka alla on ilmeisesti lautarakenne tai vaneri. Etupuolen räystäällä on repeämiä niin huovassa kuin itse rakenteessakin. Muilta osin kate on hyväkuntoinen.

Alue 8

Pyykönpuron pumppaamohuoneen vesikattona on kohtalaisessa kunnossa oleva profiilipeltiharjakatto.

Kutomon vesikatto on tiilellä verhoiltu jyrkkä harjakattomallinen katto, jossa jiiri- en pitävyyden kanssa on ollut ongelmia. Aluskateratkaisu ei ole kunnossa.

Jakoasema 1:n vesikatto on kurumallinen ja huopapintainen. Katolla on ulkoinen vedenpoistojärjestelmä.

Öljyvarastossa on uudehko hyväkuntoinen profiilipeltikatteinen harjakatto.

Entisen konepajan vesikatto on malliltaan harja ja kurukattoinen ja sitä on paik- kailtu runsaasti. Läpivienneissä on puutteita.

Lavatavaravaraston vesikatto on kurukattotyypinen huopakatto. Se on huonossa kunnossa ja vuotanut runsaasti. Katolla liikkuminen ei ole enää kovin turvallista, koska yläpohjassa kulkee paljon erilaisia puisia kanaaleja, jotka ovat lahonneet.

Alue 9

Säiliöiden vesikatot ovat harjakattoisia ja konesaumattua teräspeltiä. Paperikone 4:n päädyssä sijaitsevat katot ovat huonokuntoisia. Korroosio on syövyttänyt pellit pahoin ja niissä on suuria reikiä. Paperikone 2:n viereisten säiliöiden vesikatteet ovat pääosin hyväkuntoisia.

Säiliöiden suoja- ja turvakaiteet ovat paikoitellen kärsineet pahoja korroosiovaurioita. Esimerkiksi kesällä 2003 paperikone 2:n puolella yksi suojakaide meni poikki miehen nojatessa siihen. Onneksi mitään vakavampaa ei tapahtunut.

Alue 10

Autokorjaamon vesikatto on profiilipeltipintainen harjakatto. Kate on vuotanut talvisin runsaasti. Aluskatetta ei ole lainkaan ja välitilan tuuletus on puutteellinen. Varsinkin pesuhallien kohdalla kosteus tunkeutuu yläpohjan rakenteisiin, kun sisäkatossa ei ole höyrinsulkua lainkaan. Myös lämmöneristys on riittämätön (ks. kuva 9, s. 29).

Moottorivarasto on tehty autokorjaamon jatkoksi. Yläpohjassa on samanlaiset ongelmat kuin autokorjaamonkin yläpohjassa. Yksi syy tähän on, että alun perin varasto on tehty kylmäksi tilaksi, joka on myöhemmin muutettu puolilämpimäksi tilaksi.

Sekä autokorjaamon huoltolan että vierasparakin vesikatot ovat katettu profiilimallisella teräskatteella. Huoltolan katto on pulpettimallinen ja vierasparakin katto on harjakattoinen. Katteet ovat asiallisessa kunnossa.

Muuntajatilän vesikatto on bitumihuopaa ja harjamallinen. Katolla on ulkoinen sadevedenpoistojärjestelmä, jonka sadevesikourut ovat tukossa. Kate muuten on hyvässä kunnossa.

