

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Juuso Luostarinen

TEOLLISUUSKIINTEISTÖN KUNTOARVIO

Opinnäytetyö
Tammikuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80100 JOENSUU
(013) 260 6600

Tekijä(t)

Juuso Luostarinen

Nimeke

Teollisuuskiinteistön kuntoarvio

Toimeksiantaja

Weckman Steel Oy

Tiivistelmä

Teollisuuskiinteistöt kuluttavat yli neljäsosan koko Suomen lämmitysenergian kulutuksesta. Usein teollisuudessa keskitytään tuotannon toimivuuteen ja kiinteistöjen kunto jää ilman huomiota. Erityisesti vanhojen teollisuuskiinteistöjen rakenteiden kunnolla on suuri merkitys lämmitysenergian kulutukseen. Rakenteiden energiatehokkuutta parantamalla lämmityskustannukset voivat pienentyä huomattavasti.

Työn tarkoituksena oli kuntoarvion avulla selvittää 1990-luvulla valmistuneen teollisuushallin tämänpäiväinen kunto ja korjaustarpeet. Tässä työssä mietitään myös vaihtoehtoja, kuinka kyseisen kiinteistön rakenteiden energiatehokkuutta voitaisiin parantaa. Korjaustöiden kannattavuutta pohditaan rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian määrän avulla.

Lopputuloksena tilaaja sai hyvän kuvan kiinteistön kunnosta sekä hyödyllisiä tietoja korjaustoimenpiteitä varten. Katon ongelmat tulee tutkia tarkemmin. Yläpohjan kunnostus ja lisälämmöneristäminen on suositeltavaa. Lisäksi vanhan puolen ikkunoiden vaihtoa kannattaisi harkita.

Kieli

suomi

Sivuja 27

Liitteet 3

Liitesivumäärä 28

Asiasanat

Kuntoarvio, energiatehokkuus, kosteus



THESIS
January 2015
Degree Programme in Civil Engineering
Karjalankatu 3
FI 80100 JOENSUU
FINLAND
(013) 260 6600

Author(s)

Juuso Luostarinen

Title

Industrial Building Condition Assessment

Abstract

Industrial buildings consume more than one-quarter of the entire heating energy consumption in Finland. Often industry focuses on the production and the condition of buildings are left without attention. Especially in old industrial buildings, structure conditions have a huge significance concerning heating consumption. By improving energy efficiency of the building structures heating costs can be reduced considerably.

The purpose of the thesis was to determine with condition assessment, the condition and need of repairs of an industrial building built in the 1990's. In this thesis there is also consideration how energy efficiency of structures could be improved in this building. The amount of thermal energy conducted through the structures is discussed from the point of view of feasibility.

The result of this thesis was that the customer received a clear picture of the condition of the property and useful information for upcoming repairs.

Language
Finnish

Pages 27
Appendices 3

Pages of Appendices 28

Keywords

Condition assessment, energy efficiency, moisture

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Weckman Steel Oy	6
2.1 Kohteen kuvaus	6
2.2 Rakenteet	7
2.2.1 Yläpohjan rakenteet.....	7
2.2.2 Ulkoseinien rakenteet	8
3 Tutkimusmenetelmät.....	9
3.1 Työn rajaus	9
3.2 Kuntoarvion syyt	10
4 Kosteus ja lämpö rakennuksessa	11
4.1 Kosteuden lähteet.....	11
4.2 Kosteus.....	12
4.3 Kondensoituminen	13
4.4 Kosteuden siirtyminen	13
4.4.1 Vesihöyryn diffuusio	14
4.4.2 Kosteuskonvektio	14
4.5 Lämmön siirtyminen.....	16
4.5 U-arvo.....	17
5 Kuntoarvio ja korjausehdotukset	19
5.1 Aluerakenteet ja sokkeli.....	19
5.2 Julkisivut	21
5.2.1 Ulkoseinät.....	21
5.2.2 Ikkunat ja ovet.....	22
5.2.3 Yläpohja.....	22
6 Energiatehokkuuden parantaminen	23
6.1 Ikkunoiden uusiminen	23
6.2 Yläpohjan kunnostus	24
7 Pohdinta.....	25
Lähteet.....	27

Liitteet

Liite 1 Kuntoarvioraportti

Liite 2 Rakennuksen pohjakuva

Liite 3 Rakennuksen leikkauskuva

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheeni sain Weckman Steel Oy:ltä. Työn tarkoituksena on selvittää kuntoarvion avulla kantavien poimulevyjen valssaamona käytössä olevan teollisuushallin nykyinen kunto ja mahdolliset korjaustarpeet. Tehdasalueen muille rakennuksille on jo tehty enemmän tai vähemmän korjaus- ja kunnostustoimenpiteitä, mutta työni kohteena oleva tuotantohalli on jäänyt vähemmälle huomiolle korjaus- ja huoltotoimenpiteiden osalta. Kyseisen hallin laajentaminen on myös ollut harkinnassa, joten on hyvä kartoittaa vanhan hallin kunnostustarpeet. Kuntoarviossa selvinneet korjaustarpeet pystyttäisiin korjaamaan ainakin osittain laajennuksen toteuttamisen yhteydessä. Muutostöiden aikataulutus on helpompi suunnitella, kun tiedetään vanhan kiinteistön osan korjaustarpeet.

Teollisuuskiinteistöjen energiatehokkuuteen vaikuttavat monet tekijät kuten vaiipan tiiviys, lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, käyttövesi, valaistus, kiinteistöautomaatio, prosessilaitteet sekä kiinteistön käyttötottumukset. Teollisuuskiinteistöjen lämmitys muodostaa suuren osan koko Suomen lämmitysenergiankulutuksesta. Suomen kaikki noin 68 000 teollisuus- ja varastokiinteistöä kuluttavat yli 25 % koko Suomen lämpöenergiankulutuksesta. Teollisuudessa toiminta on yleensä pitkälti tuotantopainotteista, ja usein kiinteistöjen kunnossapito sekä hoitaminen jäävät helposti vähemmälle huomiolle. Vanhojen teollisuuskiinteistöjen energiatehokkuutta parantamalla pystyttäisiin kuitenkin säästämään merkittävä summa lämmityskustannuksista. [1, 2–3.]

Tässä työssä paneudutaan hallin rakennusteknisiin osiin ja rakenteiden vaikutukseen hallin kokonaisenergiankulutuksessa. Kuntoarvion pohjalta tässä työssä mietitään parempia ja energiatehokkaampia rakenneratkaisuja ja pyritään tällä tavoin parantamaan kiinteistön energiatehokkuutta.

Kuntoarviolla pystytään selkeyttämään hallin kunnossapito- ja huoltotarpeita, joilla pystytään merkittävästi vaikuttamaan rakennuksen käyttöikään ja arvoon. Kuntoarvio kertoo aistinvaraisin ja kokemusperäisin keinoin toteutettuna melko tarkan kuvan rakennuksen tämän päivän kunnosta. Tosin rakenteessa piileviä

vaurioita ei välttämättä saada tarkastuksessa selville, mutta esimerkiksi jo rakennuksesta olevista rakennepiirustuksista voidaan havaita mahdolliset riskirakenteet ja pystytään suosittelemaan tarkempia tutkimuksia tietyille rakenteen osille. Kuntoarvioraportti löytyy liitteestä 1.

2 Weckman Steel Oy

Weckman Steel Oy on ollut mukana konepajateollisuudessa jo yli viidenkymmenen vuoden ajan. Tällä hetkellä se on yksi Suomen suurimmista teräsohutelevy tuotteiden valmistajista. Weckman Steel Oy valmistaa teräskatteita ja seinäverhouslevyjä. Lisäksi tuotantoon kuuluvat kantavat teräsrakenteet, teräsrakenteiset hallit ja traktoriperävaunut. Yritys työllistää noin 300 henkilöä [2]. Weckman Steel Oy:n pääpaikka sijaitsee Vierumäellä, jossa opinnäytetyöni kohdekin sijaitsee. Lisäksi yrityksellä on tuotantotilat myös lissalmessa, jossa tuotanto on keskittynyt pelkästään katto- ja seinäprofiilien tuotantoon. Opinnäytetyöni kohteena oleva kantavien poimulevyjen valssaamohalli sijaitsee Vierumäen tehdasalueella.

2.1 Kohteen kuvaus

Kuntoarvio suoritettiin vuonna 1990 valmistuneelle lämpimälle teollisuushallille, joka sijaitsee Heinolan Vierumäellä Härkäläntiellä. Halli toimii kantavien profiilipeltien valssaamona ja siellä valssataan kaikki yrityksen valikoimasta löytyvät kantavat profiilit. Valssauslinjastoja hallissa on yhteensä viisi kappaletta. Hallin lämmitysmuotona on öljylämmitys ja lämmönjako toteutetaan ilmalämmittimellä. Lisäksi hallin lämmitystä tehostetaan tarvittaessa talvella muutamalla pienemmällä puhaltimella.

Teräsrakenteisen hallin alkuperäinen pinta-ala oli 1727 m², mutta vuonna 2001 tehdyn laajennuksen myötä hallin nykyinen pinta-ala on 2175 m² ja tilavuutta hallilla on 16675 m³. Laajennuksen yhteydessä osa vanhan hallin seinästä on

purettu. Laajennusosa ja vanha halli muodostavat yhtenäisen suuremman tilan. Alkuperäinen halli oli muodoltaan L-kirjaimen muotoinen ja laajennuksen jälkeen pohjanmuoto muuttui epäsymmetrisen T-kirjaimen muotoiseksi (liite 2).

Hallissa on yhteensä kolme sähkötoimista nosto-ovea, joista yksi on rakennettu halliin vuonna 2008 ja kaksi muuta nosto-ovea on myös uusittu. Käytetyimpään nosto-oveen on lisätty ilmaverhopuhallin, joka vähentää ulkoilman virtausta sisälle ovea avattaessa. Lisäksi hallissa on myös yksi alkuperäinen taitto-ovi ja kolme pienempää käyntiovea. Hallin kattoon on lisätty kattotuulettimet vuonna 2010. Kattotuulettimien tehtävä on tasata katon ja lattian tason lämpötilaeroja. Lämmin ilma nousee ylös kohti hallin kattoa, joten tuulettimet painavat lämmintä ilmaa takasin alaspäin. Tuulettimet ovat mielestäni hyvä lisä hallin tekniikkaan, koska korkeassa ja isossa hallissa katonrajassa voi olla suuret määrät hukkaan mennyttä lämmintä ilmaa. Hallin laitteistoon kuuluu myös kolme siltanosturia.

2.2 Rakenteet

Hallin kantavana rakenteena toimii teräskehistä muodostuva teräsrunko. Kantavan rungon kehäväli oli vanhalla osalla 5 metriä ja laajennusosalla 5,5 metriä.

2.2.1 Yläpohjan rakenteet

Laajennusosan yläpohjan rakenne on piirustusten mukaan ulkoa sisälle päin seuraavanlainen: profiilipelti, teräsorsi Z200, mineraalivilla 200 mm, itsekantava profiilipelti ja teräsrunko. Sisäkaton itsekantava profiilipelti on hitsattu teräskehän yläpaarteen laipan kohtaan kiinni ja mineraalivillaa on 200 mm sisäkaton pellin päällä. 200 mm korkeat teräsorret lähtevät teräskehän päältä (liite 3). Kuvista huomaa, että eristeen ja katelevyn väliin jää vain reilun 10 cm:n tuuletusväli. Lisäksi Z-orret tukkivat tämänkin tuuletusvälin, eikä ilma pääse kiertämään kuin katelevyn poimujen kohdalta. Lisäksi eristepaksuus ei vastaa tämän päivän yläpohjan eristepaksuusvaatimuksia. Yläpohjassa ei myöskään ole vesikatteen alapuolella aluskatetta, joka ohjaisi katteen sisäpuolen pintaan mahdollisesti

kondensoituneen kosteuden pois yläpohjasta. Nyt kondensoitunut kosteus voi valua eristeisiin tai jäätyä katteeseen. Vettä voi tunkeutua katteen alapuolelle myös kiinnitysruuvien rei'istä tai katepeltien saumoista.

Vanhan osan yläpohjasta ei ollut saatavissa leikkauskuvia, mutta rakenteen pitäisi olla samankaltainen kuin laajennusosan yläpohjan. Tätä ei voitu kuitenkaan varmistaa. Ainoa poikkeus yläpohjassa on, että vanhalla osalla kehien väliin on liitetty sekundääriorret itsekantavan sisäkaton tueksi. Vanhalla osalla itsekantava profiilipelti on asennettu teräskehien suuntaisesti, kun taas laajennusosalla poikittain teräskehiin nähden.

2.2.2 Ulkoseinien rakenteet

Laajennusosan ulkoseinä ovat piirustusten mukaan ulkoa sisälle päin seuraavanlainen: profiilipelti, tuulensuojalevy 12 mm, teräskasetti 125 mm ja mineraalivilla 120 mm sekä teräskehä (liite 3). Eristepaksuudet ovat myös seinien osalta vähäiset, eivätkä vastaa tämän päivän vaatimuksia. Tuulensuojalevyn paksuus on kuvissa noin 10 mm. Julkisivun profiilipellin takana ei ole kunnollista tuuletusväliä, vaan tuuletusväli kulkee ainoastaan profiilipellin poimujen kohdalta.

