

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Eetu Vainio

TUOTANTORAKENNUKSEN KUNTOARVIO JA ENERGIANSÄÄS-
TÖKEINOT

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2017
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
(013) 260 600

Tekijä(t)
Eetu Vainio

Nimeke
Tuotantorakennuksen kuntoarvio ja energiansäästökeinot

Toimeksiantaja
Matti Kurki

Tiivistelmä

Tämän työn ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää tuotantorakennuksen nykykunto ja korjaustarpeet. Tutkittiin myös energiankulutusta ja pohdittiin, millaisilla toimilla energiakustannuksia saataisiin pienennettyä.

Rakennus on rakennettu vuonna 1997 ja laajennettu vuonna 2003. Käyttötarkoitus on alusta lähtien ollut kivenjalostamisen ja myynnin toimipisteenä Sulokivi Oy:lle. Rakennus on pääosin säilynyt ikäänsä nähden tavanomaisessa kunnossa, mutta laajennuksen sisätiloissa on selviä kosteusra-situksen merkkejä nähtävissä. Suurimmat puutteet havaittiin hallin ilmanvaihdon, lämmityksen ja toimintatapojen yhteydessä.

Lopputuloksena koottiin rakennuksen elinkaaren, kustannustehokkuuden ja työviihtyvyyden kan-nalta olennaisimmat asiat, jotka kannattaa toteuttaa. Näistä tärkeimmät ovat koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen koko rakennukseen ja ilmalämpöpumppujen hankinta rinnak-kaislämmitysjärjestelmäksi. Toisaalta myös vuonna 1997 rakennetun osan osittainen lisäläm-möneristäminen kannattaa pidemmällä aikavälillä.

Kieli
Suomi

Sivuja 30
Liitteet 5
Liitesivumäärä 63

Asiasanat
Kuntoarvio, kunnossapitosuunnitelma, lämpöpumput, energiansäästö



THESIS
May 2017
Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
(013) 260 600

Author(s)
Eetu Vainio

Title
Condition Assessment and Improvement of Energy Management of Process Building

Commissioned by
Matti Kurki

Abstract

The primary aim of this thesis was to clarify the current state of a production building and the necessity of repairs in it. Also energy consumption and the methods to decrease the consumption were investigated.

The building is built in 1997 and later expanded in 2003. The purpose of use has always been stone processing and sales premises of Sulokivi Oy. The condition of the building is quite normal to its age but in the processing hall the effects of high humidity can be seen. The most significant faults in the hall were detected in ventilation, heating system and working methods of the employees.

As a final result the most essential factors on the building's lifetime, cost-effectiveness and job satisfaction were summarized. The most important of these factors are building of mechanical ventilation system to the whole building and purchasing an air-heat pump as a second heating system. On the other hand also renovating the part of the building built in 1997 will be cost-effective in the long term.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices 5
Pages of Appendices 63

Keywords

Condition assessment, building management plan, heat pumps, energy saving

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Energiatehokkuus korjausrakentamisessa	8
2.1 Korjausrakentamisen tavoitteet	8
2.2 Energiakulutukseen vaikuttaminen	9
3 Kohderakennuksen energiankulutus	10
3.1 Energiankulutus laskelmat	10
3.2 Rakenteellinen energiatehokkuus	11
3.2.1 Yläpohja	12
3.2.2 Kultaushuoneen ulkoseinät.....	14
3.2.3 Kultaushuoneen ikkunat	15
3.2.4 Rakennusvaipan tiiveys	17
4 Tekniset järjestelmät	18
4.1 Ilmanvaihto.....	20
4.2 Maalämpöpumput.....	21
4.3 Ulkoilma-vesilämpöpumput.....	24
4.4 Ilma-ilmalämpöpumput	24
4.5 Poistoilmalämpöpumput.....	26
5 Opinnäytetyön tulosten yhteenveto ja johtopäätökset.....	26

Liitteet:

Liite 1	Kuntoarvioraportti ja PTS
Liite 2	Lämpökuvausraportti
Liite 3	Lämpöhäviölaskelmat
Liite 4	Käyttöveden ja kokonaisenergian kulutukset
Liite 5	Takaisinmaksuajan laskelmat

1 Johdanto

Opinnäytetyöni tein joensuulaiselle kivialan yritykselle, Sulokivi Oy:lle. Sulokivi Oy on erikoistunut monenlaiseen kivrakentamiseen, kuten hautamuistomerkkeihin ja pihakiviksiin. Yritys on toiminut jo 1950-luvulta lähtien ja on nykyisin maakunnan merkittävin ja monipuolisin piha- ja rakennuskivien sekä hautakivien valmistaja ja asentaja [1].

Yrityksen toimipiste on ollut samassa osoitteessa jo vuodesta 1997 lähtien, kun nykyiset toimitilat rakennettiin Salpakankaalle. Rakennus kattoi tuolloin vain noin 170 m², mutta jo silloin toimintaan kuului nykypäivänäkin toimiva hautakivien jalostustoiminta. Tuotanto hoidettiin aivan toimistotilojen vieressä, nykyisessä kultaushuoneessa.

Vuonna 2003 yritys koki merkittäviä muutoksia, kun laitekantaa uudistettiin ja uusia työntekijöitä rekrytoitiin. Samalla laajennettiin toimitiloja, kun rakennettiin vajaa 350 m² kattava kivityöstöhalli vanhojen tuotantotilojen jatkeeksi. Rakennus on ollut jatkuvassa tuotantokäytössä aina tähän päivään saakka.

1.1 Työn tausta

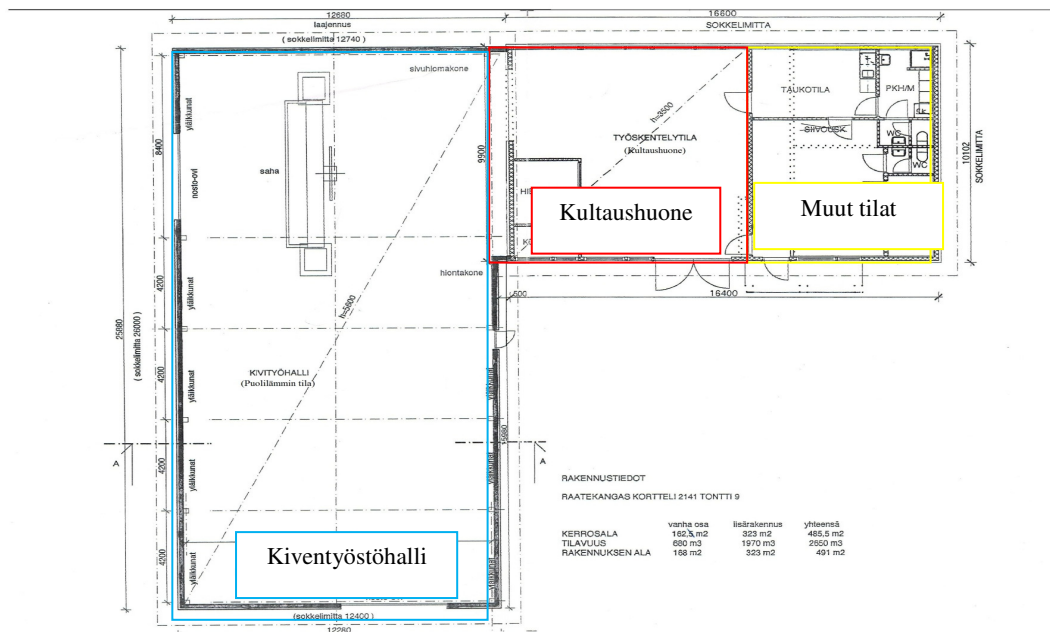
Opinnäytetyön toimeksiannon sain helmikuun lopulla, kun yhdessä Sulokivi Oy:n hallituksen puheenjohtaja Matti Kurjen ja toimitusjohtaja Heikki Kontkasen kanssa pohdittiin miettimään minulle sopivaa opinnäytetyön aihetta. Opinnäytetyön tarkoitus oli hyödyttää yritystä jollakin tavalla. Aiheita oli useita, kuten liiketoiminnan kehittäminen toimipisteellä ja varaston suunnittelutehtävä, mutta päädyin valitsemaan kuitenkin tuotantorakennuksen kuntoarvioon liittyvän työn. Työn aiheeksi valikoituikin lopulta kuntoarvion tekeminen ja rakennuksen elinkaaren hallinta.

Päätin toteuttaa työn siksi, että aihe kuuluu olennaisesti rakennustekniikan tietämyksen piiriin ja koska siihen kuuluu toisaalta myös LVI-tekniikkaa, joka on entuudestaan hyvin vähän koulussa käsitelty aihe. Sen lisäksi toimeksiantajalla on kova tarve kehittää

nykyisiä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmiä, sillä nykyiseltään ne eivät takaa rakennuksen kustannustehokasta ylläpitoa ja rakennuksen kestäväää käyttöä.

Rakennus jakaantuu käyttötavan perusteella kolmeen toisistaan poikkeavaan osaan. Kuvassa 1 näkyy tässä työssä tiloista käytetyt nimikkeet ja ne jakaantuvat seuraavasti:

1. kivityöstöhalliin, jossa raaka-aine työstetään (kosteat tilat)
2. kultaushuoneeseen, jossa hautakiviin tehdään kultaukset käsin
3. muihin tiloihin, kuten myynti-, tauko- ja wc-tilat.



Kuva 1. Rakennuksen pohjapiirros ja tilajako.

Rakennuksesta tehdyt havainnot on esitetty kuntoarvio raportissa työn lopussa (liite 1). Yhteenvedonakin sanottakoon, että rakennuksen lämmitysjärjestelmä on lattia-sähkölämmitys, joka on todella kallis ylläpitää. Ilmanvaihtoa ei ole järjestetty kultaushuoneeseen, jossa syntyy kultaustoiminnasta hajuhaittoja ja kivityöhallissa on koneellinen poistoilmanvaihto, jonka on todettu olevan liian tehoton poistamaan tiloissa syntyvän kosteuden (tiivistyy pinnoille, hometta). Muissa tiloissa on painovoimainen ilmanvaihto, joka ei työntekijöiden mukaan vaihda sisäilmaa juurikaan.

1.2 Työn tavoite ja rajaus

Työn tavoitteena oli selvittää rakennuksen korjaustarpeet seuraavalle kymmenelle vuodelle. Työ toteutettiin arvioimalla kohteen kunto aistinvaraisesti rakenteita rikkomattomin menetelmin. Kohteesta arvioitiin erityisen huolellisesti rakennustekninen kunto, mutta lisäksi arvioitiin kevyellä otteella myös LVI- ja sähkötekniikkaa. Apuna näkymättömien rakenneosien arvioinnissa hyödynnettiin lämpökamerakuvausta (liite 2).

Kuntoarviosta saatujen havaintojen perusteella (liite 1) pohdittiin myös rakennuksen energiansäästökeinoja. Koska mahdollisesti suurimmat energian kuluerät syntyvät tilojen lämmittämisestä, niin työssä selvitettiin lämpöpumppujen hyödyntämismahdollisuuksia. Ilmanvaihdon ja rakenteellisten energiansäästökeinojen mahdollisuudet selvitettiin myös.

Kohde oli laaja, joten työtä jouduttiin rajaamaan osittain. Tarkastelujen ulkopuolelle joutuivat muut kuin lämpöpumput lämmitysjärjestelminä sekä ilmanvaihdon tarkastelut tehtiin melko pintapuolisesti. Myös varsinainen teoriaosuus jäi vähäiseksi, sillä muutoin työ olisi venynyt todella pitkäksi. Siksi ei käyty läpi muun muassa tavanomaisia asioita, kuten kosteusrasituksia, ilmanvaihdon/lämpöpumppujen toimintaperiaatteita, lämpöhäviöiden laskentaperiaatteita ja niin edelleen. Tavoitteena oli pitää tämä työ tiiviinä, jotta toimeksiantaja näkee nopeasti käydä läpi tärkeimmät työn tulokset.

2 Energiatehokkuus korjausrakentamisessa

Vuoden 2013 aikana ympäristöministeriön laatima asetus (4/13) korjausrakentamisen energiatehokkuudesta astui voimaan. Asetuksella säädetään vähimmäisvaatimuksista, joihin luvanvaraisissa rakennusten korjaus- ja käyttötarkoituksen muutostöissä sekä teknisten järjestelmien korjaamistöissä tulisi pyrkiä. Keskeistä asetuksessa on, että korjausrakentamiseen ryhtyminen on edelleen täysin vapaaehtoista ja kiinteistön omistaja päättää energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä, kuitenkin säädöksen asettamissa rajoissa. [2, 1.]

Energiatehokkuuden asettamia vaatimuksia tarvitse toteuttaa, mikäli toimenpiteet eivät ole toiminnallisesti, teknisesti tai taloudellisesti toteutettavissa. Toisaalta on myös huomioitava rakennuksen käyttötarkoitus sekä ominaispiirteet ja pohtia näiden pohjalta energiavaatimusten toteuttamiskelpoisuutta. [2, 1.]

Kaikkia olemassa olevia rakennuksia asetus ei koske. Muun muassa suojellut rakennukset, kesäkäyttöön tarkoitetut loma-asunnot ja pienet alle 50 m²:n rakennukset eivät kuulu asetuksen piiriin. Lisäksi myös kasvihuoneet, uskonnolliseen toimintaan tai hartauden harjoittamiseen tarkoitetut rakennukset ja tietyt tuotantolaitokset ovat määräysten ulkopuolella. [3.]

2.1 Korjausrakentamisen tavoitteet

Ympäristöministeriön asetuksen 4/13 mukaisesti on annettu vähimmäisvaatimukset, joiden pitää täytyä. Kuten uudisrakentamisessakin, asetus antaa kuitenkin vapauden jättää osan tai kokonaan korjaustoimista tekemättä, mikäli muilta osin puutteita kompensoidaan esimerkiksi paremmalla eristystasolla. Vaatimusten toteutuminen pitää aina osoittaa ja se voidaan asetuksen 4/13 mukaan tehdä käyttäen yhtä alla olevista tavoista [4, 2-3]:

- lämpöhäviöiden laskenta rakennusosakohtaisesti ja kohdassa 4 § asetettujen vaatimusten noudattaminen

- rakennuksen standardikäyttöön perustuvan energiankulutuksen pienentäminen kohdan 6 § mukaisesti
- rakennuksen standardikäyttöön perustuvan kokonaisenergiakulutuksen pienentäminen kohdan 7 § mukaisesti
- teknisissä järjestelmissä kohdan 5 § mukaisesti; ilmanvaihdon ominaissähkötehon ja lämmöntalteenoton raja-arvojen noudattaminen, lämmitysjärjestelmien hyötysuhteen parantaminen mahdollisuuksien mukaan, vesi- ja viemärijärjestelmien osalta noudatetaan uudisrakentamisen säädöksiä.

"Korjausrakentamisen tavoitteena on hyvin lämmöneristetty rakennus, jossa ilmanvaihto on riittävä. Rakenteiden tulee olla kosteusteknisesti toimivia. Rakennuksen ilmanvaihdon tulee olla tiloittain riittävä ja sisäilman hyvälaatuista." [5, 24.]

2.2 Energiakulutukseen vaikuttaminen

Energiakorjauksella vaikutetaan rakennuksen ulkovaippaan ja/tai teknisiin järjestelmiin. Ulkovaipalla tarkoitetaan rakennuksen ala- ja yläpohjia, ulkoseiniä sekä ikkunoita ja ovia. Tekniset järjestelmät kattavat LVI -tekniikan, joista lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät muodostavat suurimmat rakennusten energiakorjaustarpeet. On kuitenkin ymmärrettävä, ettei mitään yleispäteviä ohjeita rakennusten energiakorjaamiselle voida antaa, vaan jokainen korjaus on tehtävä tapauskohtaisesti.

Tavanomaisesti energiatehokkuutta parannetaan vaipan lisälämmöneristämällä, ikkunoiden vaihdolla ja ilmatiiveyden parantamisella, mutta myös uusiin eristeisiin vaihtaminen voi tilanteesta riippuen olla viisasta. Lisälämmöneristäminen vaatii tavanomaisesti tehtävän rakenteelle muitakin korjaustoimenpiteitä, jotta korjaukset olisivat kustannustehokkaita.

Teknisissä järjestelmissä käyttötarkoituksen mukaisilla säädöillä voidaan vaikuttaa merkittävästi energiatarpeen suuruuteen. Huonosti huolletut ja korjausten tekemättä jättäminen voivat lisätä huomaamatta energiankulutusta. Lisäksi järjestelmissä on viime vuosikymmeninä pystytty parantamaan hyötysuhteita ja toisaalta pienentämään lämpö-

häviöiden määriä, jolloin laajemmat perusparannuksetkin voivat olla kustannusjärkeviä toteuttaa.