YLÄPOHJIEN RAKENNETYYYPIT SEKÄ NIIDEN LÄMPÖ- JA KOS-
TEUSTARKASTELUT

UPM–Kymmene Oyj Kajaani
Paperikone 2 ja SC–hiomo

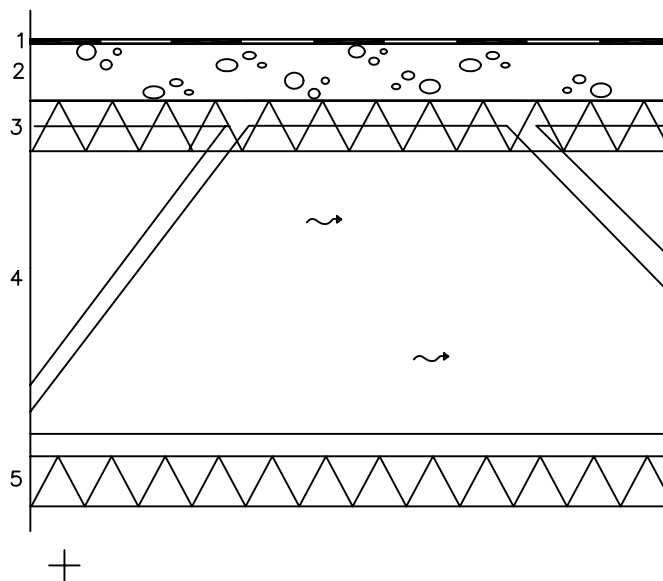
Sisältö

Yläpohja, huopakate

Työ nro

Päiväys 20.02.2004

YP 1



- 1 Vedeneriste bitumihuopaa, useita kerroksia
80 mm 2 Paikallavalettu teräsbetonilaatta
100 mm 3 Lämmöneristeinä tojalevy
n. 2000 mm 4 Kantavat teräsristikot ja tuulettuva ullakotila
100 mm 5 Paperikoneen kohdalla Makropanel –elementti,
jossa yläpinta muovipinnoitettua terästä ja alapinta
alumiinia. Muualla pelkkää peltikasettia.

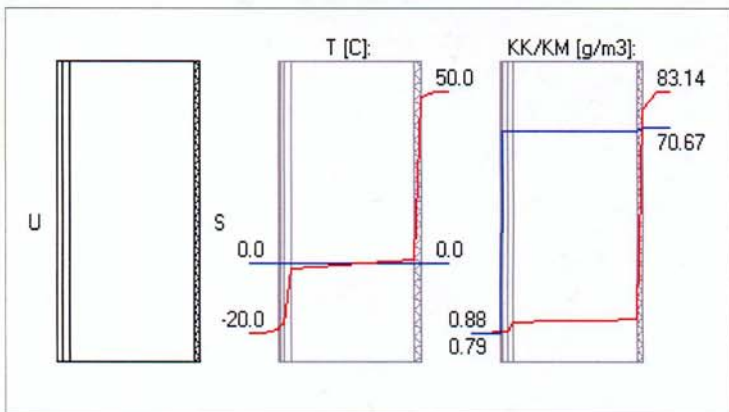
Sisäinen vedenpoistojärjestelmä.

Lämmönläpäisykerroin eli U–arvo $0.18 / 0.80 \text{ W} / \text{m}^2\text{K}$.

Rakennuskohde: Paperikone 2 ja SC-hiomo	Sisältö: Yläpohja	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.3.2004	Tunnus: YP1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.182 W/m ² K
Paksuus:	2295.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	282.75 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	4227833.067
Vesih. läpäisykerroin:	0.000000 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	5.484 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Bitumi	15.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
2 Betoni	80.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Tojalevy	100.00	0.0800	2.070000e-05	0.00	700.00
4 Tuulettuva välitila	2000.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00
5 Polyuretaani	100.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Lisätiedot:

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.11	0.94	0.79	83.6	0.00
2	-18.04	1.04	69.66	100.0	0.00
3	-17.44	1.10	69.72	100.0	0.00
4	-1.49	4.36	69.80	100.0	0.00
5	1.07	5.23	69.80	100.0	0.00
6	48.34	76.92	70.67	91.9	0.00
S	50.00	83.14	70.67	85.0	0.00