Vanhan osan seinärakenne on samanlainen kuin laajennusosassa, mutta tuulensuojalevyn olemassa olosta ei saatu täyttä varmuutta vanhan hallin seinien osalta. Lounaispuolen seinää on aukaistu aikaisemmin ja siellä ei ollut tuulensuojalevyä. Kuntoaarviota tehdessä hallin koillispuolella julkisivun profiilipellin ja sokkelin välistä havaittiin kuitenkin alaspäin tipahtanut tuulensuojalevy. Muilta seiniltä asiaa ei voinut tarkistaa, sillä julkisivun alareuna oli liian alhaalla maanpintaa, osittain maanpinnassa kiinni.

3 Tutkimusmenetelmät

Kuntoarvio suoritettiin liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio-ohjeen RT 18-11086 mukaisesti ja kuntoarvio raportoitiin raportin muodossa (liite 1). Kuntoarvion tarkoituksena oli selvittää hallirakennuksen nykyinen kunto ja kerätä lähtötietoja sekä perusteita tulevia huolto- ja korjaustoimenpiteitä varten. Kuntoarviossa kiinnitettiin huomiota myös hallin turvallisuuteen ja työympäristön terveellisyyteen, mikä on hallissa päivittäin työskentelevien kannalta erittäin tärkeä näkökanta. Kuntoarviota suositellaan tehtäväksi jo kymmenen vuotta vanhoille rakennuksille, jotta tulevat tai jo esiintyvät vauriot saadaan ennaltaehkäistyä ja korjattua mahdollisimman pikaisesti. Yleensä korjaamatta jätetty vaurio vain suurentaa vaurioita. Arvio suoritetaan pääosin aistinvaraisin menetelmin havainnoiden ja rakennuksesta olevia asiakirjoja hyväksi käyttäen sekä käyttäjiä haastatteleamalla. Asiakirjoja voivat olla rakennuksen piirustukset, energian kulutustiedot, aikaisemmat kuntoarviot ja huoltokirja. [3, 1–9.] Tässä työssä minulla oli käytössä hallin pohja- ja julkisivupiirustukset, laajennusosan leikkauskuvat ja hallin lämmitykseen kuluvan energiankulutustiedot useamman vuoden ajalta. Kuntoarviossa voidaan myös suositella tarkempien kuntotutkimuksien tekoa.

3.1 Työn rajaus

Kuntoarvio tehdään yleensä kolmen eri alan asiantuntijaryhmänä, johon kuuluvat rakennus-, LVI- ja sähkötekniikan asiantuntijat. Tässä työssä ei kuitenkaan ollut käytössä LVI- ja sähkötekniikan asiantuntijoita, joten pääpaino kuntoarviossa kiinnittyi rakennustekniikan arvioimiseen. Kuntoarviossa ei päästy tarkastamaan rakennuksen yläpohjaa kunnolla rakennuksen korkeudesta johtuen. Rakennuksessa ei ollut seinätikkaita katolle, eikä tarkastusta olisi pystytty tekemään turvallisesti. Vesikatto käytiin tarkastamassa silmämääräisesti henkilönostimelta käsin, näin pystyttiin riittävän hyvin havaitsemaan katon lämpövuodot. Muuten katon ongelmia arvioitiin leikkauskuvien pohjalta.

Kuntoarviossa tekemiäni havaintojen pohjalta päädyin tarkastelemaan rakenteiden energiatehokkuutta. Kuntoarvion tekohetkellä sää oli sateinen ja rakennuksen ulkoisten kosteudenlähteiden aiheuttamat ongelmat kiinteistölle tulivat selvästi esille. Tästä syystä ja yläpohjan kosteusongelmien takia päädyin teoriaosuudessa kertomaan tarkemmin kosteudesta. Lisäksi työssä paneudutaan erityisesti vaipan ilmatiiviyden ja lämmöneristyksen parantamiseen sekä rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Työssä esitellään energiatehokkuutta parantavia korjaus- ja parannusehdotuksia. Alapohjan energiatehokkuutta tai korjausehdotuksia ei tässä työssä käsitellä. Näen alapohjan lämmöneristävyyden parantamisen liian työläänä ja kalliina investointina, sillä tuotantotiloissa on vaikeasti liikuteltavat tuotantolinjat ja muut laitteistot.

3.2 Kuntoarvion syyt

Valssaamohalliin on reilun kahdenkymmenen vuoden aikana kerinnyt tulemaan käytöstä johtuvaa kulumista ja kolhuja sekä hallin kunnan laiminlyönneistä johtuvia vaurioita. Myös uudempi laajennusosa on jo niin sanotussa ”kuntoarvioiässä”, koska kuntoarvion tekemistä suositellaan jo 10 vuotta vanhoille rakennuksille.

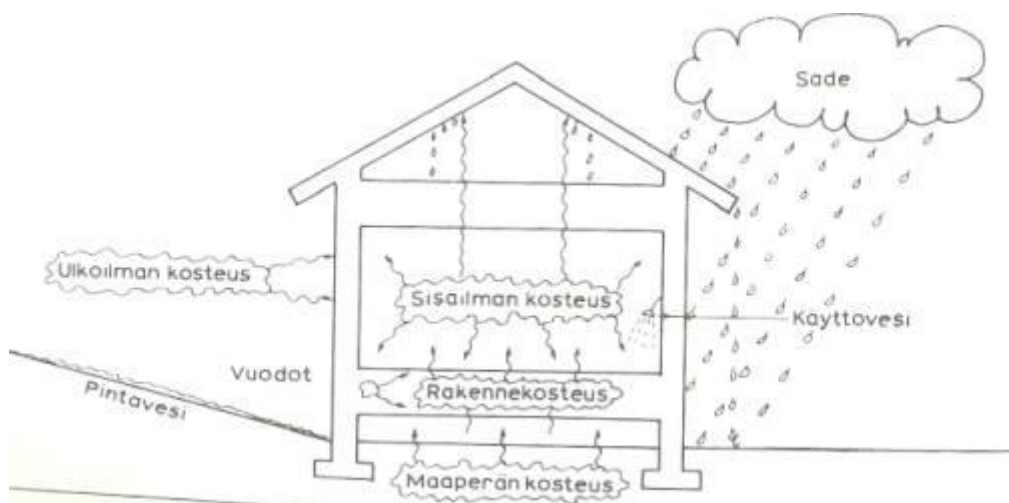
Vierumäen tehdasalueen muille kiinteistöille on tehty paljon kunnostus- ja korjaustoimenpiteitä, mutta kuntoarvion kohteena oleva valssaamohalli on jäänyt vähemmälle huomiolle. Tehdashallin lämmittäminen lämmityskaudella tuo oman osansa kustannuspuolelle. Tämän takia kuntoarvion pohjalta pyritään miettimään, kuinka hallin rakenteiden energiatehokkuutta pystyttäisiin parantamaan ja näin ollen lämmityskuluja pienentämään. Rakennuksen yläpohjassa on ollut useampia kosteusongelmia. Hallin sisäpuolella on aikaisemmin havaittu veden vuotoa muutamissakin eri kohdissa. Osa vuodoista on saatu korjattua muun muassa uusimalla katon jiirien kohdat sekä katelevyjien limitysruuveja lisäämällä. Yksi havaittu vuotokohta on vanhan osan ja laajennusosan liitoskohdassa. Kyseisessä kohdassa seinän sisäpinnalla on huomattu valuvaa vettä muutamina talvina. Asiaa ei ole kuitenkaan tutkittu silloin sen tarkemmin.

4 Kosteus ja lämpö rakennuksessa

Rakennukset joutuvat alttiiksi kosteudelle monista eri kosteuden lähteistä johtuen. Rakennusfysiikan avulla pystytään selvittämään rakenteiden kosteus- ja lämpöteknistä toimintaa. Kuntotarkastuksen kohteena olleen hallin suurimmat ongelmat ovat kosteuden hallinnassa ja rakenteiden lämpöteknisessä toimivuudessa. Siksi päätin seuraavaksi kertoa hieman kosteudesta ja lämmöstä rakennuksessa.

4.1 Kosteuden lähteet

Kosteuden lähteet pystytään jaottelemaan sisäpuolisiksi kosteuslähteiksi ja ulkopuolisiksi kosteuslähteiksi. Sisäisiä kosteuslähteitä ovat muun muassa siivoaminen, peseytyminen, vesi-, viemäri- ja lämmitysputkien vuodot, rakennekosteus ja sisäilman vesihöyry. Sisäilman vesihöyryn määrään myös ihmiset sekä teollisuudessa tuotannon prosessit tuovat oman kosteuslisänsä. Ulkoisia kosteuslähteitä ovat vesi-, lumi- ja räntäsade, maaperän kosteus, maanpintaa pitkin valuvat pintavedet ja ulkoilman vesihöyry. Kuvassa 1 havainnollistetaan mahdollisia kosteuslähteitä. [4.]



Kuva 1. Rakennuksen kosteuslähteitä. [4.]

Rakennukset on suunniteltava ja tehtävä niin, ettei kosteuden joutumisesta rakennuksen osiin tai sisäpinnoille aiheudu terveystarpeita rakennuksen käyttäjille tai naapureille. Sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä aiheutuva vesihöyry, vesi tai lumi ei saa päästä haitallisesti tunkeutumaan rakenteisiin tai sisälle rakennukseen. Mahdollisen rakenteeseen päässeeseen kosteuden on myös haittaa aiheuttamatta päästävä kuivumaan rakenteesta. [5, 3.]

4.2 Kosteus

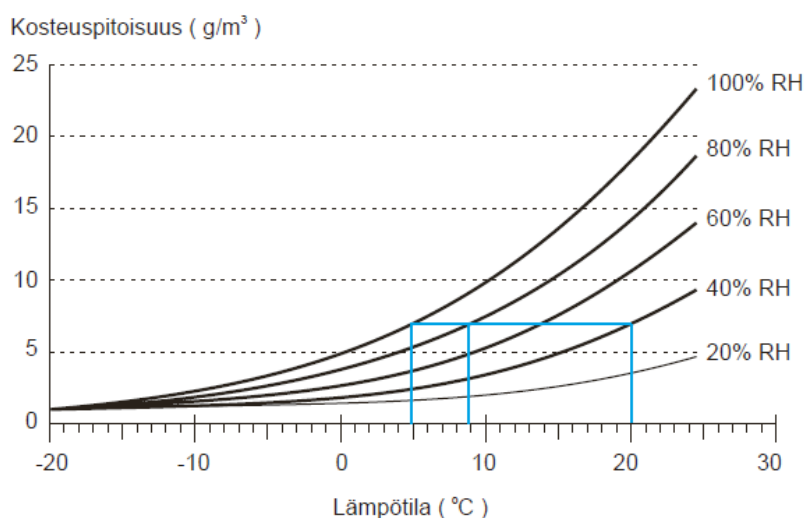
Kosteus voi olla rakenteissa kolmessa eri olomuodossa, jotka ovat kaasumainen vesihöyry, kiinteä jää ja nestemäinen vesi. Aineeseen sitoutuneen kosteuden määrä ilmoitetaan yleisimmin prosentteina, mikä saadaan aineeseen sitoutuneen kosteuden massan ja kuivan aineen massan suhteesta. [6, 1.]

Lähes kaikki materiaalit pystyvät sitomaan tietyn verran kosteutta itseensä. Rakennuksen ja rakenteiden kosteustekniikan kannalta ilmankosteudella on suuri merkitys, koska sitä on koko ajan rakenteiden ympärillä ja sisällä rakenteissa. Ilman sisältämä kosteus ilmoitetaan vesihöyryn määränä (g/m^3), vesihöyryn osapaineena (Pa) tai suhteellisenä kosteutena (RH- %). Ilma pystyy sitomaan eri lämpötiloissa eri määrän kosteutta, mitä lämpimämpää ilma on sitä enemmän se voi sisältää vesihöyryä. [6, 1.]

Kyllästyskosteus on ilman sisältämän vesihöyryn maksimimäärä, jonka ilma voi sitoa itseensä tietyssä lämpötilassa, ennen vesihöyryn tiivistymistä nesteeksi. Edellä mainittua lämpötilaa kutsutaan kastepistelämpötilaksi. Ilmassa olevan vesihöyryn määrän suhdetta ilman lämpötilaa vastaavaan kyllästyskosteuteen, kutsutaan suhteelliseksi kosteudeksi (RH- %). Kesällä ilma sisältää enemmän vesihöyryä kuin talvella, mutta suhteellinen kosteus (RH- %) on talvella suurempi kuin kesällä. [6, 1.]

4.3 Kondensoituminen

Kondensoituminen tarkoittaa ilman sisältämän vesihöyryn tiivistymistä nesteeksi lämpötilan laskiessa. Näin voi tapahtua ilman törmätessä riittävän kylmään pintaan, kun ilman kosteuspitoisuus on suurempi kuin ilman lämpötilaa vastaava kyllästyskosteus niin vesihöyry tiivistyy nesteeksi eli kondensoituu kylmälle pinnalle. Kuvan 2 esimerkin mukaan saadaan selville likimääräinen lämpötila, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi eli kondensoituu. Esimerkissä ilmanlämpötila on 20 °C ja ilman suhteellinen kosteus (RH- %) on 40 %. Kuvasta näkee, että kun ilman kosteuspitoisuus pysyy vakiona ja lämpötila alkaa laskea, niin noin +5 °C:n kohdalla saavutetaan kyllästyskosteus. Ilman lämpötilan ollessa 20 °C ja RH- %:n 40 %, on kyseisen olosuhteen kastepistelämpötila +5 °C. Vesihöyry kondensoituu aineen pinnalle tai sen sisälle lämpötilan ollessa +5 °C. Kuvasta näkee myös, että aineen lämpötilan ollessa +9 °C suhteellinen kosteus on 80 %, joka mahdollistaa mikrobien kasvun. [6, 2.]