Energiatehokkuutta parannettaessa tulee siis ottaa huomioon rakennuksen kokonaistoimivuus. Kokonaistoimivuudella tarkoitetaan rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien muodostaman kokonaisuuden toimivuutta ja niiden tuottaman sisäympäristön laatua. Muutokset eivät saa johtaa käyttäjien turvallisuuden vaarantumiseen eivätkä terveydelliset olosuhteet saa heikentyä. [5, 58.]

3 Kohderakennuksen energiankulutus

Opinnäytetyössä selvitettiin, millaisilla toimilla rakennuksen energiankulutusta saataisiin pienennettyä. Työssä otettiin huomioon rakennuksen nykykunto ja korjaamistarpeet, jotka ovat esitettyinä liitteessä 1. Teknisten järjestelmien osalta tyydyttiin teoriapohjaiseen tarkasteluun, joista kerrotaan lisää myöhemmissä luvuissa. Rakenteellisilta osilta (ulkovaippa) tehtiin lämpöhäviölaskelmat (liite 3).

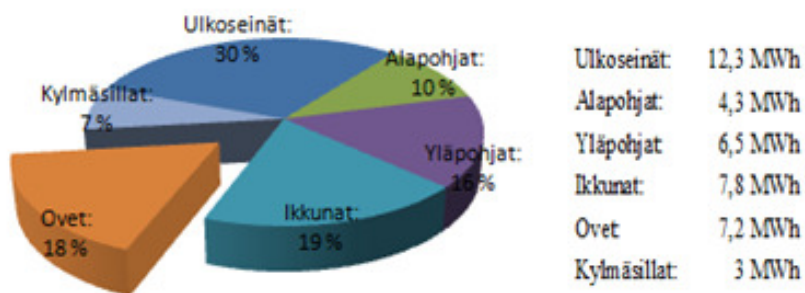
3.1 Energiankulutus laskelmat

Laskelmat tehtiin rakentamismääräyskokoelmia D5 ja C4 käyttäen. U-arvolaskennat toteutettiin rakennusosakohtaisesti Puuinfon U-arvolaskureilla. Tarkoitus oli saada mahdollisimman totuudenmukaista tietoa rakennuksen sisätilojen lämmitysenergian tarpeesta, joten lämpöhäviölaskenta toteutettiin Joensuun korjattuja lämmitystarvelukuja hyödyntäen (liite 3). Laskennan hyöty on lisäksi siinä, että tulevaisuudessa energiankulutus voidaan normeerata tässä työssä tuotettua Excel-pohjaa hyödyntäen. Liiteosioon (liite 4) on myös koottu viime vuosien aikaisia kulutuslukemia käyttöveden ja kokonaisenergian jo toteutuneista määristä.

Takaisinmaksuaikaa pohdittiin vain rakenteellisille muutoksille ja ne laskettiin liitteen 3 lämpöhäviötiedoista. Nämä laskelmat ovat esitettyinä liitteessä 5 ja seuraavissa kappaleissa. Teknisten järjestelmien takaisinmaksuaikaa ei laskettu, sillä tämän työn valmis-

tumiseen mennessä ei muun muassa ehditty saada arvioita lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien muutostöiden ja materiaalien kustannuksista.

Vaipan lämpöhäviölaskelmat kattavat rakennusosakohtaisten ja ilmanvuotolukuun perustuvan lämpöhäviöiden laskennan sekä ottavat huomioon rakenteiden viivamaiset lisäkonduktanssit. Kuvassa 2 on esitetty kohderakennuksen ulkovaipan läpi johtuvan energian määrät.



Kuva 2. Kohderakennuksen laskettu keskimääräinen lämpöhäviöiden jakaantuminen.

3.2 Rakenteellinen energiatehokkuus

Rakennuksesta ei löytynyt rakennuspiirustuksia, joista olisi käynyt luotettavasti ilmi rakenteiden tiedot, kuten kerrospaksuudet ja materiaalitiedot. Löytyi kuitenkin rakennustapaselostus, jonka tiedot varmistettiin kuntoarvion ohessa tehdyillä mittauksilla, kuten yläpohjien eristepaksuusmittauksilla.

Rakennus on puurunkoinen, seinissä mineraalivillaeristykset seuraavanlaisesti; halli: 175 mm, kultaushuone: 100 mm, toimistotilat: 200 mm. Kattorakenteet ovat niin ikään puurakenteiset, kivipuhallusvillalla eristetyt. Eristepaksuudet ovat hallin yläpohjassa n. 450 mm ja kultaushuoneessa/toimistotiloissa 300 mm. Alapohjarakenteen eristepaksuudet ovat keskimäärin 100 mm polyuretaanilevyistä ja 110 mm teräsbetonilaatta.

Havaittiin, että rakenteellisesti energiatehokkuutta voitaisiin parantaa kultaushuoneen ulkoseinien ja kultaushuoneen/toimistotilojen yläpohjan lisäeristämällä sekä kultaushuoneen ikkunoiden ja hallin päätyoven vaihtamisella. Näistä ikkunoiden vaihtotyö on

ainoa toimenpidelupaa tai todennäköisesti jopa rakennuslupaa edellyttävä (joudutaan kajoamaan runkoon) työ. Sen sijaan muut lämmöneristämiset eivät vaadi lupia ellei eristämistä tarkastella kokonaisenergian parantamisen kannalta. [6.] Ympäristöministeriön asetusta 4/13 ei siten tarvitse välttämättä noudattaa.

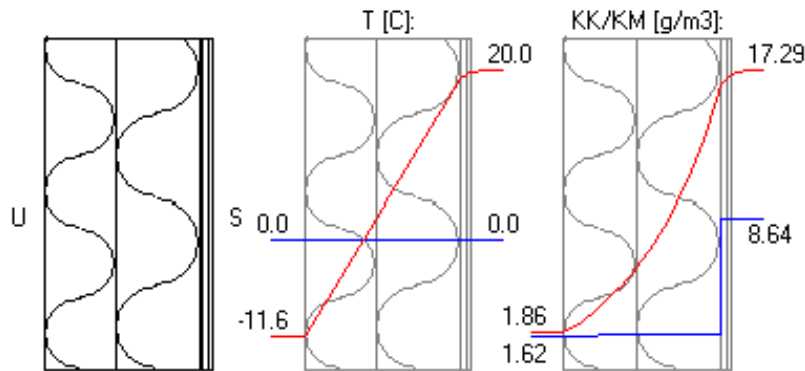
3.2.1 Yläpohja

Kuntoarviossa tehtyjen havaintojen perusteella (liite 1) vanhan osan (kultaushuone ja toimistotilat) yläpohja kannattaa lisälämmöneristää. Kuntoarviossa mitattiin eristepaksuudeksi n. 300 mm, jolloin lämmönläpäisykertoimeksi laskettiin $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rakenteen lisälämmöneristäminen kannattaa tehdä ulkopuolelta eli tässä tapauksessa ullakkotilan kautta. Eristystyö tulee siten onnistumaan helpommin, kun ei tarvitse muun muassa ottaa huomioon höyrynsulkukerrosta ja valaisimia sekä tilat pysyvät koko ajan toimintakunnossa.

Rakenteeseen mahdollisesti pääsevä kosteus tulee pystyä kuivattamaan. Kosteutta voi siirtyä sisäilman mukana haitallisessa määrin, mikäli höyrynsulkukerros ei ole yhtenäinen (esimerkiksi rikkoontuneet kohdat). Toisaalta kosteutta voi päätyä yläpohjaan vesikatteen vuotokohtien tai katteen alapintaan syntyvän kondenssiveden mukana. Tuuletuksen varmistaminen ullakkotilassa helpottaa kuivana pysymistä, mutta on myös huolehdittava siitä, ettei ilmavirta räystäältä pääse vaikuttamaan suoraan eristyskerrokseen (tuulenohjainten asettelu).

Korjatun rakenteen kosteus- ja lämpötilatekninen toimivuus on esitetty seuraavalla sivulla kuvassa 3. Tein tarkastelun käyttäen DOFLÄMPÖ 2.2 ohjelman lisensoitua versiota käyttäen ohjelman Joensuun kuukausittaisia keskiarvolämpötiloja. Tarkastelut ovat tehty vuoden jokaisena kuukautena.



Kuva 3. Lisälämmöneristetyn yläpohjan kosteus- ja lämpötiläkäyttäytyminen.

Havaittiin, että seinärakenne toimii turvallisesti eikä kosteutta pääse tiivistymään rakenteeseen. Kuvassa seinärakenne on esitettyä vasemmassa laidassa, lämpötiläkäyttäytyminen keskimmaisessa ja kosteus oikeanpuoleisessa kuvassa tammikuulta. Lämpötilat ovat tarkasteluhetkellä + 20 °C ja – 11,6 °C, täten lämpötilaero pintojen välillä on 31,6 °C. Tärkeimpänä on huomata, ettei kosteuspäästö KM (sininen käyrä) ylitä kyllästymiskosteuden KK (punainen käyrä) arvoja missään kohdassa rakennetta. Mikäli näin olisi, rakenteeseen alkaisi tiivistymään kosteutta.

Lisäeristyskerros toteutetaan vanhan rakenteen kaltaisesti, kivipuhallusvillalla. Paksuudeksi riittää 250 mm, jolloin kokonaispaksuus kasvaa 550 mm:iin. Tällöin päästään U-arvolukemaan 0,089 W/m²K. Säästöä lisäeristämällä tulee noin 8,1 kWh/m²a, mikä tarkoittaa nykyisellä yrityksen sähköenergian hintatasolla (ka. 9 snt/kWh) n. 110 e/a. Puhallusvillan materiaalikulutukset itsepuhallettuna tulevat olemaan n. 2000 € (alv. 0 %), jolloin takaisinmaksuaika on vajaa 18 vuotta. Kannattavuuslaskelmat yläpohjan lisäeristämisestä on esitetty liitteessä 5.

Materiaalien hintataso kaikissa energiansäästö-laskelmissa perustuu Rakentajain kalenteri 2017 -kirjassa esitettyihin arvonlisäverottomiin hintoihin eikä siten ota huomioon muun muassa mahdollisia alennuksia ja paikallista hintatasoa.

3.2.2 Kultauhuoneen ulkoseinät

Kultauhuoneen ulkoseinien lämmöneristys on nykyiseltään täysin riittämättömällä tasolla. Eristepaksuudeksi mitattiin vain n. 100 mm:n mineraalivillaeristys ja lisäksi lämpökuvauksella havaittiin ilmanvuotokohtia seinärakenteiden yläosissa (liite 2). Työntekijöiden mukaan tilassa on lämmityskauden aikana havaittavissa vedon tunnetta.

Huomioiden seinärakenteen korjaustarpeet (liite 1), niiden toteutukset, kustannukset ja vaikutukset päädyin sisäpuoliseen seinärakenteen lisälämmöneristämiseen. Rakenteen ulkopuolinen lisäeristäminen vaatii kohteessa julkisivupaneloinnin poistamisen, joka on paljon työläämpi toteuttaa kuin sisäpuolisen levytyksen ja höyrönsulun poistaminen. Uuden lisäeristekerroksen asentaminen muuttaa myös tarpeettoman paljon rakennuksen mittasuhteita mm. räystäiden ja sokkelien osalta, kun seinärakennetta kasvatetaan ulkoapäin.

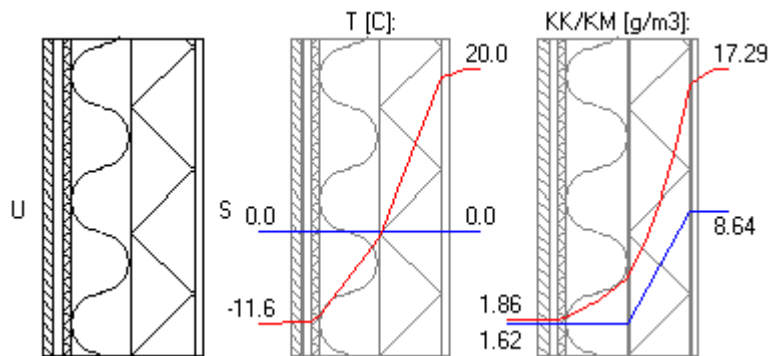
Lämmöneristyskerrokselta vaaditaan tiivistä asentamista, kun lisälämmöneristetään lämpimämmältä puolen rakennetta. Mikäli rakenteeseen jää ilmapuotokohtia, on riskinä, että lämmin, kostea sisäilma kondensoituu rakenteen kylmään pintaan ja huonosti kuivuuessaan aiheuttaa pidemmällä aikavälillä kosteusvaurioita. Toisekseen tulee myös varmistua oikeiden materiaalien käytöstä, jotta esimerkiksi kosteuden kuivuminen rakenteessa on mahdollista. Kun sisäpuolelle rakennetta asennetaan vesihöyryä huonosti läpäisevä materiaali ja ulkopuolella vesihöyry läpäisee rakennekerrokset paremmin, niin tällöin rakenteen kosteustekninen käyttäytyminen on toimivaa ja kosteutta ei pääse kertymään.

Edellä mainituista syistä ehdotankin polyuretaanilevytyksen (SPU) asentamista. Levyt ovat nopeita ja tiiviitä asentaa eivätkä hyvän lämmöneristävyytensä vuoksi juurikaan pienennä huoneen sisätilavuutta.

Seinärakenteiden lämmönläpäisykerroin on nykytilanteessa n. $0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tavoitteenani on saada rakenteen U-arvo pudotettua alle uudisrakentamistason $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Heikon lähtötason vuoksi lisäeristäminen tulee maksamaan hankintansa nopeasti takaisin, sillä energiankulutus tulee putoamaan hyvinkin paljon nykyisestä.

Korjatussa ulkoseinärakenteessa poistetaan sisäpuolelta vanhat lastulevyt ja höyrynsulkumuovi sekä tarkastetaan vanhan rakenteen kunto. Lisäeristelevyt (SPU, 100 mm) asennetaan poistetun höyrynsulkumuovin tilalle runkotolppia vasten ja verhoillaan lastulevyillä. Uuden rakenteen U-arvoksi tulee tällöin n. 0,14 W/m²K ja energiaa säästyy vuotuisella tasolla n. 38,5 kWh/m². Lisäksi, kun huomioidaan eristemateriaalien hankintakulut n. 613 € (alv. 0 %), niin saadaan takaisinmaksuajaksi vajaa 4,5 vuotta nykyisellä sähkön hintatasolla (ka. 9 snt/kWh). Laskelmien yhteenvedot löytyvät liitteestä 5.

Rakenteen kosteus- ja lämpötilatekninen toimivuus on tarkastettu, kuten aiemmin yläpohjarakenne. Ulkoseinärakenteeseen ei synny kosteutta missään vaiheessa, kuten kuvasta 4 nähdään.



Kuva 4. Lisälämmöneristetyn ulkoseinärakenteen kosteus- ja lämpötilatarkastelu.

3.2.3 Kultauhuoneen ikkunat

"Ikkunoiden korjaustavat voidaan jakaa kolmeen pääryhmään; maalauskorjaus, peruserantaminen etuikkunatekniikkaa käyttäen ja ikkunoiden uusiminen." [7,79] Tässä tapauksessa tutkittiin kannattaako ikkunat vaihtaa nykyaikaisiin puu-alumiiniikkunoihin.

Ikkunat ovat kaksikerroslämpölaseja, joiden iästä ei ole täyttä varmuutta. Kuntoarviossa havaittiin kuitenkin metallikehyksissä merkintä "POLARPANE", joiden perusteella ikkunat olisi valmistettu Lahden Lasitehtaalla [8,9]. Lisäksi havaittiin merkintä "9 8

71", josta pääteltiin ikkunan olevan valmistettu 70-luvulla. Tällöin u-arvo saattaakin ikkunoissa olla jopa laskettua huonompi: 2,8 W/m²K [9,10].

Kuntoarviossa havaittiin ikkunoiden olevan vielä toistaiseksi käyttökelpoisia ja vain muutamassa todettiin harmaantumista. Puuosien maalipinta on kuitenkin lähes täysin lohkeillutta ja useissa paikoin ei ole enää ollenkaan maalipeitettä. Lisäksi ulkopuoliset lasikittaukset ovat murentuneet ja päästävät valumaveden imeytymään ikkunalasin juureen. Puuosissa ei kuitenkaan lahoa, kun tökittiin puukon kärjellä rasittuneimman näköisiä alueita.

Suuren ikkunapinta-alan, heikon lämpökertoimen, osin tarpeettoman sijaintinsa ja mit-tavan ikkunakorjaustyön vuoksi näen varteenotettavana vaihtoehtona ikkunoiden uusi-misen. Eteläseinustan ikkunapinta-alaa kannattaa pienentää, sillä ikkunoiden päätarkoi-tus on vain antaa tiloihin luonnonvaloa. Pohjoispuoleiset ikkunat poistetaan ja rakenne-taan umpeen. Uusien ikkunoiden paikat asennetaan siten, että huoneesta on hyvä nä-köyhteys etupihalle, jolloin mm. asiakkaiden havainnointi paranee.