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

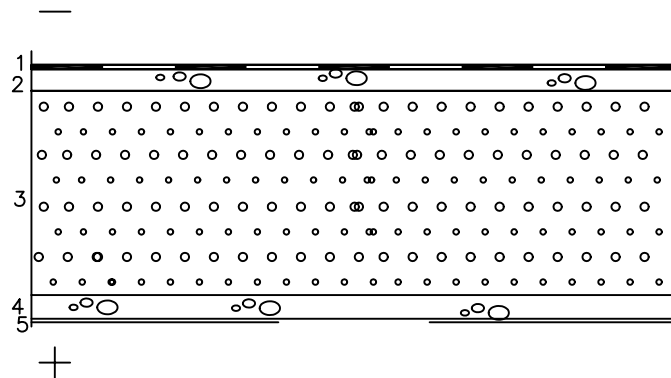
UPM–Kymmene Oyj Kajaani
Paperikone 3

Sisältö
Yläpohja, huopakate

Työ nro

Päiväys 20.02.2004

YP2



- | | | | |
|--------|---|--|-----------|
| 30 mm | 1 | Vedeneriste bitumihuopaa, useita kerroksia | Elementti |
| | | Kallistusbetoni | |
| 285 mm | 2 | Betoni | |
| 35 mm | 3 | KevytSORabetoni | |
| | 4 | Betoni | |
| | 5 | Pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan | |

Sandwich elementtien jänneväli 6 m.
Ylösalaisin käännetyt jännebetoniristikot.

Tuuletus alipainetuulettimien avulla erillisistä
tuuletuskanavista elementtien väleistä.

Sisäinen vedenpoistojärjestelmä.

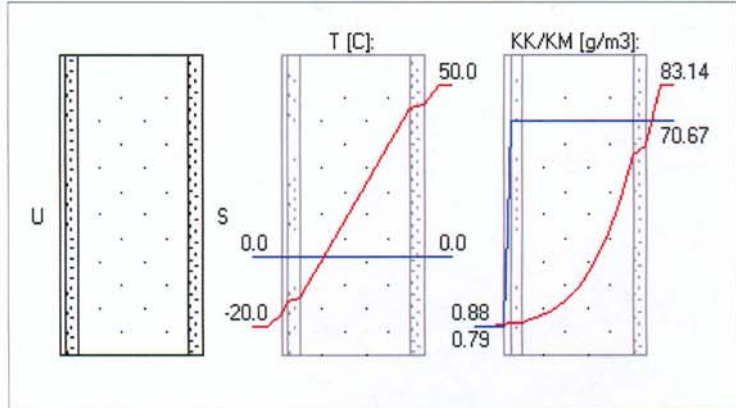
Lämmönläpäisykerroin eli U–arvo $0.66 \frac{W}{m^2 K}$.

Rakennuskohde: Paperikone 3	Sisältö: Yläpohja	
Suunnittelija:	Päiväys: 31.3.2004	Tunnus: YP2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.663 W/m²K
Paksuus: 365.000 mm
Pinta-ala: 1.00 m²
Paino: 285.75 kg
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 4172238.876
Vesih. läpäisykerroin: 0.000000 g/m²hPa
Lämmönvastus: 1.509 m²K/W
Pintavastus, ulko: 0.070 m²K/W
Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
Kulma (0-90): 0.000



Rakenteen kerrostiedot:

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Bitumi	15.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
2 Betoni	30.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Kevytoraibetoni	285.00	0.2400	1.112000e-04	0.00	400.00
4 Betoni	35.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-16.75	1.17	0.79	67.5	0.00
2	-12.89	1.69	70.57	100.0	0.00
3	-12.07	1.82	70.60	100.0	0.00
4	43.01	59.46	70.64	100.0	0.00
5	43.97	62.31	70.67	100.0	0.00
S	50.00	83.14	70.67	85.0	0.00

3:n päivän kylmin (0.0 h)

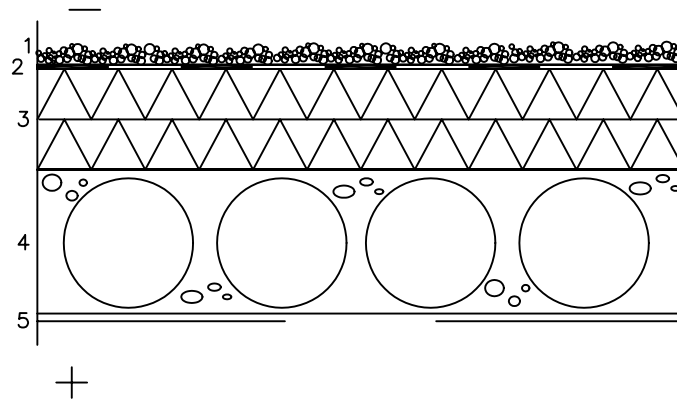
Lisätiedot:

Talvella kosteus tiivistyy bitumihuovan alle.
Lämmöneriste (U-arvo 0,66) vastaa noin 50 mm mineraalivillaa.