Kuva 2. Ilmassa olevan vesihöyryn määrä ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mukaan. [6, 2.]

4.4 Kosteuden siirtyminen

Kosteus liikkuu rakenteiden sisälle ja niiden läpi käytännössä kolmella eri tavalla. Kulkeutumismuotoja ovat vesihöyryn diffuusio, kosteuskonvektiovirtaus ja

veden kapillaarinen siirtyminen. Tietenkin kosteuden siirtyminen painovoimaisesti on myös yksi kosteuden siirtymistapa ja kaikille varmasti tutumpi siirtymismuoto. Erityisesti rakenteiden liitoskohdat ovat herkkiä altistumaan näille kosteuden siirtymisille. Tämän takia jo rakenteita suunniteltaessa tulee liitoskohtien suunnitteluun paneutua erittäin tarkasti. [7, 383.]

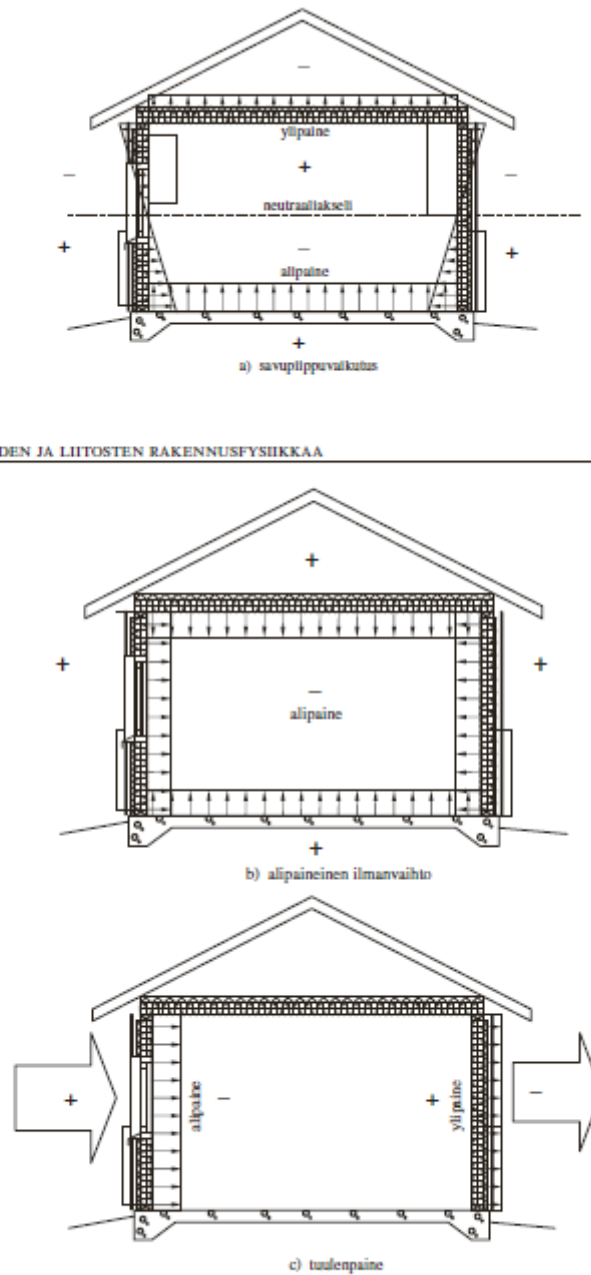
4.4.1 Vesihöyryn diffuusio

Vesihöyryn diffuusio johtuu rakenteen eri puolilla olevista erisuuruuksista vesihöyrypitoisuuksista. Vesihöyryn pitoisuusero pyrkii tasapainottumaan ja tunkeutuu korkeammasta pitoisuudesta pienempään päin rakenteen läpi. Rakennusmateriaaleilla on erilaiset kyvyt estää vesihöyryn kulkeutumista niiden läpi, tätä kykyä sanotaan vesihöyrynläpäisevyydeksi. Sisäilma sisältää yleensä enemmän vesihöyryä kuin ulkoilma eli vesihöyryn diffuusio kulkeutuu yleisimmin sisältä ulospäin. Tästä syystä rakenteen vesihöyryn läpäisevyyden on kasvettava rakenteessa sisältä ulospäin niin, että rakenteen vesihöyrynvastus on parempi rakenteen sisäpinnalla kuin ulkopinnalla. Ongelmat syntyvät, jos rakenteen sisäpuolelta pääsee vesihöyryä diffuusiolla rakenteeseen enemmän kuin mitä ulkopuolelta pääsee poistumaan. Tällöin kylminä aikoina kosteus saattaa kondensoitua rakenteisiin. Rakenteissa vesihöyryn diffuusiota pyritään estämään yleensä rakenteen lämpimän puolen läheisyyteen asennettavalla höyrynsulkumuovilla. Myös rakenteen hyvällä ulkopuolisella tuuletuksella ja riittäväällä lämmöneristyksellä ehkäistään vesihöyryn diffuusiosta johtuvia kosteusvaurioita. [7, 383.]

4.4.2 Kosteuskonvektio

Kosteuskonvektio johtuu rakenteen eri puolilla olevista ilmanpaine-eroista. Ilmavirtaus syntyy, kun ilmanpaine-ero pyrkii tasoittumaan. Ilmavirtaukset tapahtuvat rakenteen rei'istä ja raoista, joita on yleensä aina rakenteiden liitoskohdissa. Ilmavirran mukana rakenteisiin kulkeutuu myös ilman sisältämä kosteus. Virtauksen voimakkuuteen vaikuttavat reikien ja rakojen koot, ilmanpaine-eron suu-

ruus sekä rakenteen paksuus. Konvektiovirtaus on monesti suurimmillaan talvella, kun rakennuksen lämmin ilma pyrkii nousemaan katon läheisyyteen. Tästä aiheutuu ylipaine sisälle katon läheisyyteen, mutta samalla syntyy alipaine lattian tasolle. Yläpohjan rakenteiden liitoskohtien huonot tiivistykset voivat tässä tapauksessa päästää konvektiovirtauksen sisältä ulospäin ja sen mukana kostean sisäilman rakenteeseen. Pahimmassa tapauksessa kosteus voi kondensoitua rakenteisiin. Kuvassa 3 on esitetty, kuinka rakennuksen ilmanpainejakaumat muodostuvat tuulen, ilmanvaihdon ja niin sanotun savupiippuvaikutuksen yhteisvaikutuksesta. [7, 383–384.]



RAKENTEIDEN JA LIITOSTEN RAKENNUSFYSIKAA

Kuva 3. Rakennuksen vaipoille muodostuvat ilmanpainejakaumat talvella. [7, 384.]

4.5 Lämmön siirtyminen

Lämpö voi siirtyä kolmella tavalla, johtumalla, säteilemällä ja konvektiolla. Lämmön siirtyminen johtumalla on rakenteiden kannalta tärkein lämmönsiirtymismuoto. Eri rakennusmateriaaleilla on erilainen lämmönläpäisykyky, tätä

ominaisuutta kutsutaan lämmönjohtavuudeksi. Liian vähäiset rakenteen eriste-paksuudet tai materiaalien hyvä lämmönjohtavuus vaikuttavat suuresti raken-nuksen lämpöhäviöihin johtamalla. Johtuminen syntyy lämpötilaeroista, lämpöti-laero pyrkii tasoittumaan siirtymällä lämpimästä kylmempään. [8.] Jäljempänä tarkastelen tarkemmin työni kohteena olevan hallin lämpöhäviöitä juuri lämmön-johtumisen kannalta. Lämmön johtuminen rakenteen läpi lasketaan kaavalla 1:

$$Q_{\text{rak,osa}} = U_{\text{rak,osa}} A_{\text{rak,osa}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (1)$$

jossa

$Q_{\text{rak,osa}}$ = johtumislämpöhäviö rakennusosan läpi, kWh

$U_{\text{rak,osa}}$ = rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m²K)

$A_{\text{rak,osa}}$ = rakennusosan pinta-ala, m²

T_s = sisäilman lämpötila, °C

T_u = ulkoilman lämpötila, °C

Δt = ajanjakson pituus, h

1000 = kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Laskelmissa käytin ajanjaksona kohteen teollisuushallin lämmityskautta, joka on suunnilleen syyskuusta toukokuun loppuun eli 273 vuorokautta. Ulkoilman läm-pötilana käytin säävyöhykkeen 2 keskimääräistä lämpötilaa lämmityskaudella, joka on +2,14 °C. Sisälämpötilana käytin kuntotarkastuksen yhteydessä mitat-tua +16 °C. [9, 29–30.]

4.5 U-arvo

”Lämmönläpäisykertoimella U , tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuus-tilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla ole-vien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään W/m²K” [10, 3].

Laskin osalle teollisuushallin rakenteista karkeat U -arvot, koska rakenteissa olevista rakennusosista ei ole täyttä varmuutta. Tarvitsin U -arvoa, kun laskin

rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian määrän suuruuksia. U -arvo voidaan laskea kaavalla 2:

$$U = 1/R_T \quad (2)$$

jossa

U = rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m^2K

R_T = rakennusosan kokonaislämmönvastus, m^2K/W

”Kun rakennusosan ainekerrokset ovat tasapaksuja ja tasa-aineisia ja lämpö siirtyy ainekerrokseen nähden kohtisuoraan, lasketaan rakennusosan kokonaislämmönvastus R_T kaavalla.” [11, 5.]

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (3)$$

jossa

R_T = rakennusosan kokonaislämmönvastus, m^2K/W

R_{si} = sisäpuolisen kerroksen pintavastus, m^2K/W

R_1, R_2, \dots, R_m = eri rakenneaineosien lämmönvastuksia, m^2K/W

R_g = ilmakerroksen lämmönvastus, m^2K/W

R_b = maan lämmönvastus, m^2K/W

R_{qn} = ohuiden materiaalikerrosten lämmönvastukset, m^2K/W

R_{se} = ulkupuolisen kerroksen pintavastus, m^2K/W

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C4 on määritelty eri rakenneaineiden suunnitelmalliset lämmönjohtavuuden arvot. Materiaalin lämmönjohtavuuden ja paksuuden voidaan laskea, jokaiselle rakennusosalle lämmönvastus seuraavalla kaavalla 4:

$$R_1 = d_1/\lambda_1, R_2 = d_2/\lambda_2, \dots, R_m = d_m/\lambda_m \quad (4)$$

jossa

R_1, R_2, \dots, R_m = on eri rakenneaineosien lämmönvastuksia, m^2K/W

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_m$ = on rakenneosan 1, 2, ...m lämmönjohtavuuden arvo, W/mK

$d_1, d_2 \dots d_m$ = on rakenneosan 1, 2, ...m paksuus, m

5 Kuntoarvio ja korjausehdotukset

Tässä kohdassa esittelen lyhyesti rakennuksen olennaisimmat epäkohdat ja riskit, jotka selvisivät kuntoarviossa. Tarkempi kuntoarvioraportti löytyy liitteestä 1.

Kuntoarvion tarkastukset kohteessa tein 20.12.2013 ja 12.2.2014. Sää oli molempina päivinä pilvinen ja sateinen. Ensimmäisenä tarkastuspäivänä lämpötila oli ulkona +1 °C ja tarkastuksen aikana satoi räntää ja vettä. Jälkimmäisenä tarkastuspäivänä ulkolämpötila oli 0 °C ja sade tuli lumena sekä räntänä. Jälkimmäisen tarkastuspäivän tarkoituksena oli käydä tarkastamassa vesikatetta lämpövuotojen havainnollistamiseksi, koska ensimmäisellä tarkastusajankohdalla katolla ei ollut lumipeitettä. Vesikaton tarkastus suoritettiin silmäilemällä henkilönostimelta käsin, koska katolle ei ollut seinätikkaita.

5.1 Aluerakenteet ja sokkeli

Hallin alkuperäisen osan lounaispuolella sokkeli oli kaikkein huonoimmassa kunnossa. Sokkeli on saanut paljon kolhuja hallin ulkopuolella tapahtuvasta työskentelystä ja liikenteestä johtuen. Sokkelin ulkopinta oli tarkastushetkellä märkä sadevesien roiskumisen takia. Harkot hammastivat ja monessa harkossa oli halkeamia. Sokkelin kunto mahdollistaa kosteuden pääsyn sisälle sokkeliin ja leviämisen muihin rakenteisiin, mikä voi aiheuttaa lisävahinkoja. Sokkelin heikko kunto vaikuttaa myös nykykunnossaan merkittävästi vaipan kokonaistiiveyteen.