Kuten aiemmin oli jo puhetta, niin julkisivukuvan muutostyöt tulevat vaatimaan vähin-tään toimenpideluvan. Tässä tapauksessa on myös mahdollista joutua hankkimaan ra-kennuslupa, mikäli uudet ikkunat asennetaan vanhojen ikkunakarmien ulkopuolelle. Luvan tarve saattaa ilmetä, mikäli ikkunat ovat osa kantavaa rakennetta, kuten tässä epäilen olevan.

Ikkunoiden takaisinmaksuaikaa on vaikea laskea ennen kuin tiedetään tarkemmin mm. valittavat ikkunakoot ja määrät. Lisäksi takaisinmaksu-aikaan vaikuttavat ikkunoiden asennus- ja purkutyöt, mikäli ikkunoita ei itse asenneta. Edellä mainituista syistä arvi-oinkin vain karkeahkolla tasolla, kuinka nopea takaisinmaksuaika voisi tässä kohteessa olla.

Mikäli ikkunoiden pinta-ala **esimerkiksi** puolitetaan ja ikkunoiksi asennetaan nykyai-kaiset puu-alumiini-ikkunat (u-arvo 1,0 W/m²K), niin energiansäästöä vuodessa tulisi n. 2850 kWh. Energian hinnan pysytellessä nykyisellä tasolla (n. 9 snt/kWh), tämä tar-koittaa n. 255 €/a säästökertymää ja materiaalien kustantaessa 2000 € (alv. 0 %) noin 8 vuoden takaisinmaksuaikaa (liite 5). Arvio ei ole ikkunoista puhuttaessa ollenkaan huo-

no, mutta kumminkaan se ei sisällä vielä töiden ja seinäeristeiden lisäosuutta. Tällöin takaisinmaksuaika saattaa arvioituna venyä jopa 15 vuoden mittaiseksi.

Nykytilassaan ikkunoiden kunnosta on vaikea sanoa järkevintä korjausratkaisua. Mikäli työt saadaan toteutettua sujuvasti omilla resursseilla, niin tällöin ikkunoiden vaihtaminen saattaisi olla pitkällä aikavälillä kustannustehokkain ratkaisu. Kannattaa kuitenkin vielä pyytää erillinen asiantuntijan mielipide, onko vaihtaminen vielä ajankohtaista.

3.2.4 Rakennusvaipan tiiveys

Hyvä ilmatiiveys vähentää lämmityskustannuksia ja yhdistettynä hyvään ilmanvaihtoon parantaa sisäilman laatua. Tiivistämisellä poistetaan hallitsemattomien ilmapuotojen aiheuttamat kylmä- ja veto-ongelmat, sekä parannetaan sisäilman lämpöoloja. [10,1] Lisäksi ilman vuotaminen aiheuttaa turhaa tilojen lämmitystä, kun lämmin ilma karkaa ulos. Energiansäästökeinona rakenteiden tiivistäminen ei tässä tapauksessa kuitenkaan tuota suurimpia säästöjä, mutta työviihtyvyyteen ja rakennuksen kosteustekniseen käyttäytymiseen sillä on suurikin merkitys.

Rakennuksessa tulee keskittyä eritoten ovirakenteiden tiivistämiseen, sillä niissä havaittiin lämpökuvaamisella (liite 2) energiatehokkuuden kannalta merkittävimmät ilmanvuotoalueet. Rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytettiin laskelmissa (liite 3) koko rakennuksen osalla keskimääräistä $q_{50} = 5 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$, joka voi olla toisaalta liian vähänkin, kun katsoo lämpökuvaustuloksia (liite 2).

Rakennusvaippa tulee lisäksi tiivistää sulaketaulun viereisestä nurkkauksesta, tiivistää yläpohjatilaan menevä sisäpuolen luukku ja parantaa hallin/vanhan osan nurkka-alueen tiiviyyttä. Tiivistäminen tässä kohteessa voidaan toteuttaa niin vaivattomasti, että se kannattaa tehdä vaikka heti.

4 Tekniset järjestelmät

Teknisten järjestelmien osalta tässä työssä käydään läpi ilmanvaihtoon ja lämmitysjärjestelmiin liittyvät parannusehdotukset. Viemärointi ja käyttövesi jätetään tarkastelun ulkopuolelle, sillä niiden ei oleteta suoraan vaikuttavan merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen.

Työssä keskitytään pelkästään käyttökohteen asettamien vaatimusten ja tarpeiden kautta järjestelmien soveltuvuuden arviointiin. Perusteiden, kuten toimintatapojen läpi käymiselle ei siten koettu olevan tarvetta, vaan toimeksiantajalle riittää pelkkien parannustöiden kartoittaminen. Muutenkin lisätietoa janoaville löytyy verrattain helposti asiakoh- taista materiaalia esimerkiksi Motiva Oy:n nettisivuilta.

Lämmitysjärjestelmien tutkiminen aloitettiin selvittämällä rakennuksen käytön ja olo- suhteiden asettamat vaatimukset. Havaittiin, että niin lämmitys- kuin ilmanvaihtojärjes- telmätkin ovat järkevintä toteuttaa em. syistä halliin, kultaushuoneeseen ja toimistotiloi- hin jaoteltuna. Siten toimivan kokonaisuuden kannalta välttämättä yhden ja saman jär- jestelmän käyttö ei olisi edullista. Seuraavalla sivulla taulukossa 1 on esitettyinä olen- naisimmat tekijät, jotka rajaavat lämmitysjärjestelmien hyödyntämismahdollisuuksia.

Taulukko 1. Lämmitysjärjestelmien valinnassa huomioitavat seikat tiloittain.

	Havainnot	Huomioitavat seikat
Kiventyöstöhalli (puolilämmin tila)		
	Korkeat tilat, suuri tilavuus.	Lämmitystarve suurehko, lämpötilaero katon ja lattian välillä.
	Avara profiili, melko leveä (n.11 m) ja pitkä (n. 25 m).	Lämmön tasainen leviäminen työalueelle huomioitava.
	Lattiat lähes alati märät, sisäilman kosteuden nousu tuotannon aikana.	Lattioiden kuivatus kyettävä järjestämään.
	Tilojen nopea likaantuminen (kivipöly, ym.).	Laitteistojen lian/kosteuden sieto.
	Seinustoilla esteitä n. 2,5 metriin saakka; roiskepellitykset, työvälineet, oviaukot, ikkunat, ym.	Laitteiden sijoitusmahdollisuudet, suojaukset, huollon järjestäminen, ovien aiheuttamat ilmavirtaukset.
	Suunnitteilla laajentaa kylmävarastolla.	Laitteiden ja lämmönjakotavan muunneltavuus ja siirtomahdollisuudet.
Kultaushuone		
	Pieni pinta-ala (n. 90 m ²), korkeahko (3,5 m), avara ja tilava huone.	Lämpötila-ero lattian/katon välillä, lämpötilan tasainen jakaminen.
	Tilat pysyvät pääsääntöisesti kuivina.	Ei vaadi kuivatuksen järjestämistä.
Toimisto, ym. tilat		
	Pieni pinta-ala (n. 65 m ²), ahdas, useita erillisiä huonetiloja.	Laitteistot oltava pieniä ja asennuspaikkojen merkitys olennainen.
	Tavanomainen toimistokäyttö.	Ei aiheuta rajoituksia.
Ulkotilat		
	Ulkoalueiden pölyväisyys.	Ulkoyksiköiden sijoittelu ja suojaus.
	Ahdas tontti, naapurirakennukset lähellä.	Maalämmön asennettavuus, kaukolämmön kustannukset.
	Maaperän laadusta ei tietoa.	Vaikuttaa maalämmön kustannuksiin.

Käsittely rajattiin lisäksi tässä työssä käsittämään vain lämpöpumppujen hyödyntämismahdollisuuksia. Kaukolämmön käsittelystä päätettiin kiireellisen aikataulun vuoksi luopua. Sähkölämmitystä ei erikseen käsitellä, mutta se otetaan huomioon tarkastelussa. Muut lämmitysmuodot, kuten puupolttoaineet, öljy- ja aurinkolämmitys rajattiin kustannus ja käyttö-/tilavaatimuksista johtuen pois.

Ilmanvaihdon osalta muutostöitä arvioitiin kuntoarvion (liite 1) ja paikan päällä, työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta, kuitenkin energiatehokkuus huomioiden. Havaittiin, että ilmanvaihdon tehoton toiminta johtuu suunnitelmien, rakentamisen ja nuohoamisen laiminlyönneistä eikä niinkään tuotannon aiheuttamista haasteellisista sisäolosuhteista.

Järjestelmien kustannusvaikutuksia ja takaisinmaksuaikaa on nykyisillä tiedoilla vaikea arvioida. Keskusteltuani paikallisten alan asiantuntijoiden kanssa, päädyin rajaamaan maksuajan arvioinnin työn ulkopuolelle. Ilmanvaihdon osalta olisi pitänyt arvioida ilmanvaihdon keskimääräiset ilmamäärät sekä toisaalta arvioida tuotannon vuotuista määrää. Tuotannolla on vaikutusta lämmöntarpeeseen, sillä kivien jalostamisessa käytetään "kaivokylmää" prosessivettä (kastelee lattiat) ja tuodaan suuria "kivilaaneja" sisätiloihin jalostettavaksi. Kivilaanit ovat suuria kalliosta irrotettuja lohkkareita, joiden koko vaihtelee 2 m^3 :n paikkeilla. Molemmat jäädyttävät tiloja erityisesti lämmityskaudella, kun ulkona on kylmää. Toisaalta tuotannon hyvinkin vaihtelevat määrät eri ajanjaksoina ja eri laitteistoilla vaihtelevat suuresti ja vaikuttavat tilojen lämmitystarpeeseen em. asioiden kautta. Ei myöskään ehditty saamaan töiden ja laitteistojen hinta-arvioita, joita kohteeseen pohdittiin. Onkin todella vaikea arvioida millään tasolla luotettavasti kustannus-arvioita, kun ei kyseessä ole mikään tavanomaisen pientalon tekninen järjestelmä.

Liiteosiossa (liite 4) on esitetty rakennuksen vuotuiset käyttöveden määrät [m^3] ja niiden lämmittämisen vaatima energiantarve [kWh/a]. Käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä laskettiin, jotta tiedettiin arvioida mm. lämpöpumppujen hyödyntämistä käyttöveden lämmityksessä.

4.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen ja käytön perusteella siten, että se luo omalta osaltaan edellytykset tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle sisäilmastolle. [11, 9.]

Kuntoarvion perusteella rakennuksen sisäilmaongelmat johtuvat pääosin ilmanvaihtojärjestelmien puutteista (liite 1). Ilmanvaihto puuttuu rakennuksen kultaushuoneesta käytännöllisesti katsoen kokonaan ja toimisto- ja taukotiloissa on huonosti toimiva painovoimainen ilmanvaihto. Hallissa koneellinen poistoilmanvaihto ei riitä poistamaan tuotannon aikana syntyvää kosteutta ulos ja on lisäksi todella epätaloudellinen, sillä laitteessa ei ole lämmöntalteenottojärjestelmää.

Ilmanvaihdon korjaaminen edellyttää rakennusluvan hakemista [12]. Tällöin noudatetaan ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 teknisille järjestelmille asetettuja vaatimuksia. Rakennuksen ilmanvaihto on muun muassa varustettava lämmön talteenotolla, jonka vuosihyötysuhde on vähintään 45 %. Toisaalta on muistettava, ettei vaatimuksia tarvitse tietyissä tilanteissa toteuttaa, kuten luvussa 2 on jo aiemmin kerrottu.

Toimisto- ja taukutiloihin kannattaa rakentaa koneellinen, lämmön talteenotolla varustettu ilmanvaihtojärjestelmä. Painovoimaisesta ilmanvaihdosta luopumalla sisätilojen ilmanlaatua saadaan huomattavasti paremmaksi, kun hiilidioksidi, pöly, ym. epäpuhtaudet johtuvat ulos. Toisaalta, riippuen painovoimaisen ilmanvaihdon toimimattomuudesta, voi energiatehokkuus rakennuksessa jopa huonontua poistoilmavirtojen kasvaessa.

Hallin ilmanvaihdon riittämättömyys pitäisi tutkia paremmin ennen korjaustoimenpiteitä. Riittämättömän toiminnan taustalla voivat olla kohteeseen riittämättömät ilmavirtausmäärät, sillä tuotantomäärät ovat todennäköisesti kasvaneet aivan toiminnan aloittamisen jälkeen. Toisaalta vastaavan mittakaavan kiven jalostamoja ei löydy Joensuun alueelta, jolloin mitoitus on voinut kokemuksen puuttuessa jäädä myös riittämättömäksi. Myös ilmanvaihtohormien nuohoamatta jättäminen ja vääränlainen käyttö yhdessä huonojen toimintatapojen, kuten alueiden siivoamattomuus voi aiheuttaa hallin ilmanvaihdon huonon toiminnan.

Energiatehokkuuden parantamiseksi voidaan asentuttaa lämmöntalteenotto. Tällöin pitää poistaa ulkoseinistä korvausilma-aukot ja rakentaa tuloilmakanavat. Koneellisen ilmanvaihdon järjestäminen, yhdessä toimintatapoja muuttamalla (säännöllinen siivoaminen) sekä ilmapuotokohdat tukkimalla halliosan energiatehokkuus ja työolosuhteet paranevat huomattavasti. Muutoksien kustannushyötyä on vaikea arvioida.

4.2 Maalämpöpumput

Joensuun kaupungissa 1.5.2011 alkaen on lämpökaivojen poraamisesta sekä lämmönkeruuputkiston asentamisesta vaadittu toimenpidelupa. On myös esitetty minimikohtaiset etäisyydet tontin rajoista, rakennelmista ja johdoista, joiden pitää täytyä lämpökaivojen

osalta (taulukko 2). Mikäli etäisyyksiä ei ole mahdollista kuitenkaan noudattaa, niin rasiitteen perustaminen tulee tällöin tarpeelliseksi.[13]

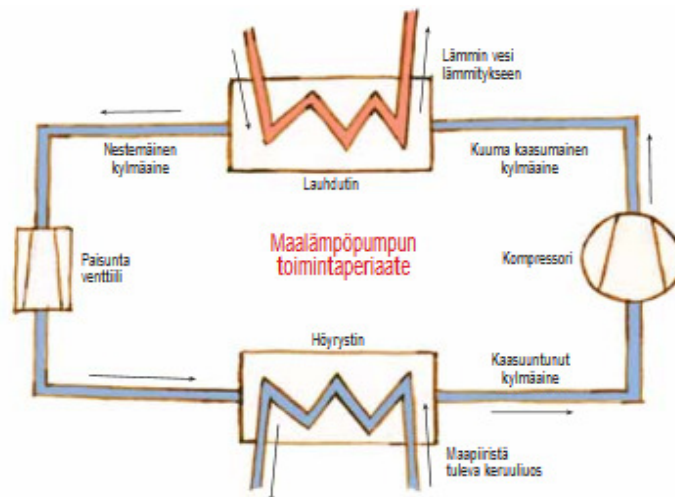
Taulukko 2. Lämpökaivon minimietäisyydet tontin rajoista, rakennelmista ja johdoista [13].

Kohde	Etäisyys
Lämpökaivo	20 m
Porakaivo	40 m
Rengaskaivo	20 m
Rakennus	3 m
Tontin raja	7,5 m
Viemärit, vesijohdot, ym.	5 m

Tontti on varsin pieni ja kulkuväylistä johtuen suojaavaa lumipeitettä ei pääse talvisin kertymään. Ainoaksi vaihtoehdoksi rajoittuu siten lämpökaivon poraaminen ja lämmön kerääminen sitä kautta.

Porakaivo on nykyään yleisin maalämmönlähde ja sopii hyvin saneerauskohteisiin. Poraamisella vältytään erityisesti tontin pintarakenteiden rikkomiselta, mutta toisaalta se on myös kalliimpi vaihtoehto. Poraaminen olisikin kaikkein paras tehdä kallioon, sillä maaperän ollessa pehmeää, joudutaan kaivoa tukemaan ja se taas kasvattaa kustannuksia entisestään. [14,4.] Kaivon syvyys on myös otettava huomioon mitoitettaessa lämpöpumppua. Tässä kohteessa kaivon syvyydeksi arvioitiin n. 200 metriä [15].