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

UPM–Kymmene Oyj Kajaani Paperikone 4 ja kuorimo	Sisältö Yläpohja, huopakate	
	Työ nro	YP3
	Päiväys 20.02.2004	



- 30...50 mm 1 Suojakiveys 8...20 mm, paksuus 30...50 mm.
- 2 Vedeneriste bitumihuopaa
- 100 mm 3 Polyuretaanilevy 2 x 50 mm
- 200 mm 4 Ontelolaatta kantavana rakenteena
- 5 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Tuuletus alipainetuulettimien avulla.

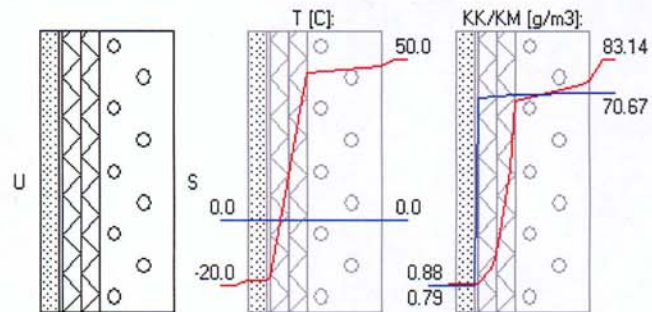
Sisäinen vedenpoistojärjestelmä.

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo $0.24 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$.

Rakennuskohde: Paperikone 4 ja kuorimo	Sisältö: Yläpohja
Suunnittelija:	Päiväys: 31.3.2004
	Tunnus: YP3

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.245 W/m ² K
Paksuus:	360.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	645.50 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	2839668.616
Vesih. läpäisykerroin:	0.000000 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	4.077 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	0.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Suojakiveys	50.00	---	---	0.00	3000.00
2 Bitumi	10.00	0.1800	3.600000e-09	0.00	1050.00
3 Polyuretaani	50.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
4 Polyuretaani	50.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00
5 Ontelolaatta	200.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Lisätiedot:

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-18.80	0.97	0.79	81.4	0.00
2	-18.80	0.97	0.79	81.4	0.00
3	-17.84	1.05	69.14	100.0	0.00
4	13.95	12.07	69.79	100.0	0.00
5	45.75	67.95	70.44	100.0	0.00
6	47.77	74.85	70.67	94.4	0.00
S	50.00	83.14	70.67	85.0	0.00

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**KERTALUONTEISET HUOLTO- JA KORJAUSTOIMENPITEET VESI-
KATOILLE**
Alueet 1...10

Alue	Paikka	Huolto- / korjaustoimenpide	Milloin
1	Paperi- varasto	Kattokaivojen (3 kpl) ympärille katteeseen sähkösaatot sekä vedenkorkeuden hälyttimet kaivoihin. * Tikkaat varaston katolta uudemmalle osalle (paloturvallisuus). Puhdistetaan katon jiirit humuksesta ja lietteestä.	Kesä 2004 ” Heti
1	PK 2	Ylösnostettujen liikuntasauvojen pellitysten uusiminen. Pakkalinjan räystäälle asianmukaiset suojapellitykset sekä ylemmän tason pieniin kattoihin vesieristeet. Sähkötilan katolle hoitotaso tavaran nostopaikan kohdalle.	Kesä 2005 Kesä 2004 ”
2	SC –hiomo	Sulputtamon puoleiselle räystäälle suojapellitykset. Ylimääräinen tavara pois katolta.	Kesä 2004 Heti
2	Sulputtamo	Valvomon yläpuolella oleviin kattokaivoihin (2 kpl) lämmitys, sähkösaatot katolle sekä vedenkorkeudentunnistin. *	Kesä 2004
2	Solakonttori	Tikkaat paperikone 4:n vesikatolle (paloturvallisuus).	Kesä 2004
3	PK 4	Autokorjaamon puoleisen seinän ikkunaelementtien ja ontelolaatan liitoksen tiivistäminen konesalista (kuuma ja kostea ilma nousee katolle). Yläpohjan kuntotutkimus.	Heti 2005
3	Siltakonttori	Pieniltä katoilta singeli pois ja katto korjataan tarvittavilta osin.	Kesä 2005