Rakennuksen laajennusosan ja vanhan osan nurkkauksessa sokkeli joutuu myös alttiiksi kosteudelle. Sade- ja pintavesien ohjaus pois seinustalta on puut-

teellista. Sadevedet pääsevät valumaan asvaltoinnin ja sokkelin välistä myös syvemmälle sokkeliin ja sitä kautta rakennuksen sisäpuolelle. Tästä johtuen nurkan kohta oli myös sisäpuolelta märkä ja lattian asvaltointi oli silminnähdessä kostea myös kahden nurkassa olevan pilarin ympäriltä. Sisäpuolen asvaltoinnin pinta on noin 10 senttimetriä alempana kuin maanpinta ulkopuolella.

Seinän vierustojen maanpinnan kallistukset olivat muillakin seinustoilla paikoitellen puutteelliset. Lisäksi maanpinta ja kasvillisuus pääsevät tukkimaan seinän tuuletusraon monin paikoin, erityisesti luoteen puolella. Siellä maanpinnan asvaltointi on nostettu seinänprofiilipelteihin kiinni. Tällä toimenpiteellä on yritetty estää sadevesien pääsy sokkeliin, mutta samalla on tukittu seinän tuuletusrajo.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2 sanoo, että vesi tai lumi ei saa päästä haitallisesti tunkeutumaan rakenteisiin ja rakennuksen sisälle. Sade- ja pintavedet tulee ohjata pois rakennuksen vierustalta. Suositeltava kaltevuus rakennuksesta pois päin on vähintään 1:20 kolmen metrin matkalla sokkelista. Teollisuuskiinteistöissä sallitaan vähissä määrin lattianpinnan olevan ulkopuolen maanpintaan nähden alempana tai samalla tasolla. Tällöin perusmuuri tulee suojata ulkopuoliselta kosteudelta ja pintavesien poisjohtamista tulee tehostaa. [5, 3–7.]

Weckman Steel on kuntoarvion jälkeen vuoden 2014 aikana uusinnut lounaispuolen sokkelin, osan luoteenpuoleisesta sokkelista ja koillispuolen sokkelin. Vanhojen harkkosokkelien tilalle on valettu uudet betonisokkelit ja sokkelin ulkopuolelle on lisätty lämmöneriste. Lisäksi uudet sokkelit ovat nyt suojattu metallilevyllä, jonka tehtävänä on suojata sokkeliä ulkopuoliselta kosteudelta ja kolhuilta. Loppuihin korjaamattomiin sokkeleihin suositellaan lämpöeristysten, sekä vedeneristysten lisäystä. Myös pinta- ja sadevesien poisjohtamista tulee tehostaa maanpintaa muokkaamalla määräysten mukaisiksi.

5.2 Julkisivut

5.2.1 Ulkoseinät

Seinärakenteiden suurin ongelma on, että julkisivuprofiilin takana kulkeva tuuletusrako on monin paikoin tukittu. Kohdassa 5.1 asiasta on jo kerrottu tarkemmin. Julkisivun profiilipelleissä on paikoittain kolhuista aiheutuneita reikiä, jotka mahdollistavat seinää pitkin valuvien vesien pääsyn rakenteisiin. Lisäksi seinän tuuletusväli on muutenkin huonosti tuulettuva, koska julkisivun profiilipelti on kiinni suoraan tuulensuojalevyssä tai seinän kasetissa. Tästä johtuen julkisivuprofiilin tausta pääsee tuulettumaan vain pellin poimujen kohdalta. Heikon tuuletusvälin takia profiilipellin alle päässyt kosteus ei pääse välttämättä tuulettumaan rakenteesta pois. Seinärakenteessa havaittiin myös yksi isompi aukko teräspilarin juuressa sokkelin ja seinän liittymäkohdassa.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2:n mukaan ulkoverhouksen taakse ei saa päästä vettä. Ulkoverhouksen taakse päässeeseen veteen ja kosteuden on päästävä poistumaan rakenteita vahingoittamatta. Levyverhouksen taakse päässyt kosteus tuuletetaan yhtenäisen tuuletusvälin kautta ulkoilmaan. [5, 9–10.]

Kiinteistöön on uusittu kuntoarvion jälkeen hallin vanhan osan lounaispuolen julkisivu. Samalla seinärakenteeseen lisättiin tuulensuojalevy ja tuuletusväliä parannettiin. Julkisivuprofiilin alareunaa tulisi nostaa monin paikoin ylöspäin maanpinnasta ja tuuletusvälit aukaistava. Vanhan osan julkisivun profiilipellit suositellaan vähintään huoltomaalaamaan. Julkisivun reiät on korjattava ja isoin aukko on tiivistettävä. Mahdollisen ulkoverhouksen vaihdon yhteydessä suositellaan tuulensuojalevyn ja kunnollisen tuuletusvälin lisäämistä.

5.2.2 Ikkunat ja ovet

Vanhan osan puuikkunoiden puitteista oli maalipinnat irtoilleet ja puitteet ovat kärsineet kosteudesta. Muutamia ikkunaruujuja oli hajalla, mikä mahdollistaa kosteuden pääsyn sisälle ikkunarakenteisiin.

Hallin taitto-oven tiivisteet ovat rikkoutuneet suurelta osalta. Taitto-ovessa on näkyviä rakoja ulos. Oven nykyinen kunto vaikuttaa heikentävästi hallin vaipan kokonaistiiveyteen.

Hallin vanhan osan ikkunat suositellaan vaihdettavaksi. Hajonneet ikkunaruujuut tulee korjata, vaikka ikkunoita ei vaihdettaisikaan. Myös taitto-oven vaihtoa suositellaan, mutta oven tiivisteet tulee ainakin korjata. Mahdollisten seinien korjaustoimenpiteiden yhteydessä kannattaa harkita taitto-oven poistoa ja aukon umpeen tiivistämistä.

5.2.3 Yläpohja

Yläpohjassa ensimmäisenä huomio kiinnittyi lyhyisiin räystäisiin, jotka ovat noin 20 senttimetriä pitkät. Pahimmassa tapauksessa lyhyet räystäät voivat mahdollistaa viistosateen pääsyn rakenteisiin seinän ja katon liitoskohdassa. Leikkauskuvista jo pystyi ennakoimaan yläpohjassa olevan lämpövuotoja, vähäisen eristepaksuuden ja huonon tuulettavuuden takia. Vesikatteen lumikerroksessa oli tarkastushetkellä selviä sulaneita kohtia ja räystäillä roikkui jääpuikkorivit, nämä ovat selviä merkkejä lämpövuodoista. Lumikerroksen sulat kohdat eivät voi johtua muusta kuin lämpövuodoista, sillä viereisen kylmän varastohallin vesikatteen lumipeitteessä ei ollut vastaavia sulaneita laikkuja. Aikaisemmin havaitut vesivuodot katossa vaativat tarkempia tutkimuksia, mutta ne luultavasti johtuvat juuri yläpohjan lämpövuodoista ja mahdollisesti vesikatteeseen kondensoituneesta kosteudesta. Vesikatolla ei ole sadevesikouruja, jotka vähentäisivät huomattavasti julkisivun ja sokkeleiden aikaisemmin mainitsemieni kosteusrasituksia. Ulkoseinät ja sokkelit altistuvat myös katolta valuille sadevesille, jotka

kannattaisi ohjata hallitusti räystäskouruilla ja syöksytorvilla suoraan sadevesiviemäriin.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2:n mukaan vesikaton tulee estää sade- ja sulavesien sekä lumen haitallinen pääsy yläpohjaan, seinärakenteisiin ja sisätiloihin. Veden tulee poistua katolta suunnitellusti rakennusta vahingoittamatta. Yläpohjan eri kerrokset ja katon tuuletus tulee toteuttaa niin, ettei kattoon kerry liikaa kosteutta vesihöyryn diffuusion ja konvektion vuoksi ja että mahdollinen kertynyt kosteus pääsee kuivumaan hallitusti. Rakentamismääräyskokoelma myös ohjeistaa, että räystäät suositellaan tekemään riittävän pitkiksi. Katon lämpövuotoja voidaan ehkäistä riittäväällä lämmöneristyksellä, ilmatiiveydellä sekä hyvällä vesikaton alapuolisella tuuletuksella. [5, 12–14.]

6 Energiatehokkuuden parantaminen

6.1 Ikkunoiden uusiminen

Hallin vanhan puolen ikkunoiden kunnan perusteella päädyin tarkastelemaan ikkunoiden vaihtoa hallin vanhalla osalla. Ikkunoiden U-arvot ovat parantuneet merkittävästi hallin rakennusvuodesta päivään mennessä. Nykyisillä ikkunamalleilla U-arvo on järjestään alle $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, kun taas 1990-luvun kolmilasisilla ikkunoilla U-arvo oli $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. [12.]

Käytin laskelmissa hallin vanhojen ja osittain rikkiäisten ikkunoiden U-arvona $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, ja uusien ikkunoiden U-arvona käytin nykyisten määräysten mukaisista raja-arvoa $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vanhan osan ikkunoiden pinta-ala on yhteensä $71,12 \text{ m}^2$. Sain kaavalla 1 käsin laskettuna vanhojen ikkunoiden johtumislämpöhäviöksi lämmityskauden aikana $12916,92 \text{ kWh}$ ja uusien ikkunoiden vastaava luku on $6458,46 \text{ kWh}$. Säästöä lämmitykseen käytettyyn energiaan syntyisi näin ollen $6458,46 \text{ kWh}$. Hallin öljynkulutus tiedoista sain yhden kilowattitunnin hinnan, joka on $8,87$ senttiä. Säästöä vuoden aikana kertyisi näin ollen $572,90 \text{ €}$. Kesällä ikkunoiden kautta johtuu lämpöä lämpimästä ulkoilmasta sisälle päin, jolloin

ilman jäädyttämisestä syntyy myös kuluja. Niinpä todellinen säästö vuodessa on isompi kuin 572,90 €. Lisäksi vanhojen ikkunoiden U -arvo on arvio, joka voi rikinäisten ikkunalasien takia olla merkittävästikin heikompi.

6.2 Yläpohjan kunnostus

Yläpohjaan ollaan tekemässä kattoremonttia laajennuksen yhteydessä. Yläpohjassa on ollut paljon ongelmia, joten yläpohjan korjaus on väistämättä ajankohmainen. Sen takia tarkastelen tarkemmin energiatehokkuuden parantamista yläpohjan lisälämmöneristämällä.

Suoritin käsin laskien yläpohjan U -arvon määrittämisen. U -arvoa laskiessani käytin sisäpuolisena pintavastuksena $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$, joka on sisäpuolen pinnanvastus lämmön liikkeessä alhaalta ylöspäin. Käytin ulkopuolen pinnanvastuksena samaa arvoa, koska yläpohjan ilmarako on huonosti tuulettuva. Kaavoja 2, 3 ja 4 käyttäen, sain yläpohjan laskennalliseksi U -arvoksi $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Weckman Steel on aikaisemmin suorittanut yläpohjan korjauksen ja lisälämmöneristämisen toiseen samalla tontilla sijaitsevaan kiinteistöön. Korjattu yläpohja oli samanlainen kuin tässä opinnäytetyössä käsitellyssä hallissa on. Tuleva kattoremontti tullaan todennäköisesti toteuttamaan hyvin samankaltaisesti kuin aikaisemmat korjaustyöt. Alustavasti on suunniteltu, että kattoa korotetaan ja korotus rakennetaan nykyisten harjansuuntaisten Z-orsien päälle. Eristepaksuutta lisätään mineraalivillalla ja tuulensuojalevyllä 50 mm. Lisäksi uuteen yläpohjaan lisätään aluskate, jonka alapuolelle tulee yli 200 mm tuuletusväli. Myös aluskatteen ja katelevyn väliin tulee korotusrimoin ja ruotein toteutettuna tuuletusväli. Vesikatteeksi tulee suoraprofiilinen poimulevy.

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 määritetään yläpohjan lämmönläpäisykertoimen raja-arvoksi $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ [9, 13]. Laskin kaavoja 1, 2, 3 ja 4 käyttäen, paljon uuden yläpohjan mineraalivillan paksuuden tulee olla, jotta määritetty raja-arvo täyttyisi. Uuden yläpohjan U -arvon kaavassa 3 käytin ulkopuolen pinnanvastuksena $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, koska uuden yläpohjan tuulettuvuutta parannetaan. Laskelmien mukaan uudelle yläpohjalle määritetty raja-arvo $0,09$

W/m^2K saavutettaisiin, kun mineraalivillan eristepaksuus olisi 450 mm ja tuulensuojalevyn paksuus olisi 50 mm. Mineraalivillan lämmönjohtavuutena käytin $0,045 W/mK$ ja tuulensuojalevyn lämmönjohtavuutena käytin $0,052 W/mK$.