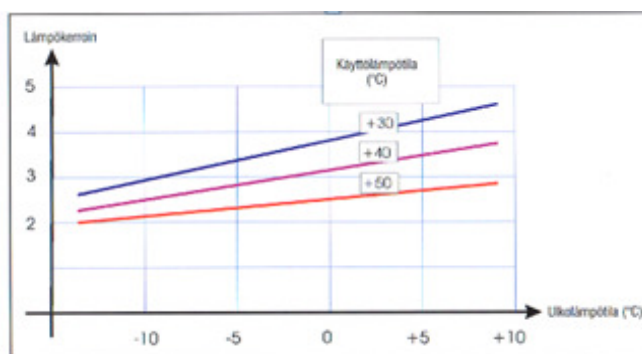
Keruupiirin keräämä lämpöenergia valjastetaan käyttöön maalämpöpumpun avulla. Lämpöpumpuille tyypillisen höyrystymis-lauhdutusprosessin avulla maalämpöpumpulla voidaan tuottaa tavanomaisesti n. 3-kertainen määrä energiaa jokaista ostoenergiaa kohti.[16, 32] Mikäli kohteeseen asennettaisiin maalämpö, tulisi se siten säästämään pelkkin vaipan lämpöhäviöiden osalta suunnilleen 25 MWh/a, jos häviöt oletetaan tämän työn laskelmien mukaisiksi. Lämpöpumpun toiminta on esitetty kuvassa 5 [14,3] seuraavalla sivulla.



Kuva 5. Lämpöpumpujen toimintaperiaate [14, 3].

Maalämmön hyötysuhde on korkeimmillaan matalan lämpötilan ylläpitämisessä. Sen takia suositetaan yleisesti vesikiertoista lattialämmitystä, kun veden lämpötila riittää pitää n. +30 °C:ssa hyvien lämpöolosuhteiden ylläpitämiseksi. Toinen tavanomainen vaihtoehto on erityisesti saneerauskohteissa hyödyntää valmista vesikiertoista patterilämmitysverkostoa tai muuta vastaavaa, kuten puhallinkonvektoreja. Haittapuolena tosin on, että lämmitysveden lämpötilaa joudutaan nostamaan n. 40–50 °C:seen tai joskus jopa +70 °C:seen, jolloin hyötysuhde voi heikentyä, kuten kuvasta 6 voi päätellä. [16, 31].

Lämpökerroin ilmoitetaan yleensä COP -muodossa (**C**apacity **O**f **P**erformance) ja se kuvaa pumpun toiminnan tehokkuutta. Tarkemmin sanottuna lämpökertoimella ilmaistaan se, kuinka moninkertaisen määrän pumppu tuottaa lämpöä itse kuluttamaansa energiamäärään nähden. [16, 30.]



Kuva 6. Lämpöpumpun hyötysuhteeseen vaikuttavat tekijät. [16,31].

Tässä kohteessa lämmittäminen on tehty sähköisen lattialämmityksen avulla, eikä maalämmön rakentaminen siten ole välttämättä paras vaihtoehto. Kustannukset tulevat nousemaan korkeiksi, kun porakaivon lisäksi on hankittava maalämpölaitteistot ja rakennettava vesikiertoinen lämmönjakoverkosto [15]. Huomioiden lisäksi tilojen käyttötarpeet ja vaatimukset (taulukko 1), lämpimän käyttöveden vuosittainen kulutus (liite 4) sekä muut energiatehokkuuden parantamismahdollisuudet, ei maalämpö tule välttämättä olemaan takaisinmaksuajaltaan järkevissä mittasuhteissa. Kuitenkin mikäli, esimerkiksi kivityöhalli päätetään muuttaa lämpimäksi tilaksi, maalämmöllä saatava hyöty kasvaa sen verran, että järjestelmää kannattaisi todennäköisesti harkita.

4.3 Ulkoilma-vesilämpöpumput

Ilma-vesilämpöpumppu vaatii vesikiertoisen lämmönjakotavan, kuten maalämpökin. Se soveltuu siis pääosin yhtä hyvin käytettäväksi, mutta on kuitenkin asennuskustannuksiltaan huomattavasti maalämpöä huokeampi vaihtoehto. Toisaalta ilma-vesilämpöpumpulla ei tulla yltämään maalämpöpumpun vuosittaiselle hyötysuhdetasolle, vaan jäädään hiukan alemmas, noin 2-2,4. [16,32;73]

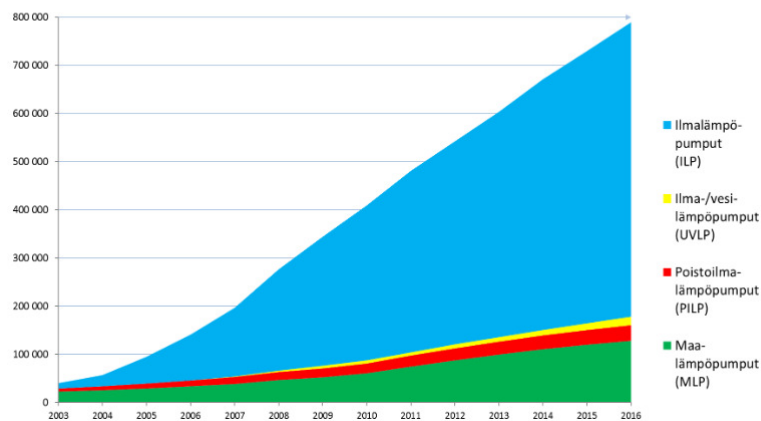
Tuotantorakennuksen lämmitysjärjestelmäksi ilma-vesilämpö ei sovellu parhaalla mahdollisella tavalla. Kustannukset tulevat tässäkin tapauksessa nousemaan vesikiertoisen lämmönjaon rakentamisesta johtuen ja takaisinmaksuaika saattaa venyä pitkäksi. Lisäksi järjestelmä tulee vaatimaan kovimmilla pakkasjaksoilla vanhan sähkölämmityksen apua, sillä yksistään ilma-vesilämpöpumppu ei riitä rakennuksen päälämmönlähteeksi. [17]

4.4 Ilma-ilmalämpöpumput

Ilmalämpöpumppu on yleisin Suomessa käytetty lämpöpumppu, kuten seuraavan sivun kuvasta 7 nähdään [18, 1]. Ilmalämpöpumppu on hankinta-/asennuskustannuksiltaan edullisin lämpöpumpputyyppeistä ja soveltuu erityisen hyvin päälämmitysjärjestelmän varalämmönlähteeksi. Päälämmitysjärjestelmäksi ilmalämpöpumppu ei kuitenkaan sovellu sen heikon hyötysuhteen takia kovilla pakkasilla. [16, 49.]

Myytyt lämpöpumput

Lämpöpumppuja on Suomessa 800.000 kappaletta



Kuva 7. Lämpöpumppujen esiintyvyys Suomessa. [18, 1].

Ilmalämpöpumppu soveltuu tuotantorakennuksen täydentäväksi lämmitysjärjestelmäksi hyvin. Koska lämpimän käyttöveden määrä on vähäistä, niin ei koidu merkittävää haittaa, että pumpulla lämmitetään vain ympäröivää sisäilmaa. Lämpöpumppu soveltuu lisäksi tilojen jäähdyttämiseen, jolloin ei ole välttämätöntä asentaa ilmanvaihtojärjestelmään erillistä jäähdytystä.

Pienen, kompaktin koon vuoksi pumppu mahtuu asentaa ahtaisiin toimistotiloihin. Kun siirtoilmaraoit aukaistaan huoneiden ovien alaosiin, niin lämpö pääsee siirtymään myös muihin, kuten wc-tiloihin. On myös kehitelty järjestelmiä, joissa yhdellä ulkoyksiköllä voidaan tuottaa lämpöä useampiin sisäyksiköihin kerrallaan [19].

Hallin olosuhteita ajatellen ilmalämpöpumppu soveltuu ominaisuuksiltaan parhaiten sen lämmittämiseen, lämpötilaerojen tasaamiseen katon ja lattian välillä sekä kuivaamiseen. Sähköinen lattialämmitys on hyvä pitää ennallaan, jotta betonilaatta saadaan aika ajoin kuivatettua. Sisäyksikköinä käytetään kiertoilmakojeita, joita voidaan asentaa samaan ulkoyksikköön useita. Kojet eivät ole yhtä herkkiä kuin tavanomaiset sisäyksilöt, jolloin tuotannon kosteus ja lika eivät pääse niin helposti vaikuttamaan koneiden käyttövarmuuteen [19].

Ilmalämpöpumppujen hankinta- ja asennuskustannukset tulevat muita lämpöpumppuja halvemmaksi, joten pumpun takaisinmaksuaika tulee olemaan lyhyt. Tavanomainen

ilmalämpöpumppu tuottaa keskimäärin vuositasolla 2-2,5 kertaa enemmän lämpöenergiaa kuin käyttää sitä [17,32]. Tarkoittaa sitä, että keskimäärin arvioituna pumpulla säävutetaan suunnilleen 18 MWh/a.

4.5 Poistoilmalämpöpumput

Poistoilmalämpöpumppu ei sovellu tässä tapauksessa rakennuksen lämmönjakojärjestelmäksi. Toimiakseen se vaatii vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän sekä lämminvesivaraajan, johon lämpöä varastoidaan. Lämminvesivaraajaan varastoidulla lämmöllä voidaan siten lämmittää myös rakennuksen käyttövedettä ja ilmanvaihdon kylmää tuloilmaa. [17.]

Kulutustiedoista (liite 4) nähdään, ettei rakennuksen käyttövedenkulutus ole vuositasolla kovinkaan suuri. Energiaa tarvitaan siten melko vähän käyttöveden lämmittämiseen. Lisäksi järjestelmää varten pitäisi rakentaa erikseen vastaavanlainen lämmönjakojärjestelmä, kuten maa- ja vesi-ilmalämpöpumppujenkin kohdilla.

Poistoilma kannattaa hyödyntää silloin, kun lämpötila pysyy sisätiloissa mahdollisimman vakiona ja rakennuksen vaippa on mahdollisimman energiatehokas. On myös huomioitava pumppujärjestelmän melko kalliit hankintakustannukset. Siksi se ei sovellu yleisestikään kovin hyvin saneerauskohteisiin. [17.]

5 Opinnäytetyön tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä opinnäytetyössä tehtiin tuotantorakennuksen ja piha-alueiden kuntoarvio, josta laadittiin kuntoarvioraportti ja kunnossapitosuunnitelma (liite 1). Laadittiin myös lämpökuvausraportti tehdyn lämpökuvauksen perusteella.

Lisäksi selvitettiin energiankulutusta rakennusosakohtaisesti ja yleisesti. Näistä on laadittuna työn liiteosiossa (liite 3) tarkemmat laskelmat. Selvitetiin myös voisiko lämpöpumppuja hyödyntää kohderakennuksen lämmitysjärjestelmänä.

Seuraavan kymmenen vuoden aikana kohteessa tulevat merkittävimmät korjaustoimenpiteet ovat vedenpoistojärjestelmän rakentaminen, julkisivujen huoltokäsittelyt sekä ikkunoiden huoltokäsittelyt. Näiden lisäksi on alkanut kertymään korjausvelkaa jo useammalta taholta, kuten peltikatteiden ruostekorjaukset, sokkelien korjaukset ja ovien korjaukset. Korjausten yksittäissummat eivät ole vielä kovin suuria ja siksi kannattaisi korjauttaa järjestelmällisesti alta pois.

Energiankulutuksen näkökulmasta kultaushuoneen ulkoseinien lisälämmöneristäminen kannattaa tehdä. Eristäminen tulee nykyisellä energian hintatasolla maksamaan hankintansa takaisin alle viidessä vuodessa. Yläpohjan takaisinmaksuaika sen sijaan venyy n. 18 vuoteen. Muut, kuten ikkunoiden ja ovien vaihdot riippuvat täysin purku-, asennustöiden hinnasta, joten ne kannattaa kilpailuttaa.

Ilmanvaihdon energiankulutuksen pienentämiseksi on olennaista asennuttaa lämmöntalteenottojärjestelmät. Ilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi koko rakennuksen alalla parantaa työympäristön viihtyvyyttä, mikäli ulkovaipan tiiveydestä huolehditaan. Huonosti tiivistetty rakennusvaippa päästää ilman virtaamaan rakennuksen sisätiloihin väärinä kulkureitteinä pitkin, joten siksi tiiveydellä on niin suuri merkitys.

Rakennuksen rakenteiden kannalta kriittisin vaikutus tulee olemaan kivityöhallin osalta. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto auttaa hallitsemaan hyvien ilmasto-olosuhteiden säilymistä myös tuotannon aikana. Erityisesti nykyisin ongelmallista on ollut kosteuden tiivistyminen tilapintoihin ja sen seurauksena homehtumista, likaisuutta ja työympäristön viihtyvyyden laskua (esim. vedon tunnetta). Lisäksi poistoilman mukana karkaavaa energiaa ei ole pystytty hyödyntämään takaisin esimerkiksi tilojen lämmitykseen. Kun lämmöntalteenotolla saadaan hyödynnettyä esimerkiksi tuloilman esilämmitys, niin rakennus pysyy vedottomampana ja viihtyisämpänä työntekijöille. Erityisesti rakenteiden kosteuskuormitus vähenee ja käyttöikä mahdollisesti pitenee.

Lämmitysjärjestelmistä kohteeseen parhaiten soveltuvat ilmalämpöpumput. Asennukset toteutetaan kahdella tapaa; halliin ja kultaushuoneeseen kiertoilmakojein varustetut ilmalämpöpumput ja muihin tiloihin tavalliset ilmalämpöpumput. Ilmalämpöpumpuilla saadaan kierrätettyä sisäilmaa ja lämmityksen ohella tarvittaessa hoidettua jäähdytys.

Hallissa kiertoilmakojeet tasaavat lämpötilaeroja katon ja alapohjan välillä. Muut lämpöpumpputyypit, poistoilmalämpöpumppua lukuun ottamatta, vaativat vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän toimiakseen eivätkä siten välttämättä ole parhaimmat ratkaisut lämmitysjärjestelmiksi.

Työn ongelmaksi muodostuivat teknisten järjestelmien takaisinmaksuajat. Oli suunniteltu, että takaisinmaksuaikaa arvioitaisiin saatujen kustannusarvioiden perusteella, joita varten lähtökohtaisesti laskettiin myös rakennuksen energiankulutustiedot. Arviointia ei kuitenkaan voitu toteuttaa, sillä ei ehditty saamaan kustannusarvioita järjestelmistä.

Lähteet

1. Kontkanen, H. Sulokivi Oy. 2017. <http://www.sulokivi.fi/index.php/yritys>. [viitattu 16.5.2017]
2. Ympäristöministeriö. Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen sääntely korjaus- ja muutostöissä eli korjausrakentamisen energiatehokkuusmääräykset: Usein kysytyjä kysymyksiä & vastauksia. 2013. <http://www.ym.fi/download/noname/%7BB550D5FE-428D-4250-9D3C-28236C4247B4%7D/31589>. [viitattu 1.5.2017]
3. Rakennusteollisuus. Korjausrakentaminen ja energiatehokkuus. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Korjausrakentaminen-ja-energiatehokkuus/>. [viitattu 1.5.2017]
4. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13. [viitattu 1.5.2017]
5. Ojanen, T; Nykänen, E; Hemmilä, K. Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa. 2017. <https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi1t9uXvuvTAhXJliwKHTZkBkUQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ym.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257BE948658B-1010-4308-9880-41B20B3AC9E5%257D%2F127301&usg=AFQjCNGTz82KKEQqs8CW2cIYYkCur3ehMg&cad=rja>. [viitattu 7.5.2017]
6. Vainio, E. Luvan tarvetta?. mika.silvennoinen@jns.fi. 12.5.2017
7. Jukkola, E. Julkisivujen korjausopas. Julkisivuyhdistys r.y. 1997. <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/JulkkariOpas/julkisivuopas.pdf>. [viitattu 7.5.2017]
8. Pyy, V; Lyly, O. PCB Elementtitalojen saumaussmassoissa ja pihojen maaperässä. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. 1998. <https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-10-98.pdf>. [viitattu 8.5.2017]
9. Nieminen, J; Virta, J. Rakennusten lisälämmöneristäminen. Kiinteistöalan Kustannus Oy ja ympäristöministeriö. 2016. https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi72P2tyuvTAhVHISwKHTeQCM0QFghAMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ym.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257B68690719-645C-4FF5-ABD3-3B05EF1D9DD7%257D%2F117577&usg=AFQjCNEXufMBIL3b_N9Q6aKB4rMfMSTyYw&cad=rja. [viitattu 6.5.2017]
10. Rakennusvalvonta, Oulu. Tiiveyskorjaus. 2013. http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_9_Tiiveyskorjaus_2013_02_01.pdf. [viitattu 6.5.2017]
11. Rakentamismääräyskokoelma D2/2012. [viitattu 9.5.2017]
12. Joensuun kaupunki. Rakennuslupa. 2013. <http://www.joensuu.fi/rakennuslupa>. [viitattu 12.5.2017]
13. Joensuun kaupunki. Maalämpö. 2016. <http://www.joensuu.fi/maalampo>. [viitattu 12.5.2017]