4	PGW	Suuret ruuvikuljettimet pois vesikatolta. Alipaineventtiileihin hatut.	Heti ”
4	PK 4:n säiliöosaston alemmat katot	Paksummat vanerit säiliöiden ympärille. Suoja- ja turvakaiteiden korjaus. Ylimääräiset tavarat pois katolta.	Heti
5	Kuorimo	Sadevesiviemäreiden puhdistus hakkeesta. Kaivojen sihtien asettaminen paikoilleen. Nostoluukkujen rakenteen toiminnan tarkistus (vesihöyry tiivistyy rakenteen sisään).	Heti ” ”
5	Biologinen puhdistamo	Poistopuhaltimien kanaviston uusinta vesikatolta. Sisälle menevän tuloilmakanavan muutostyö (es-tettävä lumen pääsy kanavaan).	Heti
7	Ruokala	Katolle johtavien seinätikkaiden kiinnityksen pa-rantaminen (henkilöturvallisuus). Vesikatteen uusiminen.	Heti 2006
7	Vesilaitos	Katolle johtavien seinätikkaiden kiinnityksen pa-rantaminen (henkilöturvallisuus).	Heti
7	Paloasema	Rakennuksen etupuolen räystäään korjaus.	2004
8	Lavatavara-varasto	Yläpohjan kuntotutkimuksen teettäminen (jos ra-kennus säilytetään). Höyrykattila 5:n puoleisen päädyn kattokaivoon lämmitys, saatot katolle sekä vedenkorkeuden tunnistin. * Katoksen kattokaivoihin lämmityksien lisäksi (ovat jo) sähkösaatot katolle sekä vedenkorkeu-den tunnistimet. *	2004 Heti ”
9	PK2:n ja 4:n alueella olevat säiliöt	Suoja- ja turvakaiteiden kunnostaminen vaiheit-tain, ruosteen poisto ja pintakäsittely, tarvittaessa rakenteen vahvistaminen.	2004

10	Auto- korjaamo	Vesikate ja yläpohja kunnostettava kauttaaltaan (suunnittelu laitettava vireille välittömästi).	2006
10	Moottori- varasto	Teeettävä suunnitelmat "hikoilun" poistamiseksi.	2006

*) Kaivoihin asennetaan sähkövastukset ja niin sanotut sähkösaatot, jotka asennetaan katolle neljään suuntaan noin kahdenmetrin matkalle. Nämä sulattavat vedelle reitin kattokaivoon vaikka kaivon ympäristö olisikin jäänyt. Lisäksi asennetaan vedenkorkeudentunnistin hälytyksellä, joka antaa hälytyksen vedenkorkeuden noustua katolla esimerkiksi 5 senttimetriä. Tunnistin liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään (lisätietoa luvussa 8).