Suoritin käsin laskien myös yläpohjan johtumislämpöhäviön laskennan, sekä laskin lisälämmöneristämisen tuoman vuotuisen säästön. Kattoremontin kustannuksia takaisinmaksuaikoinen laskin Weckman Steelin aikaisemmin tehtyjen remonttien pohjalta. Johtumislämpöhäviön laskennan suoritin kaavalla 1, jossa käytin kohdassa 4.4 mainittuja olosuhteita. Yläpohjan pinta-alaksi laskin $2190 m^2$. Nykyisen yläpohjan johtumislämpöhäviöksi lämmityskauden aikana sain $43750 kWh$ ja uuden yläpohjan vastaavaksi luvuksi tuli $17900 kWh$. Tällöin vuotuinen säästö lämmityskustannuksissa olisi $25850 kWh$ eli noin $2300 €$. Weckmanilta saadun tiedon mukaan korjaustyöt tulevat maksamaan vähintään $100 €/m^2$ tai enemmän, riippuen vanhojen kattorakenteiden kunnosta ja todellisista rakenteista. $100 €/m^2$ maksavan korjauksen takaisinmaksuaika olisi 95 vuotta. Täytyy kuitenkin muistaa, että koko hallin yläpohjan rakenteista ei voida olla varmoja. Vanhasta hallin osasta ei ollut saatavilla rakennepiirustuksia. Lisäksi yläpohjassa olleiden kosteusongelmien takia, yläpohjan mineraalivilla on voinut päästä kastumaan. Märän mineraalivillan lämmöneristyskyky on heikompi. Näistä seikoista johtuen yläpohjan nykyinen U -arvo voi todellisuudessa olla paljon huonompi kuin laskemani $0,22 W/m^2K$. Silloin myös vuotuinen säästö lämmityskuluista olisi suurempi ja takaisinmaksuaika lyhyempi. Yläpohjan korjaus on mielestäni kumminkin järkevä suorittaa, etteivät kosteusongelmat pääse pahentumaan ja vaurioittamaan muita rakenteita.

7 Pohdinta

Opinnäytetyöni pääasiallinen tarkoitus oli selvittää teollisuuskiinteistön tämän hetkinen kunto ja korjaustarpeet. Mielestäni Weckman Steel sai kiinteistönsä nykyisestä kunnosta tarkan kuvan ja hyvät lähtökohdat rakennuksen kunnon parantamiseksi. Kuntoarviota tehdessäni huomasin, että rakennuksen ulkoisten

kosteuslähteiden torjunnassa oli suuria puutteita. Tämän takia päädyin kertomaan opinnäytetyössä tarkemmin kosteudesta rakennuksissa.

Oli mukavaa huomata, että kuntoarviolla oli oikeasti merkitystä ja Weckman Steel on jo tehnyt korjaustoimenpiteitä hallille. Hallin vanhat sokkelit on uusittu suurimmalta osalta vanhaa puolta. Korjaustöissä kiinnitettiin huomiota sokkelin lämmön- ja vedeneristyksen parantamiseen. Hallin öljylämmityslaitteistoon hankittiin myös uusi termostaatti, jolla pystytään säätelemään hallin lämmönkulutusta öisin ja viikonloppuisin, kun hallissa ei työskennellä.

Mielenkiintoisinta opinnäytetyössä oli selvittää millaisiin lämmitysenergian säästöihin korjaustöillä päästäisiin, vaikkakin rakennuksen yläpohjan korjaustöiden takaisinmaksuajaksi tuli todella pitkä aika. Yläpohjan kunnostus on mielestäni silti välttämätön toimenpide kosteusongelmien takia. Kosteusongelmat johtuvat pitkälti liian vähäisestä eristepaksuudesta, huonosta tuulettuvuudesta, rakenteen liian pienestä vesihöyryn vastuksesta ja aluskatteen puuttumisesta. Mikäli yläpohjaa ei lähdetä korjaamaan, tulee sen kunto selvittää tarkemmilla kuntotutkimuksilla. Haasteelliseksi koin vähäisen kokemukseni teräsrakenteisista rakennuksista ja teollisuuskiinteistöistä. Kuntoarvion kohteena olevassa kiinteistössä oli rakenteita, joihin en ollut aikaisemmin törmännyt. Se toi oman haasteensa kuntoarvion tekoon. Toisaalta koen, että juuri tämän takia opinnäytetyö oli erittäin opettavainen kokemus. Kokonaisuudessaan tämä projekti oli minulle erittäin kasvattava ja hyödyllinen prosessi.

Lähteet

1. Mattila, V-V. Energiatehokas teollisuuskiinteistö. Motiva Oy. 2012. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf. [Luettu 25.10.2014.]
2. Weckman Steel Oy. Weckman Steel Oy taitaa teräsrakenteet. 2014. Saatavissa: <http://www.weckmansteel.fi/fi/weckman-steel/weckman-steel/> [Luettu 27.10.2014.]
3. Rakennustieto. Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio. Rakennustieto ohjekortti RT 18–11086. Rakennustietosäätiö. 2012.
4. Sisäilmayhdistys. Kosteuslähteet. 2008. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kosteusvauriot/kosteustekninen-toiminta/kosteuslahteet/> [Luettu 7.12.2014.]
5. C2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki. 1998.
6. Rakennustieto. Kosteus rakennuksissa. Rakennustieto ohjekortti RT 05-10710.1999.
7. Rantala, J & Leivo, V. Rakenteiden ja liitosten fysiikka. Rakennustieto. 2009. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070301.pdf> [Luettu 7.12.2014.]
8. Sisäilmayhdistys. Rakenteiden lämpötekniikka. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kosteusvauriot/kosteustekninen-toiminta/rakenteiden-lampotekniikka/> [Luettu 7.12.2014.]
9. D3 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki. 2011.
10. C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset 2010. Helsinki. 2008. [Viitattu 3.1.2014.]
11. C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Helsinki. 2002. [Viitattu 3.1.2014.]
12. Karelia ikkuna Oy. Tee ekoteko. Saatavissa: <http://www.kareliaikkuna.fi/index.php/fi/ikkunat/tee-ekoteko> [Luettu 19.12.2014]

TEOLLISUUSHALLIN KUNTOTARKASTUS



KUNTOTARKASTUS
Juuso Luostarinen 0901233

1 YLEISTIETOA TARKASTUKSESTA

Kohde	Kohteen pinta-ala: n. 2175 m ² (ei tarkemittattu)
Valssaamohalli	Kohteen tilavuus: n. 16673 m ³ (ei tarkemittattu)
	Kerroslukku: 1
Tarkastuksen tilaaja	Kohteen omistaja (jos eri kuin tilaaja)
Weckman Steel Oy Härkäläntie 72	Weckman Steel Oy

Omistushistoria	Weckman Steel Oy 1991-
Tarkastuksen syy	Hallin kunnan tarkastaminen.
Tarkastuspäivä(t)	20.12.2013 ja 12.2.2014
Tarkastaja(t)	Juuso Luostarinen, PKAMK
Läsnölleet	Jouko Enqvist (Tuotantopäällikkö)
Tarkastushetken sää	20.12.2014 sää oli pilvinen, vesi- ja räntäsadetta. Ulkoilman suhteellinen kosteus 95 % RH lämpötilassa +1 °C. 12.2.2014 sää oli pilvinen, lumi- ja vesisadetta. Ulkoilman suhteellinen kosteus 100 % RH lämpötilassa 0 °C.
Käytettävissä olleet asiakirjat	Kohteen pohjapiirustus, laajennusosan rakenneleikkaukset ja lämmitysjärjestelmän öljynkulutustiedot. LVIS-piirustuksia ei ollut käytettävissä.
Loppukatselmus	Lopputarkastuspöytäkirjaa ei ollut käytettävissä.
Tarkastuksessa käytetyt apuvälineet	Tarkastuksessa käytettiin apuna mittanauhaa, kameraa, lämpömittaria ja henkilönostinta.
Rajaukset kohteessa	Hallin korkeuden vuoksi yläpohjaa ei päässyt tarkastamaan sisäpuolelta. Lumipeitteen vuoksi vesikatteen havainnot ovat osin puutteellisia. Yhdellä seinän osuudella on kylmä varastohalli melkein kiinni kohteena olevassa valssaamohallissa.

Muuta Valssaamo hallissa työskenneltiin normaalisti tarkastuksen aikana.

2 RAKENNUSTEKNISIÄ TIETOJA KOHTEESTA

(Perustuvat suunnitelmista ja muista asiakirjoista, omistajalta sekä käyttäjältä saatuihin tietoihin)

Rakennuksen paloluokka P2

Paloturvallisuusluokka 1

Suojaustaso 1

Rakennustapa Teräsrunkoinen.

Perustamistapa Vanhalla osalla harkkosokkeli soranpäältä, uudella osalla paikalla valettu betoniantura.

Perusmuurit Vanhalla osalla harkkosokkeli ja uudella osalla paikalla valettu betonisokkeli.

Alapohjarakenteet Maanvarainen asvaltti, tuotanto linjastoilla maanvarainen betonilaatta.

Ulkoseinärakenteet Teräskehät, teräksiset seinäkasetit 125mm + mineraalivillaeriste 120mm, tuulensuojalevy (osalla seinää)

Julkisivupinnoite Muovipinnoitettu profiilipelti.

Väliseinät -

Yläpohja Teräsrakenteinen, mineraalivillaeriste.

Välipohja -

Kattomuoto Harjakatto

Vesikate Muovipinnoitettu profiilipelti.

Ovet 3kpl nosto-ovia, yksi taitto-ovi ja 3kpl käyntiovia.

Nosturit Kolme siltanosturia, 10 tn nosturi, 2x3,2 tn nosturi ja 2x2 tn nosturi

Lämmitysjärjestelmä Öljylämmitys.

Lämmöntuotto Lämpö öljyllä

Lämmönjako Lämmönjako tapahtuu ilmalämmittimellä. Tarvittaessa, talvella lämmitystä tehostetaan kahdella pienemmällä siirrettävällä puhaltimella.

Ilmanvaihtojärjestelmä Painovoimainen.

Kunnallistekniikka -.

Suoritetut korjaukset Halliin on tehty laajennus (448m²)-02. Muutama teräspilari on poistettu uuden linjaston tieltä. Uusi nosto-ovi ja lattiakaivo tehty luoteen puoleiselle seinälle -08. Kaksi muuta nosto-ovea on uusittu ja käytetyimmän nosto-oven yhteyteen asennettu ilmaverhopuhallin. Katon jiirit uusittu ja vesikatteeseen lisätty limitysruuveja. Maanpintaa on nostettu asvaltilla sadevesien pois ohjaamiseksi luoteen puoleisella seinänvierustalla. Katotuulettimet -10.

Omistajan havaitsemat puutteet ja vauriot

Tuotanto päällikkö Jouko Enqvist kertoi, että öljykattilan uusiminen on tulossa ajankohtaiseksi. Katossa on havaittu vesivuotoa laajennus osan ja vanhan osan liitoskohdassa muutamina talvina. Vuoto oli havaittu seinää pitkin vuotavana vetenä. Katto on vuotanut myös jiirin kohdalta, mutta vuodot on saatu korjattua uusimalla jiirinkohdat ja lisäämällä vesikatteeseen limitysruuveja. Talvisin räystäälle on syntynyt jääpuikkoja.

3 YHTEENVETO HAVAINNOISTA KOHTEESSA

Käytössämme olleilla välineillä emme pystyneet varmistamaan kosteusvaurioita, mutta silmämääräisesti näytti useassakin kohdassa, että rakenne on joskus ollut märkä. Muutamat paikat olivat tarkastushetkilläkin kosteat. Rakenteissa havaittiin jonkin verran rakenteellisia riskejä ja/tai vaurioita. Rakennuksen yleiskunto on välttävä.

Kaikkia rakenteiden sisällä mahdollisesti piileviä vaurioita ei tarkastusmenettelyllä voida poissulkea. Tämän vuoksi on muutamain paikoin suositeltu rakenteiden kunnan selvittämistä esimerkiksi avaamalla rakenteita. Tästä esimerkkinä todella märkä nurkkaus, joka oli märkä ulko- ja sisäpuolelta. Sekä jo aikaisemmin oli havaittu vuotokohta lounaissivulla laajennuksen ja vanhanosan liitoskohdassa. Paikoittain hallin lattian pinta on maanpinnan alapuolella, joka on tietyissä määrin sallittavaa/ymmärrettävää teollisuusrakennuksissa, mutta tällöin perusmuurin vedeneristämiseen pitää kiinnittää erityistä huomiota. Hallin perusmuurissa ei ole vedeneristystä ja paikoittain veden ohjaus pois seinustoilta on puutteellista.

Kohtaan 4. on koottu olennaisimmat lisätutkimusta, huoltoa, korjausta tai uusimista vaativat kohdat. Kohteen käytön ja kunnossapidon kannalta vähäisemmät tai epäolennaiset asiat on käsitelty havaintojen yhteydessä, kohta 8.

4 OLENNAISIMMAT EPÄKOHDAT JA RISKIT

Kohdassa 8 käytetty tunnus ja lyhyt viiteselite

8.1 Lounaispuolen sokkelin uusiminen ja seinärakenteen kunnan tutkiminen..

- 8.1 Rakennuksen vierustan maanpintojen kallistusten tarkastaminen ja korjaaminen, sekä mahdollinen sokkelin lämmöneristäminen ja vedeneristäminen.
- 8.1 Laajennuksen ja vanhan osan märän nurkkauksen sokkelin, alapohjan ja seinärakenteiden vaurioiden tarkempi kartoittaminen ja korjaus.
- 8.1/8.2 Seinän tuuletuksen avaaminen ja parantaminen.
- 8.2 Julkisivun vanhan osan seinäpeltien kunnostus, uusiminen vai pelkästään huolto. Seinäpeltien reikien korjaus.
- 8.2 Laajennusosan pilarin kohdan aukon tiivistäminen.
- 8.2 Seinäpinnalla liitoskohdassa aikaisemmin havaitun vuodon syy tutkittava ja korjattava.
- 8.3 Rikkinäisten ikkunoiden korjaus
- 8.3 Ruosteiden poisto ikkunalistoista ovista ja muilta pinnoilta.
- 8.4 Yläpohjan lämpövuodot paikallistettava ja korjattava.
- 8.7 Öljykattilan uusiminen

5 VAURIOIDEN KORJAAMINEN JA KORJAAMATTA JÄTTÄMISEN RISKIT

Rakenteet tulee tehdä ja korjata käyttötarkoituksen asettamien vaatimusten mukaisiksi tarkoitukseen soveltuvista materiaaleista siten, että ne eivät pääse mm. kosteudesta vaurioitumaan. Ennakoivat huoltotoimet ja syntyneiden tai havaittujen vaurioiden pikainen korjaaminen säästävät kustannuksia ja pidentävät rakennuksen elinkaarta. Mikäli vaurioita tai puutteita on tarkastuksessa havaittu, eikä toimenpiteisiin ryhdytä, vaurio tai haitta yleensä pahenee ja laajenee, korjaaminen hankaloituu ja korjauskustannukset kasvavat. Korjaamaton vaurio voi muodostaa haitan työskentelely mukavuudelle.