14. Motiva, SULPU ry. Lämpöä omasta maasta. 2012.
http://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampoa_o_masta_maasta-1.pdf. [viitattu 12.5.2017]
15. Ilvonen Mika. Yksikön päällikkö. Lämpökarelia Oy. [viitattu 20.4.2017]
16. Perälä, O; Perälä, R. Lämpöpumput. 2013. Helsinki: Alfamer/Karisto Oy.
[viitattu 13.5.2017]
17. Sulpu ry. Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP). 2017.
<http://www.sulpu.fi/ilma-vesilampopumput>. [viitattu 13.5.2017]
18. Sulpu ry. Myydyt lämpöpumput. 2017.
<http://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/Myydyt%20I%C3%A4mp%C3%B6pumput%202016%2C%20kaaviot%2C%20f.pdf>. [viitattu 16.5.2017]
19. Leskinen Jari. Myynti päällikkö, ostot. Lvi-Myller Oy. [viitattu 25.4.2017]
20. Energiatehokas koti. Poistoilmalämpöpumppu. 2017.
http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo- ja_maalampopumput/poistoilmalampopumppu. [viitattu 13.5.2017]
21. RT-kortisto18-11086. Rakennustietosäätiö RTS 2012. Vammala. [viitattu 6.4.2017]
22. RT-kortisto 18–10922. Rakennustietosäätiö RTS 2008. [viitattu 6.4.2017]
23. Rakentamismääräyskokoelma C2/1998. [viitattu 3.4.2017]
24. RT-kortisto 14–11239. Rakennustietosäätiö RTS sr 2016. [viitattu 7.4.2017]

Kuntoarvioraportti

Sulokivi Oy:n toimitilat

Ruoppitie 4

80100 Joensuu



Kuntoarvio tehty 1.4.2017

Eetu Vainio

1 Yleistä kuntoarviosta

Kuntoarvion tavoitteena on antaa tilaajalle puolueeton näkemys kiinteistön sen hetkisestä kunnosta. Havaintojen perusteella luodaan toimenpide-ehdotukset sekä muodostetaan kiinteistön kunnan järjestelmälliseen ylläpitoon tähtäävä kunnossapitosuunnitelma PTS. Jotta tilaaja saa paremman käsityksen kokonaiskuvasta, niin tässä havainnot ovat esitetty kuntoluokitukseen perustuen. Kuntoluokat ovat esitettyinä alla [21, taulukko 3]:

5 = Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa

4 = Hyvä, kevyt huoltokorjaus 6 – 10 vuoden kuluessa

3 = Tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6 – 10 vuoden kuluessa

2 = Välttävä, peruskorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6 – 10 vuoden kuluessa

1 = Heikko, uusitaan 1 – 5 vuoden kuluessa

Kunnossapitosuunnitelmassa esitetään tarvittavalla tarkkuudella toimenpiteet, joita tulisi tehdä seuraavien 10 vuoden aikana. PTS ei siis suoranaisesti ota kantaa siitä eteenpäin tuleviin korjauksiin, mutta se huomioi korjaustarpeiden suunnittelussa eri rakennusosien tekniset käyttöiät. Tekninen käyttöikä on rakennusosalle, tms. määritelty aika, jolloin rakennusosan, tms. tekniset toimivuusvaatimukset täyttyvät [22, taulukko 1].

Tässä raportissa olen listannut kunnossapitosuunnitelmaan ne toimenpiteet, joiden koen olevan tarpeenmukaisia suorittaa kiinteistön kunnan ylläpitämiseksi. Tavanomaisia kunnossapitotoimenpiteitä, kuten vuosittaiset huoltotoimenpiteet, olen jättänyt käsittelemättä. Suunnitelmassa esitettyjen toimenpiteiden kustannusarviot perustuvat karkeaan määrälaskentaan ja vuoden 2016 yleisiin kustannustasoihin.

Energiatalouden selvityksessä esitetään toistaiseksi rakennuksen vuotuisten kulutusten jakaantuminen veden ja sähkön kokonaiskäytön suhteen. Mukaan on ilmoitettu myös merkittävimpien tuotantokoneiden käyttöajat ja niiden karkeat sähkönkulutuslukemat. Kulutustiedot perustuvat jo mitattuihin lukemiin sekä tuotantokoneiden kohdalla laskennallisiin arvoihin.

Kuntoarviota suosittelen päivitettävän viiden (5) vuoden välein. Säännöllisellä arvioinnilla pystytään ennakoivasti ylläpitämään kiinteistön kuntoa, jolloin mm. korjauskustannusten hajauttaminen on helppo järjestää.

2 Yhteenveto

Kuntoarvion kohteena oli Sulokivi Oy:n käytössä oleva tuotantorakennus. Rakennus on rakennettu vuonna 1997 ja laajennettu 2003. Kiinteistö sijaitsee Joensuun Salpakankaalla.

Rakennus jaettiin käytön ja sisätilojen olosuhteiden perusteella kolmeen eri osaluueeseen:

- kivityöstöhalliin (kivien jalostaminen, kuten sahaukset)
- kultaushuoneeseen (hautakivien kultaus, hiekkapuhallus)
- muihin tiloihin (myynti-, tauko-, wc-, ym.tilat).

Kivityöstöhalli on kokonaisuutena välttävässä kunnossa; sisäpinnat ovat kärsineet pääosin huonosti toteutetuista ilmanvaihto- ja lämmitysratkaisuista. Ulkopinnoiltaan rakennus on hyväkuntoinen.

Kultaushuone on kokonaisuutena tyydyttävässä kunnossa. Merkittävin havainto tuli huonohkosta työviihtyvyydestä, jota huonontavat melu kivityöstöhallista, kylmyyden tunne lämmityskaudella sekä huono ilmanlaatu.

Muut tilat ovat kokonaisuutena hyvässä kunnossa. Ilmanvaihdon toimimattomuus nousi merkittävimmäksi käyttöä huonontavaksi tekijäksi tässäkin tapauksessa.

2.1 Rakennustekniikka

- Piha-alueiden päällysrakenteet ovat pääosin sora ja kivimurske. Alueet ovat yleisilmeeltään epäsiistin näköiset ja ahtaat. Kulkuväylille lätäköityy vesi ja ne upottavat monin paikoin runsaastikin. Pääväylän sisäänajon kohdalla maapohja routii.

- Vierustoilla/piha-alueilla ei havaittu selkeitä kallistuksia, osin johtuen varastoiduista materiaaleista/lumesta. Salaojien olemassaoloa ei kyetty varmistamaan. Tonttialueen kuivatuksen puutteellisuus saattaa aiheuttaa tavanomaisesti rakenteiden kantavuuskatoa, routimista ja perustuksissa mahdollista rapautumista sekä liikkumista.
- Sokkelit ovat suorat. Hallin sokkelista puuttuu maanpäälliseltä osalta vedeneristyskerros, mutta pääosin sokkeli on ehjä. Vanhalla osalla sokkeli on rapattu, mutta hiushalkeilua on paljon ja länsilaidalla eteläsokkelissa esiintyy painumaan viittaavia halkeamia.
- Vedenpoistojärjestelmä on puutteellinen; vedenpoistokouruja ei ole asennettu koko rakennukselle ja olemassa olevat syöksytorvet loppuvat sokkelin ylätasoon. Maahan ei ole asennettu vedenpoistojärjestelmää, mutta toisaalta kapillaarista kosteuden siirtymistä on näkyvissä vain vanhan osan sokkelissa.
- Alapohjarakenteena maanvarainen teräsbetonilaatta, jonka alla on (piirrosten mukaan) valtaosin routaeristeet, laakerointimuovit ja kapillaaritäyttö. Hallin lattia on lähes jatkuvasti märkä, mutta hyväkuntoinen, kuten muidenkin tilojen lattiat.
- Julkisivujen maalipinta on halkeillut/himmentynyt paikoin runsaasti etelä- ja länsiseinustoilla. Idän ja pohjoisen puoleiset maalipinnat ovat pääosin todella hyvässä kunnossa.
- Julkisivuverhouksen tuuletusrako on valtaosin umpeen laudoitettu, mikä voi aiheuttaa kosteuden tiivistymisen tuulensuojalevyn pintaan.
- Tippapellitysten kaltevuus ja kiinnitykset ovat monin paikoin puutteelliset, mutta ulottumat ok. Vähäiset kallistukset voivat aiheuttaa lumien kinostumisen pellityksille, jotka sulaessaan rasittavat erityisesti puosia.
- Sisäpuolella hallin kipsilevytykset ovat paikoin homeessa, tummentuneita sekä muitakin kosteuden vaikutuksia on nähtävissä. Pintakosteusmittauksia tehtiin seinien suoja-peltien aukoista hallin keskivaiheilla ja p-päädystä, mutta niissä ei havaittu kohonneita lukemia. Muissa tiloissa seinät ovat lähinnä kuluneet ja likaantuneet. Poikkeuksena wc-tilat, joiden alaosissa on kaarevuutta. Pintakosteuslukemissa havaittiin wc-tilojen ulkoseinien alaosissa lievää kohoumaa. Kultaushuoneessa höyrynsulku-muovi repsottaa levytysten alta näkyvissä.
- Hallin yläpohjatila tarkastettiin nähtäviltä osin p-päädyn tarkastusluukulta käsin, sillä tilassa ei havaittu kulkusiltaa. Eristeenä n. 400–450 mm kivipuhallusvillaa, joka on tasaisesti levitelty. Aluskate roikkui pieneltä matkalta irtonaisena ja sen ulottumaa ulkoseinälinjan yli ei havaittu. Ei näkyviä kosteusvaurioita.

- Vanhan osan yläpohjatilan kulkusillat eivät kata koko yläpohjatilaa, joten kaikkia paikkoja ei voitu tarkastaa. Lämmöneristeenä n. 300 mm paksu puhalluskivivilla. Katteen alta puuttuu aluskate, mutta tilassa ei havaittu kosteutta. Tuulenojjurit ovat irronneet monin paikoin kattotuoleista. Tila on hyvin tuuletettu.
- Sisäkatossa hallissa kipsilevyt ovat selkeästi tummentuneet ja niissä on nähtävissä home- ja kosteusjälkiä. Pahimmat jäljet löytyvät ilmanvaihtohormin ympäriltä ja seinän-yläpohjan liitosalueilta.
- Vanhalla puolella kultaushuoneessa sisäkattolevyjen pinnat ovat "auenneet" kosteusrasituksesta (vanhan tuotantotilan aikaan?), mutta vaikuttavat kuivilta arviointihetkellä. Ei kuitenkaan saatu mitattua pintakosteuslukemia. Myynti- ja tiloissa sisäkatot ovat hyväkuntoisen näköiset.
- Katteet ovat profiloituja peltikatteita. Hallin peltikatteessa esiintyy vain vähäistä ruostetta räystäillä, mutta muutoin läpivienti, kiinnitykset ja kattovarusteet ovat hyväkuntoiset. Vanhalla osalla peltikate on ruostunut hallin räystäään alta ja peltien kiinnitysruuvit ovat löystyneet monin paikoin. Katolla ok – kuntoinen lumieste.
- Rakennuksen ikkunat ovat pääosin kaksikerroslaisia lämpöikkunoita. Hallissa ikkunat ovat ehjät, mutta sisäpuolelta niin likaiset, ettei lasien ilmantiiveyttä havaittu. Kultaushuoneen ikkunat ovat osin harmaantuneita ja ulkopuoliset puiteosat pahoin maalivaurioituneita. Loput MSE – ikkunat ovat hyväkuntoiset.
- Ovien tiivisteet väljiä, vetää. Erityisen pahoin vetävät hallin nosto- ja päätyovet. Ovien käynti on hyvä. Sisäovista puuttuu ilmansiirtoraot.
- Tuotantokoneilta puuttuu huoltokirjat, roiskeveden rajoittaminen puutteellista. Työturvallisuusriskinä **kuolleen miehen kytkin puuttuu** hiekkapuhalluslaitteesta.

Seuraavan kymmenen vuoden aikana merkittävimmät toimenpiteet tulevat olemaan:

- Kulkuväylien ja piha-alueiden korjaustyöt. Sis. tonttialueen kuivatuksen järjestäminen/parantelu, maansiirtotyöt.
- Sadevedenpoistojärjestelmän ja salaojajärjestelmän suunnittelu ja asennus.
- Sokkelin korjaus ja pinnoitus, esim. 2-kerrosrappaus. Vanhalla osalla patolevyn asennus.
- Julkisivupaneloinnin huoltomaalaus ja muut korjaustyöt, kuten vaurioituneiden paneelointien vaihtotyöt, tuuletusraon järjestäminen (rakennusfysikaalisesti tärkeä!).
- Rakennuksen ilmanvuotokohtien paikkaus.

- Yläpohjan lisälämmöneristäminen vanhalla puolella.
- Katepeltien ruosteenpoistokäsittely ja kiinnitysten kiristäminen vanhalla puolella.
- Kultauhuoneen ikkunoiden vaihtotyöt energiatehokkaampiin/pienempiin. Mahdollisesti myös hallin ikkunoiden kunnostus/tutkimustyö.
- Liuskamuoviverhon vaihtaminen tiiviiseen ovirakenteeseen (työviihtyvyys paranee kultauhuoneessa). Siirtoilmarakojen järjestäminen välioviin. Hallin päätyoven vaihtaminen nosto-oveen ja oven muokkaustyö tiiviiksi.

2.2 LVI-tekniikka

LVI-järjestelmistä tulee toteuttaa erillinen kuntoarvio pätevän lvi-asiantuntijan toimesta.

- Hallia lämmitetään sähköisen lattialämmityksen avulla. Kiventyöstöhallissa lattialämmityksen tarkoitus on kuivata samalla betonilattiaa, kun tiloihin tuotetaan lämpöä. Eripuolille hallia on asennettu ilmanlämpötila-anturit, joiden perusteella sisäilman lämpötila pyritään pitämään vakiona.
- Hallissa on käytössä oma prosessivedenkierrätys – järjestelmä sekä pohjavesikaivo, joka takaa erittäin vähäisen kunnallisen veden tarpeen. Järjestelmän haittapuoli on se, että veden puhdistus tapahtuu ulkotiloissa, jolloin veden lämpötila putoaa etenkin talvisin lähelle 0-astetta (oletus). Tämä lisää lattialämmityksen käyttötarvetta, jotta sisälämpötila pysyisi tavoitearvoissa. Suuri osa lämpöenergiasta kuluukin siten prosessiveden turhaan lämmitykseen ilman, että sisätilat lämpenevät merkittävämmiin.
- Hallin poistoilmanvaihto on täysin riittämätön tasaamaan tuotannon aikaista sisäilman kosteutta. Lisäksi ilmanvaihdossa ei ole lämmöntalteenottoa, jolloin "lämmitetään harakoille".
- Vanhaa osaa lämmitetään sähköisellä lattialämmityksellä. Lattioiden lämpökuvauksessa havaittiin lämmityksen puuttuvan lähes kokonaan myyntitilan lattiasta. Lisäksi kultauhuoneen eteläpuolella ei havaittu minkäänlaista lämmitystä. Lämmityksen puuttuminen johtunee tilojen käyttöhistoriasta, jolloin tuotanto tehtiin vielä ns. vanhalla puolella.
- Lämmin käyttövesi tuotetaan sähkökäyttöisellä lämminvesivaraajalla, josta jakelu tapahtuu näkyviltä osin muovi-/kupariputkia pitkin. Viemäröinti on rakennustapaselosteen mukaan järjestetty muoviputkillä. Käyttövesi ja viemäröinti ovat kunnal-

liset. Myyntitilojen lattian alle on jätetty vanhat saostuskaivot, joihin kiviliete ja vesi johdettiin ennen laajennusta. Kaivojen ja putkitusten nykytilanne olisi hyvä selvittää tähystyksellä.

- Kultaushuoneen ilmanvaihto perustuu kohdepoistomurinin käyttöön työn aikana (satunnainen käyttö) ja ikkunoiden kautta tehtävään tuuletukseen. Hiekkapuhallushuoneesta on suora yhteys ulkoilmaan hiekanpoistotorven kautta. Muissa tiloissa on painovoimainen ilmanvaihto, jossa poistoilmaputket ovat johdettu yläpohjassa olevaan laatikkoon (ilmanvaihto ei toimi!). Tiloissa ei ole järjestettyä tilojen jäähdytystä.

Seuraavan kymmenen vuoden aikana merkittävimmät toimenpiteet tulevat olemaan:

- Vanhalla osalla vanhojen ilmakeinavien purku ja koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen (+LTO).
- Hallissa ilmanvaihtokanavien nuohoaminen ja lämmön talteenottojärjestelmän rakentaminen.
- Uusintalämpökuvaus.
- Uusi lämmitysjärjestelmä koko rakennukselle.

2.3 Sähkötekniikka

Sähköjärjestelmistä tulee toteuttaa erillinen kuntoarvio pätevän sähköalan asiantuntijan toimesta.

- Tilojen valaistus toteutetaan vielä pitkälti elohopeahöyrylampuilla, joiden saattaminen markkinointikäyttöön kiellettiin vuonna 2015. Lisäksi tiloissa käytetään paljon vanhanaikaisia loisteputkivalaisimia.
- Vanhan osan sulaketaulu sijaitsee teknisessä tilassa ja hallin sulakekaapit sijaitsevat nosto-oven vieressä.
- Sähköjohdotukset kulkevat pääosin pintavetoina.