JATKUVAT HUOLTOTOIMENPITEET VESIKATOILLE, TYÖMÄÄRÄIN LIITE F



143135
008241

TYÖ

143135

UPM-Kymmene Oyj

Kajaani

Sivu 1

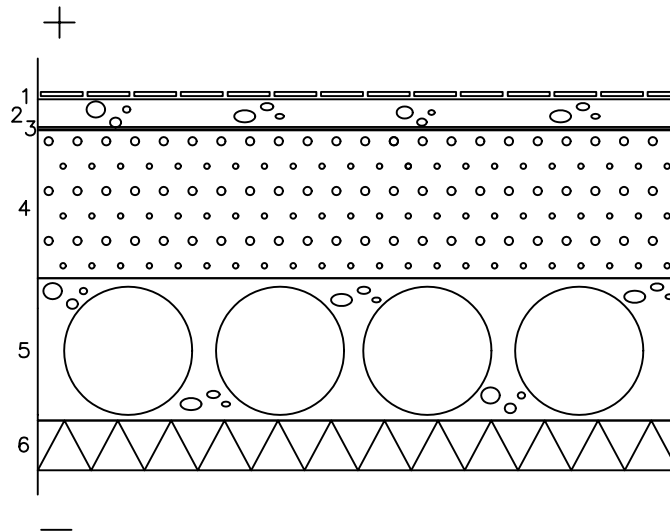
23.03.2004

Vesikaton ja kattokaivojen puhdistus

Työn kohde	2	PAPERITEHDAS
Tila	Ilmoitettu	
Kust.paikka	422600	PK2 rak .k-kupi
Suorittava osasto		
Avustavat osastot		
Tilaaaja	Moilanen Matti	Til.valm.pvm 03.05.2004
Suunnittelija		Suun.valm.pvm
Yhdysenkilö		
Vastaanottaja	Moilanen Matti	
Vastuuhenkilö	Moilanen Matti	
Tärkeysluokka	C Ei vaikutusta tuotantoon	
Kuvaus	Alueen 1 eli paperivaraston, PK 2 ja 3 vesikattojen ja kattokaivojen puhdistus.	
	Kaikkien kaivojen sihdit käytetään pois paikoiltaan.	
	Ilmoita vioista tai puutteista työnjohdolle!	



UPM-Kymmene Oyj Kajaani Huoltolat 1 ja 2	Sisältö Väli- / alapohja	
	Työ nro	VP1
	Päiväys 15.03.2004	



- | | | |
|--------|---|---|
| | 1 | Keraaminen laatoitus, lattian ja seinän liittymissä silikoni. Pukeutumistilojen puolella mosaiikkibetonilaatta. |
| 50 mm | 2 | Pintalaatta teräsbetonia |
| | 3 | Sitkeä suojapaperi |
| 200 mm | 4 | Kevytsora |
| 200 mm | 5 | Ontelolaatta kantavana rakenteena |
| 100 mm | 6 | Polyuretaanilevy, jossa alumiinipaperi alapinnassa (ulkona) |

Viemärit kulkevat kevytsorakerroksessa.

ESIMERKKI TALOKIRJASTA

PK 3 - 2 A -linjan valvomot eli märänpään, kuivanpään ja leikkurin valvomot

Perustiedot

Valvomot sijaitsevat PK 3:n ja 2:n välisellä A –linjalla (pilarilinja). Ne ovat elementtirakenteisia eikä niillä ole erillisiä perustuksia. Konesalin lattian ja valvomon teräsrungon välissä on kumityynyt värinän ja äänen vaimentamiseksi. Valvomot on rakennettu vuosituhannen vaihteessa.

Perustietoihin voidaan liittää esimerkiksi rakennuslupa yms. tietoja. Sen lisäksi talokirjaan lisätään tehdyt selvitykset ko. kohteesta (esim. sisäilmä tutkimus) ja muut sellaiset asiakirjat, jotka voivat olla hyödyksi kunnossapito henkilöstölle, kuten piirustukset.

Rakenteet (sisäpinnasta alkaen)

Lattia:

- muovimatto
- pontattu lastulevy 22 mm
- teräskehikko ja mineraalivilla 100 mm
- kumityynyt ja konesalin mosaiikkibetonilattia

Ulkoseinät:

- lastulevy 11 mm
- erillinen sisä- ja ulkorunko, teräsranka + mineraalivilla 2 x 100 mm
- peltikasetti

Sisäseinät:

- lastulevyrakenteinen teräsrankaseinä

Katto:

- alas laskettu Tempa –katto
- mineraalivilla
- teräsbetonilaatta
- vesieristeenä muovimatto