6 ASBESTIN ESIINTYMINEN JA MIKROBIVAURIOT

Rakennus on rakennettu aikana, jolloin asbestin käyttö on ollut vähenemässä. Asbestia käytettiin 1920–1990 luvuilla ja sen käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Vaarallisimman asbestilajin, krokidoliitin käyttö on kielletty jo vuonna 1976. Asbestikartoituksen tekeminen on kiinteistönomistajan vastuulla.

Kosteuden tai kosteusvaurioiden mahdollistamat mikrobikasvustot rakenteissa tai rakenteiden pinnoilla voivat aiheuttaa terveyshaittaa. Paras tapa estää rakenteiden homehtuminen on pitää rakennus kuivana, sillä materiaaleissa on yleensä aina mikrobeja. Mikrobiperäisiä ja muita poikkeavia hajuja oli hankala paikallistaa, sillä hallissa työskenneltiin samaan aikaan ja nosto-ovet olivat välillä avoimia.

7 TARKASTUSMENETTELYSTÄ

Kuntotarkastusraportti perustuu kohteesta tehtyihin havaintoihin, sekä tarkastuksen yhteydessä omistajalta, työntekijöiltä ja kohteeseen liittyvistä asiakirjoista saatuihin tietoihin ja otettuihin valokuviin.


Kuntotarkastus on suoritettu pääosin aistinvaraisin ja rakennetta rikkomattomin menetelmin liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio ohjeen mukaisesti. Tarkastuksessa on kiinnitetty huomiota pintapuolisella tarkastelulla havaittaviin rakenteelliseen kestävyyteen, turvallisuuteen ja työskentely olosuhteisiin vaikuttaviin oleellisiin puutteisiin, vikoihin ja riskeihin.

Rakennetta rikkomattomalla menetelmällä ei voi havaita rakenteiden sisäisiä piileviä vaurioita, ellei niistä ole tarkastushetkellä kosteudentunnistimella havaittavaa, muulla tavalla aistittavaa tai rakenteiden pinnalle näkyvää viitettä. Tämän takia epäilyttävissä tapauksissa tulee aina tehdä lisäselvityksiä tai kuntotutkimuksia.

Pintapuolisella tarkastuksella ei voida arvioida maanalaisten rakenteiden ja järjestelmien, kuten salaojien olemassaoloa (Jouko Enqvist kertoi, ettei hallissa ole salaojitusta), kuntoa ja toimivuutta.

Kuntotarkastajalla on oikeus ja velvollisuus oikaista kuntotarkastussuoritteessa mahdollisesti havaittava virhe. Kaikista virheistä tulee reklamoida kuntotarkastajaa kohtuullisessa ajassa. Tilaajan on tiedostettava, että kuntotarkastus koskee vain ja ainoastaan tilannetta tarkastusajankohtana ja tilanne kohteessa saattaa muuttua oleellisesti hyvinkin lyhyen ajan kuluessa tarkastuksesta.

8 HAVAINNOT KOHTEESTA JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

	NIMIKE	HAVAINNOT
8.1	Perustukset, alapohja ja rakennuksen vierusta	<p>Raporttiin on kirjattu havainnot, johtopäätökset, toimenpide-ehdotukset sekä mahdolliset perusteet suositelluille toimenpiteille. Raportti on toteava ja ohjaa jatko-toimenpiteitä, raportti ei ole työselitys. Johtopäätökset, toimenpide-ehdotukset sekä mahdolliset perusteet toimenpiteille kirjoitettu kursivoituna ja lihavoituna.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leikkauskuvista jo havaittiin, että sokkelin kautta muodostuu kylmäsilta halliin. - Lounaissivulla hallin alkuperäisen osan sokkelin ulkopinta oli selvästi märkä sadevesien roiskumisen takia. Lisäksi sokkeli on saanut paljon kolhuja hallin ulkopuolella tapahtuvasta työskentelystä ja liikenteestä johtuen. Harkot hammastavat ja monessa harkossa on halkeamia. Lisäksi harkkojen välistä puuttuu saumaustaastiit suurelta osalta. Sokkelin kunto mahdollistaa kosteuden pääsyn sisälle sokkeliin ja leviämisen muihin rakenteisiin, joka voi aiheuttaa lisävahinkoja. Sokkelin heikko kunto vaikuttaa nykykunnossaan merkittävästi vaipan kokonaistiiveyteen. (Kuva 1.) Lounaisseinustan sokkeli uusittava/korjattava. Sokkeliin suositellaan lämpöeristyksen, sekä vedeneristyksen lisäystä. Myös pinta- ja sadevesien poisohjausta tulee tehostaa maan pintaa muokkaamalla. Suositeltava kaltevuus rakennuksesta pois päin on vähintään 1:20 kolmen metrin matkalla sokkelista.  <p>Kuva 1. Lounaissivun huonossa kunnossa oleva sokkeli</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luoteenpuolen sokkelista suurin osa on piilossa seinän profiilipeltien ja maanpinnan asfaltoinnin alla. Luoteenpuoleisella seinustalla sadevesien ohjausta pois seinustalta on yritetty tehostaa nostamalla asvaltti kiinni seinänprofiilipeltiin. (Kuva 2.) Sokkelin näkyvälle osalle on päässyt syntymään sammalkasvustoa, mikä johtuu sadevesien roiskumisesta sokkeliin. Luoteenpuolen seinustalla on turhia pellin palasia, levytelineen ja seinän välissä. Seinän tuuletusväli on tukittu asvaltilla nostamisella seinään. Mikäli seinän sisälle pääsee kosteutta, se ei

pääse tuulettumaan pois seinärakenteista. Tuuletusväli tulee aukaista joko seinäprofiilin alareunaa nostamalla tai maanpintaa laskemalla mahdollisuuksien mukaan. Pinta- ja sadevesien ohjausta tulee tehostaa maan pintaa muokkaamalla. Suositeltava kaltevuus rakennuksesta poispäin on vähintään 1:20 kolmen metrin matkalla sokkelista. Sammalkasvusto on puhdistettava pois sokkelista, koska sokkelin pinta on sammalkasvuston kohdalta kokoajan märkä.



- Kuva 2. Luoteen puolen seinustalla asvaltti nostettu kiinni seinän profiilipeltiin. Maan vietto poispäin rakennuksesta liian lyhyeltä matkalta. Seinäpellityksen alareuna on tummentunut.
-
- Sisäpuolella luoteen puoleisella seinustalla asvaltti on sokkelin vierestä märkä. Sokkelin ja asvaltтын välissä on muutaman senttimetrin rako, josta kokeiltuna maan aines raossa on myös kosteaa. (Kuva 3). Ulkopuolella sokkelissa ei kyseisessä kohdassa havaittu ongelmia, mutta seinän julkisivuprofiili on pahasti rutussa ja kolhittu reilun metrin korkeudella. **Kosteuden syy olisi hyvä selvittää ja suositellaan tarkistamaan kyseisen kohdan seinän eristyksen kunto.**



- Kuva 3. Luoteenpuoleisen sisäseinustan märkäkohta

- Luoteissivustalla nosto-oven kulkuluiska viettää halliin päin. (Kuva 4). Nosto-oven ja maanpinnan välissä on tarkoituksella rako, jotta luiskaa pitkin valuva vesi pääsee laskemaan hallin sisäpuolella olevaan kaivoon. (Kuva 5.) **Rako nosto-oven ja maanpinnan välissä, sekä ulkoa sisäpuolen kaivoon valuvat pinta- ja sadevedet vaikuttavat rakennuksen vaipan tiiveyteen. Eikä ole turvallista johdattaa edes tarkoituksella sadevesiä sisälle rakennukseen. Nosto-oven luiska olisi hyvä korjata samanlaiseksi, kuin kahden muunkin nosto-oven luiskat.**



- Kuva 4. Luoteisseinustalla nosto-oven kulkuluiska viettää halliin päin.



- Kuva 5. Luoteissivun nosto-ovi sisältäpäin. Rako nosto-oven ja maanpinnan välissä, jotta ulkoa valuvat vedet pääsevät laskeutumaan kaivoon.

-
- Hallin takapuolella koillisseinustalla sokkeli on myös suurimmaksi osaksi seinän profiilipellin ja maanpinnan alla piilossa. Koillispuolen ja pohjoiskulmauksen maanpinta on nurmikko ja risukkoa, joka viettää rakennukseen päin. (Kuvat 6 ja 7.) **Tuuletusväli tulee aukaista joko seinäprofiilin alareunaa nostamalla tai maanpintaa laskemalla mahdollisuuksien mukaan. Takaseinustalta tulee poistaa kasvillisuus siten, että se ei ole kosketuksessa sokkeliin eikä seinän profiilipeltiin. Maanpinta olisi hyvä muuttaa seinän vierustalta esimerkiksi sora- tai asfalttipintaiseksi. Lisäksi maanpintaa tulisi muokata viettämään rakennuksesta poispäin vähintään 1:20 kolmen metrin matkalta.**



- Kuva 6. Koillisseinustan maanpinta tulee kiinni seinäpelteihin ja maan pinta viettää lievästi rakennukseen päin.



Kuva 7. Pohjoiskulmauksessa maanpinta viettää rakennukseen päin ja julkisivun alareunassa tummentumaa ja sammalkasvustoa.

- Rakennuksen takana laajennusosan ja vanhan osan nurkkauksessa sokkeli joutuu kosteudelle alttiiksi. Sade- ja pintavesien ohjaus pois seinustalta on puutteellista. Räystäältä ja julkisivua pitkin valuvat sadevedet roiskuvat osittain sokkeliin ja seiniin. Sadevedet pääsevät valumaan asfaltoinnin ja sokkelin välistä myös syvemmälle sokkeliin ja sitä kautta rakennuksen sisäpuolelle. Nurkka on myös sisäpuolelta selvästi märkä. Sisäpuolella samassa kohdassa on erikoinen monttu, joka on selvästi kostea ja täynnä roskaa. Lattia on kostea myös kahden nurkassa olevan pilarin ympäriltä. Kyseisessä nurkassa maanpinta on noin 10cm alempana kuin ulkopuolen maanpinta. (Kuvat 8,9 ja 10.) ***Nurkkaukseen valuu katolta paljon sadevesiä, koska ylemmältä katolta 12 metrin matkalta sadevedet kerääntyvät ja valuvat alemman katon kautta suoraan ko. nurkkaukseen. Nurkkakohdan ja sen ympäristön kunto on syytä tarkistaa tarkemmin ja tarvittaessa tehdä korjaussuunnitelma. Sade- ja pintavesien poisohjausta tulee ainakin tehostaa. Maanpintaa tulee muokata viettämään rakennuksesta poispäin vähintään 1:20 kolmen metrin matkalta. Lisäksi sokkeliin suositellaan tehtäväksi vedeneristys, koska sisäpuolen lattia on alempana kuin ulkopuolen maanpinta. Samalla asfaltin ja sokkelin liittymäkohta saataisiin tiivistettyä. Lisäksi sokkelin kylmäsilta saataisiin korjauksen yhteydessä korjattua lämmöneristyksellä. Myös sadevesikourujen asennusta kannattaisi harkita, jotta sadevedet saataisiin ohjattua hallitusti suoraan kaivoon.***



Kuva 8. Laajennuksen ja vanhan osan nurkkaus. Maanpinnan kallistukset puutteelliset, nurkka erittäin kostea.



Kuva 9. Laajennuksen ja vanhan osan märkä nurkka. Sadevedet valuvat nurkkaan, kosteus on päässyt sisäpuolelle asti. Seinäpellin alareunassa tummentumaa sadevesien roiskeesta johtuen.




Kuva 10. Laajennuksen ja vanhan osan nurkassa kosteus on päässyt ulkoa sisäpuolelle. Lattiasa monttu, joka on täynnä jätettä.