Seuraavan kymmenen vuoden aikana merkittävimmät toimenpiteet tulevat olemaan:

- Valaisinjärjestelmän päivittäminen.

2.3 Välittömästi korjattavat puutteet

- Kuolleen miehen kytkin järjestettävä hiekkapuhallinlaitteeseen.
- Toimivan ilmanvaihdon järjestäminen.
- Hiekkapuhallushuoneen ilmanpoistotorven lämmöneristyskotelointi.
- Peltikatteen ruostekorjaus ja vesikourujen/syöksytörvien asennus.

2.4 Lisätutkimusta vaativat kohteet

- Salaojien olemassaolo ja niiden kunto.
- Hallin yläpohjatilan kunnan selvittäminen sekä kultaushuoneen yläpohjatila nykyisistä kulkusilloista eteenpäin.
- Tarkemmat kuntotutkimukset hallin vaurioalueilta.
- Hallin ikkunoiden ilmatiiveyden havainnointi pintojen puhdistamisen jälkeen.
- Radon-mittaukset.

3 Energiatalouden selvitys

Kohteen energiankäyttö muodostuu valtaosin tuotantokoneiden käytöstä sekä tilojen lämmityksestä. Käyttöveden osuus on verrattain vähäistä kokonaisuutta ajatellen.

Kohteeseen on tehty energianhallintaa parantavina toimenpiteinä viime aikoina yläpohjan lisäeristäminen puhalluskivivillalla. Muita merkittäviä energianhallintaa parantavia toimenpiteitä ei ole tehty.

Alla olevaan taulukkoon on listattu arvoja rakennuksen energian käytöstä vuosilta 2013–2016. Taulukossa mitatut vedenkulutus ja energiankulutuksen kokonaistoteutumat perustuvat kiinteistöstä mitattuihin arvoihin. Tuotantokoneiden kulutuslukemat ovat laskettu dokumentoiduista käyttötuntiedoista (aihio-, siltasaha, hiomakone) ja niihin on lisätty arviot loppujen tuotantolaitteiden energiankulutuksesta. Arviot ovat karkeahkoja, mutta hyvin suuntaa antavia.

Kiinteistön energiataloustiedot 2013–2016.

Energiankäyttö	2013	2014	2015	2016
Mitattu vedenkulutus (m ³ /a)	81	54	61	69
Laskennallinen E-kulutus (kWh/a)	4725	3150	3558	4025
Tuotantokoneiden käyttöarvio (h/a)		1200	1100	1400
E-kulutusarvio (kwh/a)		43000	27000	48000
Energiankulutustoteutuma yhteensä - (kWh/a)	-	-	68068	80596

Taulukosta nähdään arvioida, että rakennuksen lämmittämiseen kuluu energiaa vuositasolla n. 40–60 % kokonaisenergiankäytöstä. Suhde on suuri, sillä tuotantokoneiden käyttö kasvattaa luonnostaan kulutusta voimakkaasti.

Kohteen energiataloutta voitaneen parantaa kannattavasti usein eri keinoin. Lämmitysjärjestelmän rinnalle kannattaa hankkia korvaava kohteeseen sopiva lämmitysmuoto, kuten ilmalämpöpumppu. Muita keinoja ovat kultaushuoneen lisälämmöneristäminen, sillä seinäeristeen paksuus on vain n. 100 mm. Ilmavuotokohtien korjaaminen kannattaa, sillä ne heikentävät lämmöneristekerroksen toimintaa, aiheuttavat kosteusvaurio-ri-kejä sekä ovat yleensä halpoja korjata. Lisäksi tiivis vaippa on toimivan ilmanvaihdon peruskivi, työviihtyisyyttä lisäävä tekijä, jne. Sähkövalaistuksen uusimista kannattaa myös pohtia, mikäli tarvetta paremmalle työtilojen valaisemiselle koetaan.

4 Kuntoarvion perustiedot

Kohteen omistaja:	Matti Kurki
Kuntoarvion tilaaja:	Matti Kurki, Sulokivi Oy:n edustaja
Kuntoarvion toteuttaja:	Eetu Vainio
Kuntoarvion kohde:	- kivityöstöhalli (laajennusosa) - muut toimitilat (vanhaosa) - Piha-alueet
Rakennuksen käyttötark.:	Hauta- ja rakennuskivien jalostaminen sekä myynti.
Pinta-ala ja tilavuus:	Vanhaosa: 168 m ² ja 680 m ³ . Laajennusosa: 323 m ² ja 1970 m ³ .
Kerrosten lukumäärä.:	1
Rakennusvuosi:	Vanha osa v. 1997. Laajennus v. 2003.
Kuntoarvion syy:	Tilaaaja haluaa selvittää rakennuksen nykykunnan ja korjaustarpeet sekä parantaa energianhallintaa.
Toteutusajankohta:	1.4.2017 klo. 10.00–12.00 (kohteen valokuvaaminen) 2.4.2017 klo. 10.00–12.00 (Lämpötila-/kosteusmittaus)
Käytetyt mittalaitteet:	- MC-100S – pintakosteusmittari. - Vaisala HUMICAP [®] HMI41 ja HMP42 – kosteus/lämpötilamittari (sisäilman mittaukset). - Raytek Raynger ST –infrapunalämpömittari.
Sääolosuhteet:	Ulkoilma: +1 °C, RH 83 %, pilvistä ja poutaa. Sisäilma, halli: +12,5 °C (ka.), RH 19,7 %. Sisäilma, vanha osa: +20,5 °C (ka.), RH 19,5 % (ka.).
Käytössä olleet asiakirjat:	- Pääpiirustukset molemmilta osilta. - Lattialämmityskaapelien sijaintipiirros (laajennus)
Arviossa läsnä olleet:	Arvioijan lisäksi ei muita.
Muuta:	Kyselylomakkeet jaettiin työntekijöille (Ojala, Jääskeläinen) sekä lähetettiin s-postitse omistajalle. Omistaja ei vastannut. Lisäksi työntekijöiden jälkihaastattelu.

5 Rakennustekniset tiedot

Rakennustapa:	- Paikalla rakennettu puurunko (laajennus). - Purkuelementeistä koottu, osin paikalla rakennettu puurunko (vanha osa).
Perustukset:	- Tb-antura korkealla eristeharkkosokkelilla. Maan päälliset harkot EH-300 eristeharkkoja.
Alapohjarakenteet:	- Maanvarainen tb-laatta alapuolisella routaeristeellä. - Muovimattopäällystys (vain toimisto/taukotilat).
Ulkoseinärakenteet:	- Puurunko mineraalivillaeristyksellä. Julkisivuissa vaakapanelointi, sisätiloissa levytys.
Yläpohjarakenteet:	Puurakenteinen puhallusvillalla.
Vesikate:	Profiilipeltikate.
Väliseinät:	Puurakenteiset.
Ovet:	- 1 kpl nosto-ovia - 2 kpl 2-lehtisiä hallin ovia - 2 kpl tavallisia ulko-ovia - 1kpl suikaleverhoja - Useita väliovia.
Ikkunat:	- Työtilat 13 kpl kaksikerros-eristyslaselementtejä. - Toimisto/taukotilat 3 kpl MSE. - Muut yläpohjatilaan johtavat.
Lämmitysjärjestelmä:	- Lattialämmityskaapelointi ilmanlämpötila-anturein varustettuna (laajennus). - Lattialämmityskaapelointi termostaatein (vanhaosa).
Lämmöntuotto ja -jako:	Sähkö, osittain varaavalla betonilaatalla.
Ilmanvaihtojärjestelmä:	- Koneellinen poistoilmanvaihto & korvausilmaräppänät (laajennus). - Painovoimainen ilmanvaihto (toimisto/taukotilat). - Kohdepoistoimuri (kultaushuone).
Kunnallistekniikka:	- Kunnan viemäriverkostoon viemäriliittymä. - Käyttövesiliittymä kunnan vesijohtoverkostoon. - Sadevesiviemäri kunnan jätevesiliittymään.

- Omat järjestelmät: - Pohjavesikaivo, prosessiveden kierrätysjärjestelmä (sis. 3 kpl saostuskaivoja).
- Korjaushistoria: - Koko rakennuksen yläpohjan lisäeristys 1/2016.
 - Etupihan korjausta (maamassojen vaihtoa) 2016.
 - Hallin suojaPELLITYKSET ja kipsilevyjen korjaus 2012.
 - Julkisivujen maalaus.
- Havaitut puutteet ja vauriot: - Heikko ilmanvaihto koko rakennuksessa; hallissa (käyttäjien havainnot) huurtumista tuotannon aikana/epämiellyttävä haju ja, lattiat eivät kuivu kunnolla. Kultauhuoneessa haistaa "kultaushöyryt" vielä pitkään kultaamisen jälkeen. Painovoimaisissa tiloissa ilma ei vaihdu. Täysipitkät työpäivät aiheuttavat äänen kähenemistä osalla työntekijöistä.
 - Huono ääneneristävyys vanhan ja uuden osan välillä.
 - Kultauhuoneessa talvisin kylmän tunnetta.
 - Turha kivien kuljettelu vanhan ja uuden osan välillä lisää tuotteiden vahinkoalttiutta.
 - Kultauhuoneessa ikkunan tarve pihamaalle päin.
 - Kultauhuoneessa tarve lämpimän veden jakelulle.
 - Kuolleen miehen kytkin hiekkapuhalluskoneesta puuttuu ja happimaskiin tulee öljyn haju laitteistohuoltojen jälkeen.
 - Kiventyöstöhallissa vesi ei johdu tehokkaasti veden poistokouruun/saostuskaivoihin ja osassa hallia lattia viettää väärään suuntaan.
 - Riittämätön työvalaistus hiomakoneella ja hallissa muutoinkin toivetta paremmalle valaistukselle.
 - Epätiivit hallin ovet.
 - Ikkunoiden pielilaudat kärsivät kondenssista (halli).
 - Kipsilevyt tummentuneet/osittain homehtuneet kosteasta sisäilmasta hallissa .
 - Vaijerisahan antura epäkäytännöllinen/turha.
 - Piha-alueet upottavat keväisin/kesäisin.

6 Havainnot kohteesta ja toimenpide-ehdotukset

Kuntoarviossa tehdyt havainnot ovat esitetty alla rakennusosakohtaisesti. Kaikkia kuvia ei ollut mahdollista liittää raporttiin, joten vain tärkeimmät ovat esitettyinä. Tarvittaessa kuvamateriaalia voi kuitenkin pyytää lisää esim. s-postin välityksellä.

Havaintojen yhteyteen (alapuolelle) olen *kursivoidulla* kirjasintyypillä listannut suositeltavat jatkotoimenpiteet, jotka perustuvat täysin kohteesta tehtyihin havaintoihin.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Piha- alueet	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 913 1449 1122">— Arviointihetkellä piha-alueet ovat monin paikoin lumen/jään tai peitossa, josta johtuen kaikkia alueita ei voi kattavasti tarkistaa. Arviointi tehdään kulkuväyliä pitkin, jotka ovat osittain sulia etupihan sekä takapihan puolella. <li data-bbox="496 1137 1449 1234">— Rakennetapaselosteen mukaan perusmaa on hiekkamoreenia, mutta piharakenteista ei ole täyttä varmuutta. Pintakerroksena sora/murske. <li data-bbox="496 1249 1449 1346">— Pääkulkuväylä pullistelee ja halkeilee rakennuksen länsipuolella, ilmeisesti roudan vaikutuksesta. <li data-bbox="496 1361 1449 1458">— Osittain sulaneet kulkuväylät upottavat paikoin runsaastikin; takapihan (rakennuksen itäpuoli) puolella enemmän kuin etupuolella. <li data-bbox="496 1473 1075 1518">— Hule- ja sadevesi lätäköityy kulkuväylille. <li data-bbox="496 1534 1449 1839">— Pintavedet johdetaan etupihan puolella sadevesikaivoon ja siitä kunnalliseen viemäriverkostoon. Sadevesikaivo osittain vielä lumen alla, mutta arviointihetkellä toimii normaalisti. Sulamisvesi virtaa n. 2-5 metrin matkalta kaivoon, parhaiten rakennuksen puoleisilta sivuilta. Kannen korkotasoa ei mitattu. Muutoin piha-alueiden kallistuksia ei voi luotettavasti arvioida. <li data-bbox="496 1854 1449 2069">— Lumet ovat läjitetty rakennuksen koillisen ja kaakon puoleisille kulumille. Koillis-kulmalla oleva lumikasa on osittain levinyt kunnan kulkuväylälle (Aspitie) ja ahtauttaa kulkemista omalle takapihalle. Kaakon puoleinen lumikasa on kasattu aiemmin varastoitujen kivima-

-
- teriaalien päälle ja on noin 2 m:n päässä rakennuksen ulkoseinästä. Lisäksi kaakon puoleisella varastoalueella lainehtii vesi.
- Tontin raja-alueilla ei havaittu ojituksia.
 - *Kulkuväylien korjaustyön laajuus selviää tarkemmin vasta rakenteiden avauksessa, mutta suosittelen silti vaihtamaan nykyiset maamasat kantavampiin/vettä läpäisevimpiin maa-aineksiin, kuten kalliomurskeeseen.*
 - *Kuivatuksen tehostamiseksi takapihalle kannattaa vetää kunnallinen sadevesiviemäri ja asentaa sadevesikaivo(t). Mikäli rakennusta aiotaan laajentaa kylmällä varasto-osalla, niin samalla kannattaa muuttaa nykyisten saostuskaivojen sijaintia tontin reuna-alueelle. Tontin kuivatuksesta on laadittava erillinen suunnitelma.*
 - *Lumien läjitys tulee tehdä vähintään kolmen metrin päähän rakennuksen sokkelista ja mieluiten poistaa kokonaan tontilta ennen sulamisvaiheen alkamista.*
-



Rakennuksen etupihan yleisilmettä. Kunnallinen sadevesikaivo on merkattu kuvaan nuolella.



Rakennuksen etupihan yleisilmettä pohjoiseen päin (Aspitielle).

Vesi lätäköityy kulkuväylälle.



Rakennuksen takapihan yleisilmettä etelän suuntaan. Kulkuväyliä välissä on saostuskaivot.

Väylät upottavat runsaasti eikä sulamisvesi johdu pois. Vasemmalle jäävä alue lainehtii vettä.

Väylän päässä näkyy toinen tontin lumikasoista.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Perustukset, sokkelit, rakennuksen vierustat	— Rakennuksen idän puoleista sokkeliä ei voi kaikilta osin tarkastaa, sillä vierustat ovat varastokäytössä. Etelän puoleisella seinustalla räystältä pudonnut lumi estää kunnollisen näkyvyyden aivan sokkelin alaosaan. Lisäksi länsi- ja osittain pohjoispuolen sokkeli on päällystetty liuskeella v. 2016, jolloin mahdolliset painumavauriot saattavat jäädä huomaamatta.

-
- Näkemäni ja käyttäjiltä saadun palautteen perusteella kallistukset vaikuttavat, etupihaa lukuun ottamatta, liian pieniltä veden poisjohtamiseksi vierustoilta.
 - Etelänpuoleisella vierustalla kasvaa koivu, joka on kertaalleen jo katkaistu. Aivan sokkelin vierustalla esiintyy myös monin paikoin sammalkasvustoa, joka mm. kertoo maapohjan kosteudesta.
 - Monin paikoin on nähtävissä kapillaarisen kosteuden nousu alimpiin sokkelivarveihin. Selvimmin tämä näkyy kivipäälysteisillä osilla rakennuksen länsi- ja pohjoispuolen sokkeleissa.
 - Katon sulamisvedet ovat suurimmalta osin johdettu ränneihin, jotka loppuvat sokkelin yläreunan tasolle. Ränneistä roiskuva vesi kastelee siten sokkelin erityisen pahasti alaosistaan ja nurkka-alueilla. Etelän puoleinen laajennuksen ja vanhan osan rajalla oleva sokkeli on erityisen pahasti kastunut valumavesistä. Roiskevesi pääsee rajapinnasta tunkeutumaan sokkelin sisälle ja on jo aiheuttanut rapautumista tällä osin. Hallin sisäpuolella kyseinen sokkelin nurkka-alue on selvästi kostea.
 - Idän puoleinen sokkeli ei pääse tuulettumaan kunnolla varastoidun materiaalin takana. Lisäksi samalta seinustalta puuttuu katon vedenpoistojärjestelmä, jolloin vesi pääsee putoamaan vapaasti varastotavaralle ja siten roiskevesi kastelemaan sokkeliä/julkisivupanelointia. Arviointihetkellä sokkelissa ja julkisivulaudoituksessa on nähtävissä kosteutta.
 - Pohjoispuolella halliosan sokkelista (oven pieli) on hajonnut useista harkoista ulkokuori. Hajonneet kuoret ovat enimmäkseen kosmeettinen haitta, mutta tulisi vaihtaa ehjiin mahdollisimman pian. Hajonneet harkot eivät olennaisesti lisää lämmönhukkaa, mutta sen sijaan lisäävät veden imeytymistä rakenteeseen ja nopeuttavat raudoituksen korroosiota.
 - Sisäpuolelta hallissa sokkeli on monin paikoin kastunut tuotantolaitteiden lähellä. Muutoin sokkeli on kuiva ja ehjä niin hallissa kuin kultaahuoneessakin. Muissa tiloissa sokkeli on lisäeristetty 50 mm:n mineraalivillalla ja verhoiltu lastulevytyksin.
 - Muutoin halliosan sokkeli näyttää ehjältä ja suoralta. Patolevy on
-

nähtävissä n. 10–20 cm maanpinnan yläpuolella ja se näyttää oikein asennetulta. Harkkojen pinnoitus on tekemättä niin sisäpuolelta kuin ulkopuoleltakin.