Korjaushistoria

Aika	Mitä tehty

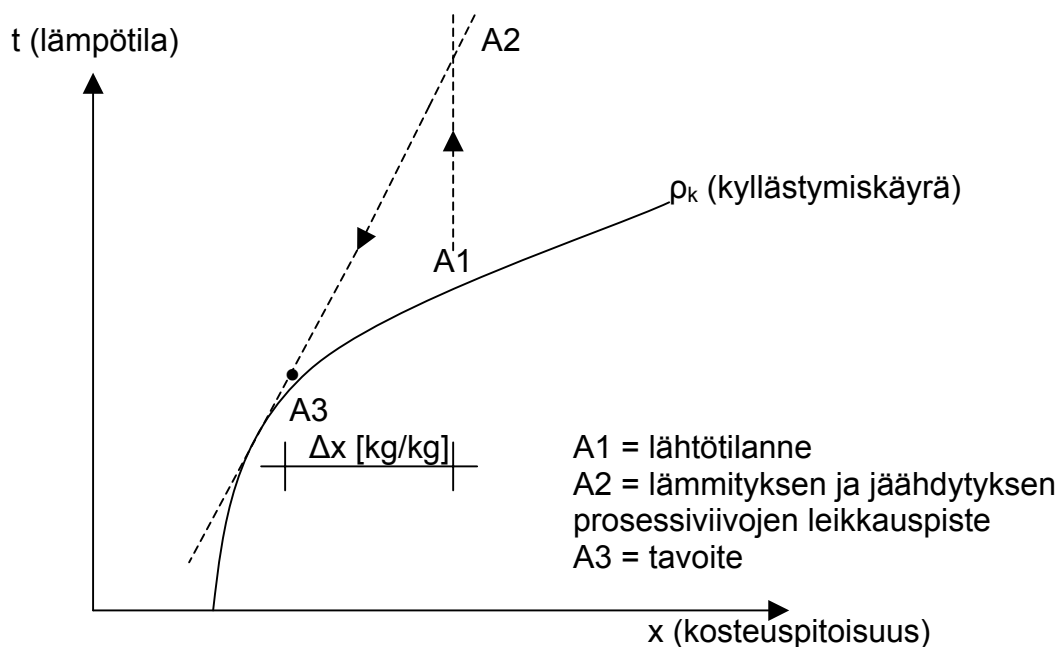
Tarkastustaulukko

Kohde	määrä	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
			tark.		tark.		tark.		tark.		tark.		tark.		tark.
Yleistarkastus:		X		X		X		X		X		X		X	
- käytön aiheuttama kuluminen															
- halkeamat / repeämät															
- vesivuodot / kondensoituminen															
Ovien sovitus ja helat		X		X		X		X		X		X		X	
Vesipisteet:		X		X		X		X		X		X		X	
- kalusteiden kunto															
- vesivuodot															
Vessat		X		X		X		X		X		X		X	
- vesivuodot															
Vesikatto		X		X		X		X		X		X		X	
- vesieristeen kunto															

Tarkastajan henkilökohtainen kuittaus tark. kohtaan

Huomioita: _____

ILMANKÄSITTELYN TEOREETTINEN TARKASTELU

Kostean ilman i,x -diagrammi

Ilmaa lämmitettäessä sen lämpösisältö (i) kasvaa ja kosteuspitoisuus (x) pysyy samana, joten lämmitysprosessin suunta on aina kohtisuoraan ylös ($A1 \rightarrow A2$).

Ilmaa jäädytettäessä ($A2 \rightarrow A3$) sen lämpötila laskee ja kosteuspitoisuus pienenee (Δx), koska ilman kosteutta ei voida poistaa lämpötilan laskematta (paitsi kemiallisesti). Siksi jäädytysprosessin suora leikkaa tai sivuaa aina kyllästymiskäyrää (ρ_k).

Jos lähtötilanteen ja tavoitteen välillä on suuri lämpötilaero, niin jäädytys suoraan tavoitetilanteeseen ei onnistu, sillä kastepistettä ei synny eli jäädytysprosessin suora ei leikkaa eikä sivua kyllästymiskäyrää. Tällöin vaarana on, että kosteus alkaa kondensoitumaan huoneen viilleille pinnoille.