- Kylmän varastohallin ja valssaamohallin välissä olevan sadevesikourun syöksytorven sadevesien ohjaus kaivoon on toteutettu puulevyllä ja syöksytorvi on liian korkealla. Tästä johtuen kourun sadevedet roiskuvat maahan osuessaan holtittomasti, jopa sokkeliin asti. Lisäksi syöksytorvi sijaitsee em. kosteassa laajennusosan ja vanhan osan nurkkauksessa. (Kuva 11.) Koillispuolella kourun toisessa päässä ei ole alastuloa ollenkaan vaan sadevedet tippuvat n. 4 metrin korkeudelta peltilevyn päälle, jonka tarkoituksena on ohjata vedet kaivoon. Sadevedet pääsevät roiskumaan peltilevyn tippuessaan muutamien metrien päähän. Seinien alaosissa on sammalkasvustoa selvästi korkeammalla kuin muilla seinustoilla. **Veden ohjausta syöksytorvesta ja kourun toisesta päästä kaivoihin tulee parantaa esim. kouru laatalla, että kourun sadevedet saadaan hallitusti kaivoon. Toiseen päähän kourua on syytä asentaa syöksytorvi.**



Kuva 11. Kourun alastulon vedet johdettu heikosti kaivoon, vedet pääsevät maa-

		<p>han osuessaan roiskumaan hallitsemattomasti.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laajennusosalla valettu betonisokkeli on suojattu teräslevyllä. Ei huomautettavaa. - Rakennuksen alapohjassa on piirustusten mukaan vain noin 5-10cm asfaltti jonka alla noin 30cm soraa ja hiekka harju. Asfaltissa ei havaittu ongelmia. - Rakennuksen ympärillä ei ole salaojitusta, mutta maan hyvästä vedenläpäisevyydestä johtuen tästä ei välttämättä aiheudu ongelmia. Tehdasalue sijaitsee hiekkaharjun päällä. Pohjavedestäkään ei ole ongelmaa, koska alueelta ei ole löytynyt pohjavettä edes 5 metrin syvyydestä.
8.2	Ulkoseinät ja julkisivut	
		<ul style="list-style-type: none"> - Seinärakenteissa on eroja, sillä osassa vanhan osan seinistä ei ole tuulensuojalevyä ja osassa taas on. Lounaanpuoleisella seinällä ei ole tuulensuojalevyä, julkisivun kolhuista nähtynä. Laajennusosalla ja hallin takapuolella koillisseinustalla taas on tuulensuojalevy, joka on paikoittain näkyvissä profiililevyn alta. Muista seinistä ei ole varmuutta, koska seinäverhous tulee maahan asti kiinni. - Maanpinta tukkii monin paikoin seinärakenteen tuulettavuuden erityisesti luoteis- ja koillisseinustoilla. (Kuvat 2 ja 6.) Julkisivu profiili tulee liian lähelle maanpintaa myös laajennusosan koillis- ja kaakkoisseinustoilla. Lisäksi laajennusosan koillisseinän julkisivuprofiiliin ja maanpinnan väli (muutama senttimetri) on tukkeutunut liasta. (Kuva 12.) Seinäprofiilin alareunaa on nostettava tai maanpintaa laskettava mahdollisuuksien mukaan siten, että etäisyys maanpinnan ja verhouksen alareunan välillä on vähintään 30 cm. Laajennusosan koillisseinän seinäprofiilin ja maanpinnan välissä oleva lika on tukkinut seinän tuuletuksen. Lisäksi lika pitää seinäprofiilin alareunan käytännössä kokoajan märkänä, joka lisää seinäpellin korroosion riskiä. Seinäprofiilin ja maanpinnan väli on puhdistettava.  <p>Kuva 12. Laajennusosan koillisseinustalla seinäpellin ja maanpinnan väli on tukkeutunut liasta.</p>

- Seinien profiilipellit ovat vanhalla hallin osalla yli 20 vuotta vanhat. Seinäpelteihin ei ole tehty huoltomaalausta. Seinäprofiilien maalipinnoite on irtoillut paikoittain. Muovipinnoitettujen profiilipeltien huoltomaalaus suositellaan tehtäväksi jo 10–15 vuotta vanhoille maalipinnoitetuille profiilipelleille. Erityisesti verhouksen alareunat ovat tummentuneet räystäältä tippuvan sadeveden roiskeiden takia. (Kuvat 2, 7 ja 9.) Paikoittain seinäpelleissä on sammalkasvustoa. (Kuvat 13.) Seinäpelleissä näkyy ilman epäpuhtauksista syntyneitä valuma jälkiä, sekä ruuveista ja läpivienneistä aiheutuneita ruosteen valuma jälkiä. **Lika ja sammal lisäävät korroosion riskiä, koska pellinpinta lian kohdalla on käytännössä kokoajan märkä. Seinäpellit tulee puhdistaa, jotta pelti pääsee kuivumaan. Lisäksi pelteihin suositellaan huoltomaalausta, erityisesti kohtiin joissa maalipinnoite on jo irtoillut. Kannattaa myös harkita seinäpeltien vaihtamista hallin vanhalle osalle, koska verhaus on korjauksen tarpeessa joiltakin osin. Mahdollisen seinän profiilipeltien vaihdon yhteydessä pystyttäisiin tarkastamaan myös seinärakenteiden ja villojen kunto. Lisäksi voitaisiin lisätä lämmöneristystä ja tuulensuojalevyt, kohtiin missä niitä ei ole, sekä saataisiin tehtyä seinärakenteeseen kunnollinen tuuletusväli. Tällä hetkellä seinä tuulettuu vain profiilin poimun kohdalta, koska profiililevy on kiinni suoraan tuulensuojalevyssä tai kasetissa.**



Kuva 13. Pohjoiskulmassa pellissä sammalkasvustoa.

- Seinän profiilipelti on monessa kohtaa kärsinyt kolhuja. Seinäprofiilissa on reikiä, naarmuja ja muutamissa paikoissa profiilipellit ovat irronneet/repeytyneet alareunasta sauman kohdilta. Lounais- ja luodeseinustoilla julkisivun alareunan repeämästä näkee, että villan pinnassa oli vesipisaroita. (Kuva 14.) Laajennusosan kaakkoisseinällä on reikä julkisivuverhouksessa. Reiästä paistavan tuulensuojalevyn pinta on märkä. **Kolhut vaikuttavat käytännössä vain verhouksen esteettiseen ulkonäköön, mikäli pellin pinnoite on säilynyt ehjänä. Suuret kolhut voivat kuitenkin tukkia seinän tuuletusta ja estää näin ollen mahdollisen kosteuden pääsyä pois rakenteesta. Naarmut pinnoitteessa lisäävät korroosion riskiä pellissä. Seinänprofiilipellin tärkein tehtävä on suojata seinärakennetta kosteudelta. Reiät ja repeytymiset profiilipellissä mahdollistavat kosteuden pääsyn sisälle rakenteeseen. Naarmuista tulee poistaa ruoste hiomalla ja naarmut tulee paikkamaalata. Seinän suuret kolhiintumat ja kaikki reiät tulee korjata, sekä seinärakenteiden ja eristeiden kunto kyseisiltä kohdilta suosi-**

tellaan tarkistettavaksi ja korjattavaksi mahdollisuuksien mukaan.



Kuva 14. Lounaisseinän pellin alareuna rutussa ja saumakohta revennyt auki. Eristeen pinnassa oli kosteutta.

- Hallin takana koillispäädystä tuulensuojalevy on alempana kuin seinänprofiili. Lisäksi profiililevyn alta sokkeliharkkojen eteen on tipahtanut tuulensuojalevyä/eristettä. Näkyvillä olevien eristeiden ja levyjen pinnalle on muodostunut vihreää kasvustoa. (Kuva 15.) **Kosteat eristeet tulee poistaa sokkelin edestä ja tuulensuojalevyt täytyy saada suojaan kosteudelta, koska kosteus pääsee muuten nousemaan kapillaarisesti sisälle seinärakenteeseen. Seinän eristys on syytä tarkistaa, koska osa on tippunut alas seinälevyn alta. Sisäpuolella samalla seinällä tuntui kädellä kokeiltaessa selvää vetoa kasettien saumoista.**



Kuva 15. Koillisseinän seinäpellin alta maahan on tippunut tuulensuojalevyä tai eristettä, jossa on selvästi vihreää mikrobikasvustoa.

- Rakennuksen koillispäädyssä peltiverhouksen läpäisevä savupiipunputken läpivienti aiheuttaa melkoisen raon julkisivuun. (Kuva 16.) **Rako tulee tiivistää paremmin.**



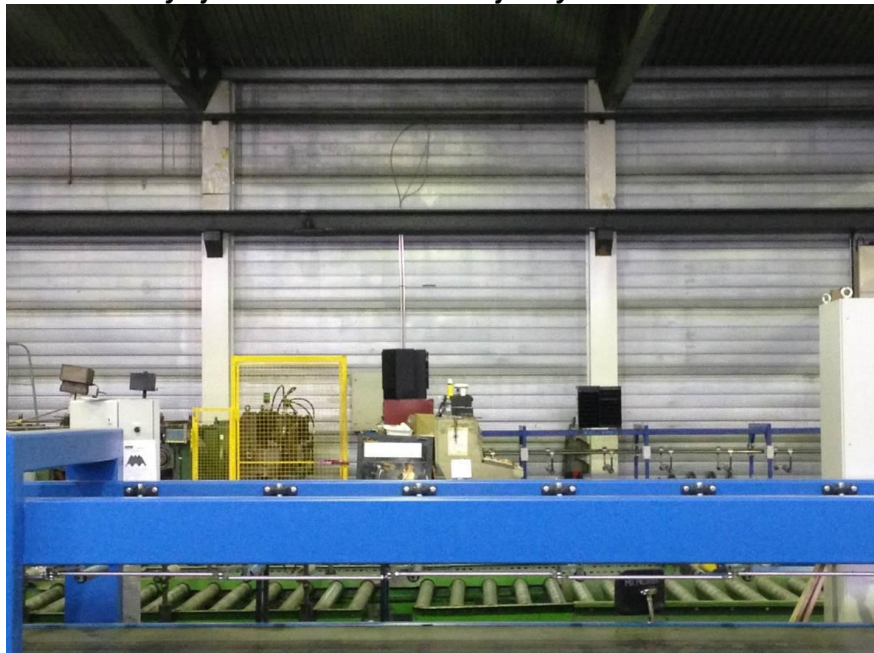
Kuva 16. Koillispäädyssä peltiverhouksen läpäisevä savupiipunputken läpiviestistä aiheutuva reikä seinän ulkopuolella.

- Taiteoven yläpuolisen katoksen palkeista on irtoillut pinoite ja palkeissa on ruostetta. Palkin ja seinän liitoskohdasta lähtee ruosteiset valumajäljet. Myös julkisivu profiiliin palkille tehdyn reiän leikkauspinnat voivat olla ruosteessa. **Palkeista ja julkisivun reikien leikkauspinoista olisi hyvä poistaa ruosteet hiomalla ja maalata pinnat uudelleen. Muiden katosten palkeissa ei havaittu ongelmia, mutta julkisivuun tehtyjen liittymäkohtien reikien leikkauspinnat olisi hyvä tarkistaa korroosion varalta.**
- Sisäpuolella seinäkasetit ovat hieman kupruilleet ja vääntyilleet. Paikoitellen kasetit hammastavat, kolhuista johtuen. (Kuva 17.) **Vaikea korjata ja enemmänkin esteettinen haitta, mikäli saumat eivät vuoda ilmaa.**



Kuva 17. Seinäkasettien kupruilua ja hammastusta.

- Sisäpuolella vanhan hallin seinäkasettien saumoista tuntuu paikoittain vetoa kädelä kokeiltuna, erityisesti koillispuolen seinustalla. Lisäksi seinän sisäpinnalla on tummentumia kasettien saumojen kohdalla, jotka ovat oletettavasti syntyneet saumoista tulevan vedon johdosta. (Kuva 18.) **Saumojen tiiveyttä olisi hyvä parantaa. Ilmavuodot saumojen kohdalla vähenisivät, jos seiniin tehtäisiin lisää lämmöneristys ja lisättäisiin tuulensuojalevyt.**



Kuva 18. Kasettien saumojen kohdalla tummentumia. Kuvassa näkyy myös kaakkoisseinusta palosuojatut pilarit.

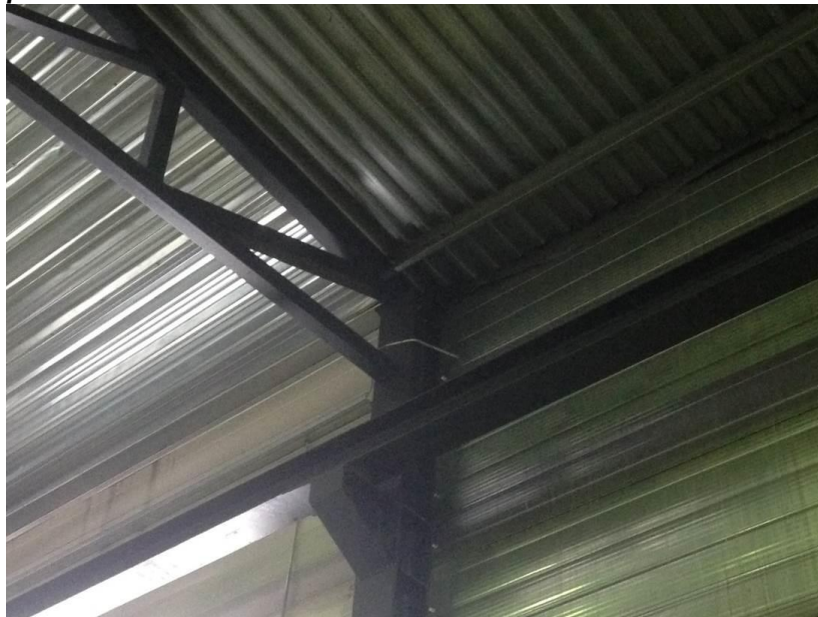
- Hallin sisäpuolella laajennusosan seinustalla yhden pilarin kohdalla sokkelin ja kasettien liitoksessa on aukko. Sisältä näkee ulos kyseisestä aukosta. Aukon kohtaan on jonakin talvena muodostunut jääpatsas. (Kuva 19.) **Aukko rakennuksen vaipassa vaikuttaa vaipan ilmatiiveyteen ja sitä kautta rakennuksen energia-**

tehokkuuteen. Liitoskohdan aukko on ehdottomasti korjattava ja tiivistettävä.