- Vanhan osan sokkeli on rapattu ja etelän puoleisessa sokkelissa on havaittavissa paljon lähinnä saumoja pitkin kulkevia (pysty-/vaakasuuntaisia) hiushalkeamia. Lähellä lounaan puoleista kulmaa näkyy myös muutama yksittäinen ylöspäin aukeneva halkeama. Pinnoituksen läpi "paistaa" suurilta osin myös harkkojen saumakohtat. Muutoin sokkeli näyttää suoralta ja on varsin siisti.

 - *Vierustoilta kannattaa raivata ylimääräinen materiaali pois, jotta sokkeli ja maapohja kuivuisivat nopeammin ja sokkelin kuntoa olisi helpompi havainnoida. Koivu sokkelin vierestä on poistettava mahdollisimman piakkoin.*
 - *Vierustojen maanpinnat on muotoiltava viettämään rakennuksesta pois päin vähintään 150 mm kolmen metrin matkalla [23, 5].*
 - *Vanhan osan ja hallin väliin rako sokkelissa on injektoitava umpeen ilmavirran ja kosteuden siirtymisen ehkäisemiseksi. Injektointia varten yhdysalue on puhdistettava huolellisesti.*
 - *Pohjoispäädyn hajonneet harkot on vaihdettava uusiin mahdollisimman pian. Pienehköt halkeamat voidaan korjata injektoimalla rakenteeseen.*
 - *Sokkelit suositellaan kaksikerrosrapattavan ulkopuolelta. Sisäpuolinen rappaus voidaan jättää tekemättä, mikäli varmistetaan roiskevesisuojaus muulla tavoin, esim. laitekohtainen suojaus ja omat toimintatavat.*
 - *Vanhan osan sokkelissa ilmenevistä pystysuuntaisista halkeamista on tehtävä säännöllisesti havaintoja kaksi kertaa vuodessa, jotta nähdään kasvavatko halkeamat (=painuuko rakennuksen nurkka).*
 - *Vanha osa on varustettava patolevyllä ja rappauskäsittelyllä samassa yhteydessä, kun sadevesi-, salaojajärjestelmä asennetaan.*
-



← Painumaan viit-
taava halkeama
lähellä lounais-
kulmaa.

Hallin pohjoispäädyn
hajonnut sokkeli.



← Vanhan osan/hallin sokkelien epätiivis
yhtymäkohta etelän puoleisessa sokke-
lissa. Kuvat ovat otettu ulkoa ja sisä-
puolelta.





Kalkkeutuma sokkeleissa kertoo huonosta maapohjan kuivatuksesta.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Sadevesien poistojärjestelmät ja salaojat	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 792 1457 943">— Sadevedet johdetaan, halliosan idän puoleista lapetta lukuun ottamatta, sadevesikouruihin ja syöksytorvia pitkin maahan. Sadevesille ei ole olemassa maahan asennettua sadevesijärjestelmää. <li data-bbox="496 965 1457 1115">— Sadevesivarusteet kiinnityksineen ovat hyväkuntoiset ja kallistukset ovat riittävät veden poisjohtamiseksi. Vesikourut ovat riittävän puhtaat eivätkä sisällä ylimääräisiä roskia. <li data-bbox="496 1137 1457 1288">— Salaojat ovat rakennuskuviin piirretyt, mutta niiden olemassaoloa ei voitu varmistaa. Myöskään omistaja ei ollut varma onko salaojia asennettu eikä tarkistuskaivojakkaan havaittu. <li data-bbox="496 1310 1457 1391">— Kunnalliseen verkostoon johtava sadevesikaivo (pihan edustalla) toimii ja näytti hyväkuntoiselta päällepäin. <li data-bbox="496 1458 1457 1939">— <i>Sadevesijärjestelmän täydentäminen; halliosalle sadevesikourut lappituksille ja nurkkiin syöksytorvet, olemassa olevien syöksytorvien jatkaminen ja sadevesiputkien/kaivojen asennus. Samassa yhteydessä on selvítettävä salaojien olemassaolo ja kunto. Vanha salaojitus puhdistetaan ja jätetään pakoilleen. Mikäli salaojitukset puuttuvat, niin salaojajärjestelmää suositellaan asennettavaksi. Salaojitus voidaan kuitenkin jättää toteuttamatta, mikäli perusmaan vedenläpäisykyky todetaan riittäväksi eikä pohjaveden korkeuden vaihtelusta ole haittaa [23,6].</i> <li data-bbox="496 1962 1457 1993">— <i>Sade-/hulevesien poisjohtamisesta laadittava erillinen suunnitelma.</i>



Syöksytörvien alapäävät loppuvat sokkelin yläpään tasalle.

Kuvassa oleva nurkkaus on sammaleen peitossa.

Nimike

Havainnot ja toimenpide-ehdotukset

- Alapohjara-
kenteet
- Rakennuksen alapohjana toimii maanvarainen teräsbetonilaatta, jonka alle on piirustusten mukaan asennettu kaksinkertainen muovitus ja routaeristeet. Toimisto-/taukotiloihin on asennettu muovimatto.
 - Hallin lattialaatta on hyväkuntoinen. Liikuntasaumasta on lohjennut laaja-alainen osa aihiosahan läheisyydessä, muutoin sauma hyväkuntoinen.
 - Hallin lattia viettää paikallisesti hiukan laajennusta/vanhaa osaa rajavaa seinää kohden sekä vaijerisahan läheisyydessä etelän puoleista seinää kohden. Kaadot ovat riittävät vedenpoistokourun läheisyydessä, mutta muutoin prosessivesi ei kaikilta osin ohjaudu tehokkaasti vedenpoistokouruun.
 - Käyttäjien mukaan lattia pysyykin monin paikoin jatkuvasti märkänä (erityisesti sahojen, yms. läheisyydessä) huonojen kaatojen takia. Arviointihetkelläkin lattiat olivat paikoin märät sekä kivilietteen peitossa. Veden/kivilietteen poistamiseen tarkoitettu kouru sekä monin paikoin tuotantolaitteiden lähellä olevat sokkelit ja kourun/seinän välinen lattia ovat märät. Lisäksi aihiosahan alla oleva syvennys on kauttaal-
-

-
- taan veden peitossa, vaikka sahaa ei ole käytetty muutama vuoro-kauteen. Lisäksi talvisin nosto-oven edustalla lattialle muodostuu jää-tä.
- Vedenpoistokouru päättyy aihiosahan päädyssä suoraan sokkeliin.
 - Hallin RHS-pilarin juuressa betonilattia on värjäytynyt pienellä alalla ruskeaksi. Tämä voi johtua betonilaatan sisällä tapahtuvasta teräspila-rin tai raudoituksen korroosiosta, sillä hiekkapuhalluslaitteista tyhjen-nettävä kondenssivesi valuu kyseisen tolpan juureen. Lattian yläpuoli-silta osilta pilarissa ei kuitenkaan ole nähtävissä merkkejä korroosios-ta.
 - Kultauhuoneen alapohja on hieman kulunut, mutta hyvässä kunnos-sa. Vedenpoistokourun ja ulkoseinän välissä kulkee selkeä halkeama.
 - Lattian kallistukset ovat riittävät ja oikeansuuntaiset käyttötarkoituk-selle. Vanha viemärikaivanto on peitelty vanerilevyillä asianmukai-sesti eikä ole käytössä.
 - Vanhan viemärikaivannon ja etelän puoleisen ulkoseinän välisessä laatassa havaittiin koko huoneen matkalla muuta lattiaa korkeampia lukemia (pintakosteusmittarilla). Lukemat johtunevat pääasiassa lat-tialämmityksen puutteesta kys. alueella sekä mahdollisesti puutteelli-sesta routaeristyksestä laatan alla.
 - Hiekkapuhallushuoneen lattia on kauttaaltaan hiekan peitossa eikä sitä tarkastettu.
 - Lopuissa tiloista (tsto, pkh, wc:t, taukotila) lattiat ovat päällystetty muovimatolla. Matossa ei ole nähtävissä merkittävää kupruilua, repei-lemiä eikä kulumista. Ainoa n. 20cm:n rikkoontuminen löytyy puku-huoneen lounaisnurkasta.
 - Pintakosteusmittauksissa havaittiin hieman kohonneita lukemia n. 1m:n säteellä kultauhuoneen ovesta taukokuoneen puolella. Johtunee em. tavoin lattialämmityksen/routaeristeen puutteellisuudesta. Ei vaa-di toimenpiteitä.
 - *Hallissa kivilietteen putsaaminen (erityisesti vedenpoistokouru & tuotantokoneiden ympäristöt) useammin ja säännöllisesti, esim. joka perjantai nopeuttaa kuivumista.*
-

-
- Aihiosahan ympäristön (erityisesti kiskojen väli) kallistuksia kasvatetaan, mikäli alueen siivoaminen ei auta veden poisjohtamisessa/nopeuta kuivumista.
 - Halkeamien injektointi injektointiepoksilla (ei välttämätöntä korjaustarvetta).
 - Vedenpoistokouru on suljettava seinään johtavalta osalta, esim. täyttö betonivalulla.
 - Hiekkapuhalluslaitteiston kondenssivesi kannattaa tyhjentää astiaan, jotta vesi ei kerry pilarin/seinän juureen.
-



Aihiosahan prosessiveden poisjohtaminen ei toimi kunnolla, vaan osa vedestä jää kiskojen väliin kuoppaan.



Hiomakoneen prosessivesi kastelee ympäröivät rakenteet ja valuu osittain väärään suuntaan.

Kuva on käyty ottamassa tuotannon aikana.



Vedenpoistokouru ei toimi tehokkaasti tukkeutuneena.



Kultaushuoneen lattia on kulunut, mutta hyväkuntoinen.



Pukuhuoneen lattiamatto on revennyt. Muutoin mattopinnat ovat eheät ja hyväkuntoiset.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Ulkoseinät ja julkisivut	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="491 309 1369 342">— Ulkopuolinen arvio toteutettiin kokonaisuudessaan maasta käsin. <li data-bbox="491 365 1449 678">— Julkisivuverhosten takana kulkee tuuletusrako, joka on tukittu koko rakennuksen osalta vääränlaisella paneloinnilla. Panelointien alaosat ovat kiinnitetty sokkelin yläosaan estäen ilman pääsyn laudoituksen taakse. Samalla on tukittu lähes kaikkien ikkuna-aukkojen alaosan tuuletusrako, josta ilma pääsisi kiertämään pois. Seinän yläosaa ei pystytty tarkastamaan. <li data-bbox="491 701 1449 947">— Hallin julkisivut ovat pohjois- ja itäseinustoilta hyväkuntoiset. Lännen- ja etelän puoleisissa julkisivupaneeleissa on havaittavissa maalipinnan halkeilua ja himmentymistä. Pielilaudoituksissa sekä otsalaidoissa on vaihtelevasti paljon eroja; osassa maalipinta on hyvässä kunnossa ja osassa halkeilua on jo selkeästi nähtävissä. <li data-bbox="491 969 1449 1171">— Hallin sokkelia suojaavan tippapellityksen kallistukset ovat paikallisesti riittämättömät, joka johtaa lumen kertymiseen julkisivulaidoitusta vasten. Lisäksi etelän puoleinen tippapelti on osittain irronnut, mutta estää kuitenkin veden pääsyn seinä/sokkelirakenteeseen. <li data-bbox="491 1193 1449 1395">— Sisäpuolelta seinät ovat roiskevedeltä suojapellitetty n. 1 m:n matkalta alaohjauspuun molemminpuolisesti. Lisäksi seinustoille on kertynyt monin paikoin irtotavaraa (kiviä, puutavaraa, työkaluja, yms.), josta johtuen seinien alaosia ei saatu edes silmämääräisesti tarkastettua. <li data-bbox="491 1417 1449 1664">— Pellitysten yläpuolisilta osilta on selkeästi havaittavissa kostean ilman vaikutukset. Kipsilevyt ovat tummentuneet ja niistä "paistaa" läpi seinärunko. Lisäksi on monin paikoin havaittavissa itäseinustalla selkeitä homejälkiä (etenkin iv-räppänöiden läheisyydessä) sekä katon rajasta tummentumia. <li data-bbox="491 1686 1449 1821">— Suurimpana riskinä on, että alaohjauspuu on ennen pellityksiä päässyt kastumaan roiskevesien seurauksena tai, että höyrynsulkukerros on päästänyt kosteutta eristekerroksen puolelle. <li data-bbox="491 1843 1449 2054">— Vanhalla osalla etelän/lännen puoleisella seinustalla maalipinta on pahoin halkeillutta/himmentynyttä ja julkisivupaneelit ovat paikoin vääntyilleitä/repsettävät. Pohjoispuolen julkisivu on lähinnä likaantunut hiekkapölyn vaikutuksesta. Lounaan puoleisen nurkan lähellä

-
- seinässä on linnun, tms. pesäkolo.
- Sokkelin suojaksi asennetut puiset tippalaudat ovat jo paikoin alkaneet pehmetä maalaushuollon puutteellisuudesta johtuen.
 - Sisätiloissa vanhan osan toimisto, ym. tilat ovat pääosin levytetyjä aivan lattiarajaan asti. Seinien lämpötila/kosteusmittauksissa ei havaittu merkittävämpiä poikkeamia. Vain teknisen tilan nurkka-alue on selvästi muita alueita kylmempi; nurkan höyrynsulkua ei ole tiivistetty yhtenäiseksi.
 - Pukuhuoneen wc-tilan ulkoseinä on alaosastaan kaareva, samoin kuin toimiston wc:n väliseinän alaosa.
 - Kultaushuoneessa seinärungon ja sokkelin liittymästä on nähtävissä muovin (höyrynsulku?) irtonainen laita levytyksen alta.
-
- *Julkisivupaneloinnin taakse järjestettävä ilmarako siten, että ilma pääsee vapaasti kiertämään verhouspanelointien takaa koko matkalta. Samalla kannattaa asentaa jyrksijäverkot aukkoihin sekä parantaa tippapeltien kallistuksia ja kiinnityksiä. Vanhalle osalle suosittelen vaihdettavaksi puiset tippalaudat peltisiin.*
 - *Hallin julkisivupanelointi pitää huoltomaalata erityisesti etelä- ja länsiseinustoilta viiden vuoden sisällä. Samalla pitää maalata myös pieli-/otsalaudoitukset. Maalaukset on tehtävä samalla maalityypillä kuin aiemminkin.*
 - *Hallin sisäpuolelta on tarkistettava erityisesti vaurioituneiden alueiden höyrynsulun tiiveys ja selvítettävä alaohjauspuun kunto. Homehuneet kipsilevyt on vaihdettava uusiin.*
 - *Halkeilleet ja vääntyilleet julkisivupaneloinnit on uusittava ja maalattava kahteen kertaan. Vaihdon yhteydessä kannattaa tarkastaa tuulensuojan kunto nähtäviltä osin.*
 - *Vanhalla osalla etelä- ja länsiseinustoilla vanha maalipinta kannattaa kokonaan poistaa, jonka jälkeen alusta pestään ja uusintamaalataan.*
 - *Sisäpuolelta höyrynsulku on asennettava tiiviiksi sulakekaapin vierestä.*
-



Hallin sisäseinissä esiintyy kosteusvaurioita erityisesti aukkojen ympäryksillä. Muutoinkin on selvästi nähtävissä kostean sisäilman vaikutukset.



Idän ja pohjoisen puoleiset maalipinnat ovat pääosin hyväkuntoiset. Pohjoisen puoleinen (oikean puoleinen kuva) julkisivu likaantuu tosin puhallushiekan pölystä.