Kuva 19. Reikä rakennuksen vaipassa pilarin kohdalla.


- Hallin sisäpuolella lounaan puoleisella seinällä lähellä laajennusosan ja vanhan osan liitoskohtaa seinässä näkyy kosteuden valuma jäljet. Jäljet ovat oletettavasti samassa kohtaa kuin missä vuotoa oli havaittu aiemminkin. (Kuva 20.) **Vuodon syy selvitettävä. Riski, jos vesi pääsee yläpohjasta valumaan seinärakenteen sisään. Veden vuoto voi johtua yläpohjan huonosta tuulettavuudesta ja lämpövuodoista.**



Kuva 20. Katon ja seinän liitoskohdassa on havaittu aikaisemmin vuotoa. Kuvassa vasemmassa yläkulmassa on valumajäljet seinäkaseteissa.

- Julkisivuilla on paikoitellen limitysruuveja liian vähän. **Limitysruuveja lisättävä.**
- Julkisivuissa on jonkin verran ruuvien reikiä ilman ruuveja. **Reiät mahdollistavat veden pääsyn sisälle seinään. Ruuvien reiät paikattava.**

ovet	
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="448 297 1473 416">- Ikkunat ovat to. Vanhassa osassa puuikkunat ja laajennus osassa alumiini ikkunat. Vanhojen puuikkunoiden karmit näyttävät ottaneen kosteutta. (Kuva 21.) <i>Vanhan osan ikkunoiden kunto tulisi tarkastaa tarkemmin ja miettiä tarkastuksen pohjalta olisiko kannattavaa vaihtaa alkuperäiset puuikkunat uusiin.</i> <p data-bbox="493 965 1453 1021">Kuva 21. Ikkunankarmit näyttävät imeneen kosteutta ja ikkunan pellityksen pinnointe irronnut.</p><li data-bbox="448 1055 1473 1205">- 3 ikkunaruuutua on rikki. (Kuva 22.) <i>Hajonnut ikkunalasi heikentää koko ikkunan lämmöneristyskykyä. Ikkunan uloimmanlasin ollessa rikki sadevedet pääsevät ikkunan sisälle ja hajonneet ikkunat ovat vanhan osan puuikkunoita. Hajonneet ikkunalasit tulee vaihtaa uusiin ja ikkunan rakenteiden kunto on tarkistettava samalla.</i> <p data-bbox="493 1794 1023 1816">Kuva 22. Rikkinäinen ikkuna luoteisseinällä.</p><li data-bbox="448 1850 1473 1964">- Ikkunalistojen pinnointe irtoillut ja listat ovat päässeet ruostumaan. Laajennuksen osalla ikkunanväli pellityksistä tai pellityksen ruuveista on syntynyt ruosteiset valumajäljet julkisivuverhoukseen. <i>Ikkunalistoista tulee poistaa ruoste hiomalla ja listat on maalattava. Ruosteiset kiinnikkeet on vaihdettava uusiin. Korroosio</i>

		<p>saattaa levitä, jos se jätetään korjaamatta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hallin taitto-oven tiivisteet ovat rikkoutuneet suurelta osalta. Taitto-ovessa on näkyviä rakoja ulos. Taitto-oven pielissä on ruostetta. Suosittelaa oven uusimista, mutta vähintään tiivistyksen parantamista ja huoltomaalausta. Mikäli kyseistä ovea ei enää käytetä kovinkaan paljoa, kannattaisi harkita oven purkamista ja aukon ummistamista. - Koillisen puoleisen kulkuoven listoitus on väärin toteutettu. Sadevesi pääsee valumaan seinäprofiilia pitkin oven ja seinän rakenteisiin. (Kuva 23.) Virheellinen listoitus tulee korjata niin, että sadevedet eivät pääse valumaan rakenteisiin. Hallin käyntioville suositellaan ruosteen poistamista ja huoltomaalausta.  <p>Kuva 23. Lounaispuolen käyntioven yläpuolen listoitus väärin.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yhden nosto-oven listoitus sisäpuolelta jäänyt kesken. Villat tulee listoittaa piiloon. - Nosto-ovien pielilistoissa on kolhuja. Ei välitöntä korjaus tarvetta.
8.4	Yläpohja ja vesikatto	
		<ul style="list-style-type: none"> - Katolle ei ollut käytettävissä tikkaita ja lumipeitteestä johtuen vesikaton havainnot ovat puutteellisia. Katon reunalle päästiin kuitenkin kurkkaamaan nosturin korista. - Lumipeite oli sulanut joltain kohdin kattoa, kun taas viereisen kylmän varaston katon lumipeitteessä ei ollut havaittavissa vastaavaa lumen sulamista. Tämä viittaisi siihen, että hallin katossa saattaa olla lämpövuotoa. (Kuvat 24, 25 ja 26.)



Kuva 24. Katon lumipeitteessä sulamisesta aiheutuneita laikkuja, oletettavasti lämpövuotojen aiheuttamia.



Kuva 25. Katon lumipeitteessä sulamisesta aiheutuneita laikkuja, oletettavasti lämpövuotojen aiheuttamia.




Kuva 26. Viereisin kylmän varastohallin katossa ei ole havaittavissa samanlaisia sulamiskohtia.


- Kattopellin ja lumipeitteen välissä on 2cm paksuinen jääkerros ja räystäälle on syntynyt jääpuikkoja. Jääpuikkoja syntyy räystäälle joka talvi. Nämä merkit viittaavat myös vahvasti lämpövuotoihin. (Kuva 27.) **Yläpohjan eristys ja tuuletus on tarkastettava vuotokohtien lähistöltä, sekä tarkistettava onko syntynyt muita vaurioita (Huom! kohdan 8.2 hallin seinää pitkin vuotanut vesi). Tarvittaessa tehtävä korjaussuunnitelma.**



Kuva 27. Räystäälle syntyneet jääpuikot.

- Kattoprofiili on jo yli 20 vuotta vanha ja profiilipeltien muovipinnoitteiden takuu-aika on noin 20 vuotta pinnoitteesta riippuen. **Kattopellit olisi hyvä vaihtaa uusiin ja samalla yläpohjan eristystä pystytään lisäämään. Myös yläpohjan tuuletus saa-**

		<p>taisiin korjauksen yhteydessä korjattua.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rästaiden ylitykset ovat melko vähäiset noin 200mm, reilusti alle nykyisten suositusten eli 600mm. Tämä kasvattaa riskiä ns. viistosateen pääsyyn seinä- ja yläpohjarakenteisiin. Kattoremontin yhteydessä rästäiden pituutta kannattaa kasvattaa. - Katon päätylistojen pinnoite on irronnut ja repeillyt paikoitellen. Listat kannattaa vaihtaa
8.5	Teräsrunko	
		<ul style="list-style-type: none"> - Muutama pilari on poistettu uuden linjaston tieltä. - Kehärakenteet olivat silmin tarkasteltuina suoria. - Hitseissä, pulteissa tai liitoksissa ei väljyyttä tai mahdollisia poikkeamia. - Tarkastuksen kohteena olevan hallin ja kylmän varastohallin seinustan pilarit olivat palosuojattu koteloinnilla. - Vanhan hallin ja laajennusosan liitoskohdan määrässä nurkkauksessa kahden pilarin juuressa asvaltointi oli märkänä. Pilarien juuressa vaaleaa värjäytymää. (Kuva 28.) Kyseisessä nurkkauksessa on syytä tarkistaa onko kosteus vaikuttanut pilarien anturoihin.  <p>Kuva 28. Pilarien ympäryksessä kostea ja pilarien juuressa vaaleaa värjäytymää. Pilarit ovat kostean nurkan vieressä</p>
8.6	Muut tilat	
	Valaisimet	<ul style="list-style-type: none"> - Hallin valaistus oli riittävä, valaisimet ovat alkuperäiset. Muutama lamppu ei palanut. Palaneet lamput vaihdettava. - Ulkovalaisimen seinä kannakkeissa oli ruostetta. Ruosteet kannattaa poistaa ja kannakkeille tehdä huoltomaalaus, jotta korrosio ei leviä.
	Turvallisuus	<ul style="list-style-type: none"> - Tuotantolinjoilla oli tarvittavat suojaukset ja hätäkatkaisimet - Varoitus ja hätäuloskäyntien merkinnät olivat kunnossa. - Hallin siltanostureiden ohjaus oli asianmukaisesti lukollisten kaappien taakkana.

	Jätteiden lajittelu	<ul style="list-style-type: none"> - Melusta on erikseen varoituskyltti ja hallissa on saatavilla korvatulppia. - Hallissa on tarvittava ensiapupiste, josta löytyi tarvittavat välineet. - Hallissa oli erilliset jäteastiat energia- ja kaatopaikkajätteille, sekä öljyisille jätteille.
8.7	Lämmitys ja ilmanvaihto	
		<ul style="list-style-type: none"> - Rakennuksessa on öljylämmitys ja lämmönjako toteutetaan Polar ilmalämmittimellä. Kesällä lämmitintä pystytään käyttämään pelkkään tuuletukseen. - Ilmalämmitin on alkuperäinen, mutta toiminnassa ei ole havaittu puutteita. - Talvella lämmitystä voidaan tehostaa muutamalla pienemmällä puhaltimella. - Öljykattila oli mennyt vielä läpi edellisessä palotarkastuksessa, mutta tarkastaja suosittelut pian uuden kattilan vaihtamista. Öljykattila vaihto tulossa ajankohtaiseksi. - Lämmitysjärjestelmässä ei silmämääräisesti havaittu puutteita. - Sisälämpötila oli +16 astetta. Lämpötila tuntui sopivalta työskentely lämpötilalta. RT-kortin (Tuotantohalli RT 94-10513) mukaan työtilojen suositeltavat lämpötilat, työn ollessa keskiraskasta, ovat 17-21 °C. - Hallissa on luonnollinen ilmanvaihto. Ilman laadussa ei havaittu moitittavaa. Työntekijöillä ei ollut moitittavaa hallin sisäilman laadusta. Mikäli korjaustoimenpitein rakennuksen ulkovaippaa tiivistetään kannattaa myös ilmanvaihdon parantamiseen kiinnittää huomiota. - Käytetyimmän nosto-oven yhteyteen lisätty ilmaverhopuhallin, joka estää lämmön karkaamisen sisältä oven avautuessa. - Katossa teollisuus käyttöön tarkoitetut kattotuulettimet, jotka painavat ylös nousevaa lämmintä ilmaa takaisin alas lattiaa kohti ja näin ollen tasoittavat lattian pinnan ja katon välisiä lämpötilaeroja. (Kuva 29) Tuulettimet edesauttavat katon lämpöhäviötä.  <p data-bbox="493 1861 1284 1892">Kuva 29. Kuvassa näkyy hallin valaistus ja katon kattotuulettimet.</p>

8.8	Vesi – ja viemäri-laitteet	<ul style="list-style-type: none"> - Hallin sade- ja pintavedet ohjataan kaivojen kautta hallin luoteispuolella olevaan imetyskenttään, josta vesi imeytyy hiekka harjuun. Enqvistin Joukon mukaan imetyskenttä vetää hyvin, kun se muistetaan tasaisin väliajoin puhdistaa. Imetyskenttä tulee pitää vaadittavassa kunnossa ja säännöllisellä puhdistuksella varmistettava riittävä imukyky - Koillissivun kaivo on huonosti havaittavissa, myös laajennusosan ja vanhanosan nurkkauksen kaivon kansi on osittain peitetty ja roskainen. Kaivon kannet kannattaa putsata ja tehdä helpommin havaittaviksi. - Vesi- ja viemäriputkiston tekninen käyttöikä on materiaalista ja olosuhteista riippuen noin 30 – 50 vuotta. Vesi- ja viemärikalusteiden tekninen käyttöikä on noin 20 – 25 vuotta.
8.9	Sähköistys	<ul style="list-style-type: none"> - Sähkölaitteissa ei havaittu päällepäin näkyviä käyttöturvallisuuteen vaikuttavia vikoja tai puutteita. - Sähköjohdot on suojattu asianmukaisesti kulkuväylillä ja seinillä. - Sähköjärjestelmän tarkastusta suositellaan tehtäväksi 30 vuoden välein. - Sähköjärjestelmän ja laitteiden tekninen käyttöikä on noin 30 - 50 vuotta
8.10	Paloturvallisuus	<ul style="list-style-type: none"> - Hallissa on määräysten mukaiset savunpoistoluukut katossa. - Määräysten mukaisia jauhesammuttimia oli riittävä määrä ja kaikissa oli tarkastusleimat. - Osastoivan seinän pilarit olivat palosuojatut.

KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU

Juuso Luostarinen
Rakennustekniikan opiskelija