Lännen ja etelän puoleisten julkisivujen maalipinta on korjauksen tarpeessa.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Yläpohja ja yläpohjatila	<ul style="list-style-type: none"> — Hallin yläpohjaan on kulkureitit molemmista päädyistä. Kulkuaukot ovat ruuvein ruuvattu kiinni ja sijaitsevat tavanomaisten tikapuiden ulottumattomissa. — Yläpohjatilan tarkastus tehtiin pohjoispäädyn luukulta käsin, sillä tilassa ei havaittu kulkusiltaa. Siten havainnot koskevat pelkästään pohjoispäädyn yläpohjatilaa. — Eristepaksuus on n. 40-45 cm ja se on hyvin tasaiseksi levitelty. — Ilmastoinnin poistoputken ympärillä havaittiin alumiinieristys, mutta sen kuntoa ei pystytty erottamaan. — Kattotuolirakenteet näyttävät olevan hyväkuntoisia eikä naulalevyissä ole havaittavissa ruostetta. — Aluskate roikkuu pieneltä matkalta kattotuolien välissä, mutta voi olla limityksestä johtuvaa. Aluskate ulottuu ulkoseinälinjalle asti, mutta ei pysty havaitsemaan sen kireyttä sekä ulottumaa seinälinjan yli. — Vanhan osan yläpohjaan pääsee tikapuilla kultauhuoneen puolelta. Yläpohjan ensimmäisessä osassa mitatun puhallusvilla syvyys on n. 20cm ja levitys on tehty todella epätasaisesti. — Loput vanhan osan yläpohjasta on eristetty tasaisesti ja eristekerroksen paksuus on n. 30cm. Toimiston kohdilla pohjoispuolen seinämälle on viritetty pressu, jonka tarkoitus on ilmeisesti pitää tuuli pois eristeistä. Arviointihetkellä tuuli kuitenkin heiluttelee pressua ja on päässyt tiivistämään eristekerrosta hiukan kasaan. — Kulkusilta länsipäätyyn puuttuu kokonaan eikä siltaa ole tehty myöskään aivan itäpäätyyn saakka. Havainnointi on suoritettu kulkusiltaa myöten ja täten kaikkia kohtia ei ole voitu kunnolla tarkistaa. — Yläpohjatila tuulettuu hyvin avoimien räystäiden kautta. — Tuulenojaimet ovat paikoin irtoilleet kiinnityksistään ja makaavat lämmöneristeiden päällä. — Ruoteet ja kattotuolit näyttivät kuivilta ja hyväkuntoisilta eikä silminnähtävää kosteutta havaittu. — Aluskate puuttuu, mutta ei havaittu kuitenkaan merkkejä kondensatiovedestä.

-
- Peltien limityksistä paistaa paikoin aurinko.
 - Hallin sisäkatossa on nähtävissä muutamassa kohdassa selkeitä kosteusjälkiä. Ilmastoinnin läpiviennin kohdalta kipsilevyt ovat homehtuneet ja idän puolella seinän ja katon rajapinnassa on laaja kosteusjälki. Muutoin kipsilevyt ovat lähinnä likaantuneet kostean ilman ja kivipölyn vaikutuksesta.
 - Kultaushuoneessa levytykset ovat kärsineet vesivahinkoja ja etelän puolella katto on hieman sisäänpäin notkolla. Näyttävät kuitenkin lattiatasolta katsoen kuivilta.
 - Muissa tiloissa ei havaittu sisäkatoissa vaurioita.
-
- *Hallin yläpohjatilaan asennettava selkeät kulkusillat ja tarkastettava yläpohjaeristeiden, kattorakenteiden ja ilmastoinnin läpiviennin ja eristeen kunto.*
 - *Sisäpuolelta suosittelen hallin/kultaushuoneen osalta kattavampaa tarkastamista höyrynsulun eheyden varmistamiseksi. Erityisesti vaurioituneilta alueilta kannattaa raottaa levytyksiä vaurioiden syiden selvittämiseksi. Homehtuneet levytykset on poistettava ja vaihdettava uusiin.*
 - *Vanhalla osalla rakennettava/jatkettava kulkusillat päätyihin saakka ja tarkastettava loput yläpohjatilat.*
 - *Irronneet tuulenojaimet kiinnitettävä kattotuoleihin ja toimistotilanyllä oleva pressu vaihdettava tuulensuojalevyyn. Mikäli tuuli pääsee puhaltamaan eristeisiin, niin eristävyys pienentyy merkittävästi.*
 - *Vanhan osan yläpohjatilat kannattaa lisälämmöneristää joko ylä- tai alapuolelta rakennetta.*
-



Kultaushuoneen yläpohjatilaa. Kulkusilta ei jatku päätyyn saakka.



Myyntitilan,
ym. yläpohjati-
la.

Kulkusiltana
toimivat ala-
paarteiden pääl-
le levitetyt lau-
dat.



Vanhalla puo-
lalla tuulenoh-
jauspahvit ir-
ronneet monin
paikoin katto-
tuoleista.

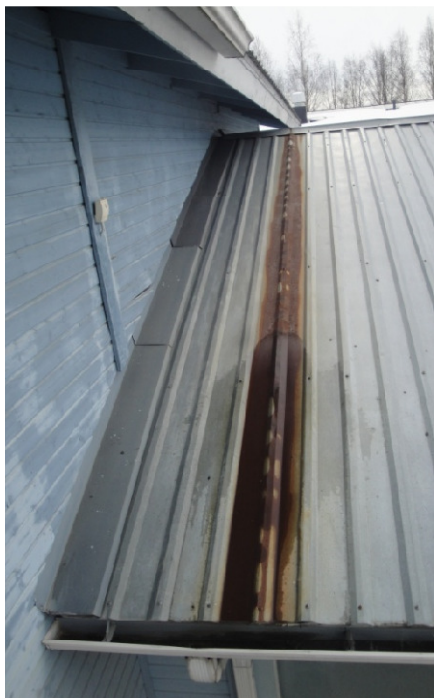


Vanhalla puo-
lalla "ensim-
mäisessä" ylä-
pohjatilassa
lämmöneristys-
kerros on levi-
tetty epätasai-
sesti.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Vesikatto ja vesikattovaruusteet	<ul style="list-style-type: none"> – Hallin kate on kokonaisuudessaan hyväkuntoinen, paikoin pellitysten räystäspäädyissä ruosteen alkua. – Rakennuksen ainoa läpivienti (poistoilma) kulkee hallin keskiosan läpi ja se on hyväkuntoinen sekä oikeaoppisesti toteutettu. – Vesikatteelle johtavat tikkaat ja lapetikkaat ovat määräysten mukaiset ja kiinnitykset hyväkuntoiset. – Lumiesteet ovat asennettu hallin länsilapelle (koko lape). Kiinnitysruuvit ovat ruosteessa, mutta este on tiukasti paikoillaan. – Vanhan osan katteessa muutamia ruuveja löysällä ja siitä johtuen pellit "irvistelee" hieman. – Hallin räystäään alla olevat katepellit ovat koko lappeen pituudeltaan n. 20cm:n leveydeltä ruosteessa. Ruoste on lähinnä pintapuolista ja johdunee hallin katolta valuneen veden kuluttavasta vaikutuksesta. Muutoin katteessa ei näy ruostetta. – Kulmapeltien ylösnostot ja limitykset ovat oikein toteutetut. – Harjalla oleva "Sulokivi"-kyllti on toimiva ja hyväkuntoinen. Kiinnitykset näyttävät pysyneen paikallaan, mutta vedenestokittaukset ovat lohkeilleet ja kovettuneet. Vesi pääsee kerääntymään kiinnikkeiden kantojen alle. – Vesikatteelle johtavat tikkaat ja lapetikkaat ovat määräysten mukaiset ja kiinnitykset hyväkuntoiset. – Lumiesteet ovat asennettu vanhan osan lähes koko pohjoislapelle. Lumiesteiden kiinnitysruuvit ovat ruosteessa. – <i>Halliosalla varmistettava aluskatteen kunto ja ulottuvuus seinälinjan ylitse.</i> – <i>Ruosteenpoisto teräsharjaamalla ja sivelymaalaus nykyisellä maalityyppillä.</i> – <i>Vanhalla osalla ruostuneiden kattopeltien ruosteenpoisto ja maalaus-käsittely. Mikäli ilmenee pitkälle, lähes reikiintymiseen asti edenneitä korroosiokohtia tulee kattopellit vaihtaa uusiin.</i> – <i>Aluskatteen puuttuminen aiheuttaa riskin kondensaatioveden valumi-</i>

selle eristekerrokseen, mikäli yläpohjan tuuletus/eristys on huono. Aluskatetta ei kuitenkaan tarvitse asentaa, kunhan huolehditaan yläpohjatilan kunnollisesta tuuletuksesta ja tarkastetaan säännöllisin väliajoin (n. 1 krt/kk, erityisesti pakkaskaudella) onko merkkejä kondensoitumisesta.

- Muutoin peltien kiinnitysten kiristäminen/paikkaaminen uusilla kiinnikkeillä.
 - Katteella olevan kyltin kiinnitysruuvien ja suojausmassojen poistaminen ja uudelleen suojaus tms..
-



Vanhan puolen peltikatetta.



Hallin peltikatetta.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Ikkunat	<ul style="list-style-type: none"> — Ikkunapellitysten kaltevuus voisi olla paikoin suurempikin, jotta lumen sulamisvesi ei pääsisi pellityksen ja karmin väliin. Lyhyehköt ylöstaitokset yhdessä riittämättömän kaltevuuden kanssa nostavat puitteiden/karmien vaurioherkkyyttä. — Rakennuksen kaikki ikkunalasit ovat ulkoisesti ehjiä. — Hallin ikkunoista ei näe kunnolla läpi likaisuuden vuoksi. Ei havaittu onko kosteus ja lika päässyt ikkunalasiin väliin. — Ulkopuolella muutamissa ikkunoissa on havaittavissa silikonimassan vetäytymistä. Lisäksi erittäin useissa tapauksissa karmin ja sivupuitteiden alalaidan maalipinta lohkeilee. — Sisäpuolelta useiden ikkunoiden lasitukset ovat ylä-/alaosistaan vesipisaroiden/-höyryn peitossa. Ikkunalasiin välissä ei havaittu kosteutta. — Kosteudesta johtuen myös ikkunoiden peitelistat ovat pahoin vaurioituneet. Erityisesti alapuolisissa listoissa maalipeitettä ei paikoin ole ollenkaan, mutta havaintokohdissa ei kuitenkaan havaittu vielä puun pehmenemistä. — Karmit ovat paksun törkykerroksen peitossa ja siksi niiden kunnosta ei saatu varmoja havaintoja. On kuitenkin oletettavaa, että ikkunapinoista valunut vesi on vahingoittanut myös karmeja jollakin tasolla. — Vanhan osan puuikkunoissa on nähtävissä selviä vaurioita, pahimmin etelän puoleisella osuudella. Etelän puoleiset puuikkunat ovat alapuitteistaan pahoin vaurioituneet; maalipinta on suurimmaksi osaksi irti/irtoamaisillaan ja pistokokeilla havaittiin paikoin lievästi pehmenneitä kohtia. Kittilistat ovat pahoin murenneita tai puuttuvat osittain kokonaan. Ikkunoiden sivu- ja yläpuitteet ovat paremmassa kunnossa, mutta myös niissä on havaittavissa maalipinnan alkavaa haurastumista. — Kultaushuoneen ikkunoita on pesty säännöllisesti, mutta käyttäjän mukaan lika on ikkunoiden välissä eikä ikkunoita siksi saa kirkkkaiksi. — Yhdestä kultaushuoneen ikkunasta puuttuu toinen ikkunalasi. — Kolmilasiset ikkunat kokonaisuudessaan ovat hyväkuntoiset, tuule-

tusikkunoiden toimivuus on testattu.

- *Hallin ikkunat kannattaa pestä säännöllisin väliajoin, jotta auringosta tuleva lämpösäteily ja valaistusteho saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi puhtaana pidolla pystytään havaitsemaan, mikäli jokin ikkunoista ei pysy tiiviinä. Tiiviinä pysyminen on tärkeää, sillä lähes kaikki rakennuksen ikkunat ovat lämpölaseja ja tiiviyyden menettämisen myötä ikkunat menettävät samalla lämmöneristävyyskykynsä.*
 - *Monessa hallin ikkunassa esiintyy myös sisäpuolista kondenssia, joka voi johtua useista eri syistä. Todennäköisimpinä pidän kuitenkin tehontonta sisäilmanvaihtoa sekä huonoa ilmanvaihtuvuutta aivan ikkunalasien pinnalla, sillä tarkasteluhetkellä suhteellinen sisäilman kosteus on vain noin 20 %. Ongelma korjaantuneenkin siten hallin ilmanvaihtoa parantamalla.*
 - *Ulkopuolelta ikkunoiden vuorilaudat ja karmiosa huoltomaalattava käyttäen samaa maalityyppiä kuin aiemmin. Samalla suosittelen ikkunapellitysten nostamista alumiinisten tippanokkien alle ja kaltevuuden kasvattamista (vähintään 30 °), jotta sade- ja sulamisvedet eivät pääse rasittamaan puuosia.*
 - *Sisäpuolella puitteiden huoltokäsittely ja maalaus. Karmit puhdistettava huolellisesti ja arvioitava sitten huoltokäsittelyn tarve.*
 - *Kultaushuoneen etelänpuoleiset ikkunat kannattaa poistaa ja vaihtaa energiatehokkaisiin ja pienempiin ikkunoihin. Ikkunoiden vaihdossa on ensin varmistuttava siitä ovatko ikkunat osa seinän kantavaa rakennetta. Lisäksi pohjoispuolen ja hallin välisen seinän ikkunat kannattaa poistaa ja rakentaa umpeen, sillä nykyiseltään ikkunat palvelevat huonosti käyttötarkoitustaan ja ovat merkittävä lämpöhäviönlähde.*
-



Hallin ikkunaa sisäpuolelta kuvattuna. Ikkunoista ei tahdo näkyä läpi likaisuuden vuoksi. Puitteiden maalivauriot ovat huomattavat.



Hallin ikkunaa ulkopuolelta kuvattuna. Ikkunoiden tyypillinen vaurio on alapuitteiden nuu/maalivauriot huonosti toteutetun vedennoiston takia.



Kultaushuoneen ikkunaa ulkopuolelta kuvattuna. Ikkunoiden puitteiden maalivauriot ovat huomattavat. Lisäksi lasikittaukset ovat lohkeilleet laajalti pois.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Ovet	<ul style="list-style-type: none"> — Pääkulkuovi vetää alalaidastaan, mutta muutoin toimii hyvin ja on hyväkuntoinen. — Kultauhuoneen lastausovi ei ole ollut pitkään aikaan käytössä ja arviointihetkelläkin lukittuna. — Muoviliuskaverho on kulunut ja vaikeuttaa näkemistä sen läpi. — Hallin kulkuovi on hyväkuntoinen, vaikka alalaita jää vain muutaman sentin maanpintaa ylemmäs. Ovi toimii myös hyvin siitä huolimatta, vaikka kahva on selkeästi löystynyt. — Hallissa pohjoispäädyn lastausovi ei ole tiivis. Alalaitaa peittää pelkästään n. 10 cm:n muovimattokaista, jonka tarkoitus on pitää alalaita tiiviinä. Kumit ovat ilmeisesti kuitenkin ajan myötä menettäneet elastisuutensa eivätkä siten täytä enää käyttötarkoitustaan. — Hallin nosto-ovi on alalaidastaan vääntynyt ja oven alta "paistaa" aurinko. — Väliovet ovat hyväkuntoiset, mutta aikakaudelle tyypillisesti niistä puuttuu siirtoilmaraot. — <i>Hallin nosto-oven oikaiseminen ja tiivistäminen erityisesti ala- ja ylälaidoistaan. Muutoin mahdollisuuksien mukaan.</i> — <i>Pohjoispäädyn lastausovea suosittelen kokonaan vaihdettavan nosto-oveksi, jolloin alaosa saataisiin nykyistä tiiviimmäksi ja lastauskäytäntöä paremmaksi.</i> — <i>Halliin johtavaa muoviliuskaverhoa suosittelen vaihdettavaksi kiinteään ikkunalla varustettuun ovilehteen esim. ikkunallinen liuku- tai heiluriovi. Vaihdoilla saataisiin mm. parannettua tilojen välistä ääneneristävyyttä sekä vähennettyä halliin johtuvan lämpövirran määrää. Oven voi myös asentaa liuskaverhoa tukevaksi, jolloin suosittelen verhon vaihtamista uuteen ja kirkaaseen.</i> — <i>Kultauhuoneen ovi kannattaa ottaa uudelleen käyttöön, logistiikan yksinkertaistamiseksi. Työntekijöiden mukaan oveen olisi lisäksi hyvä asentaa ikkuna-aukko, jotta mm. asiakkaat voisi havaita nykyistä helpommin.</i>

-
- Kulkuoviin uudet tiivisteet ja helojen/kahvojen kiristys.
 - Väliovien ja kynnysten väliin järjestettävä siirtoilmaraot (n. 20 mm.) tai vaihtoehtoisesti porattava ovien alaosiin 4 kpl Ø 30 mm:n siirtoilmareiät.
-



Muoviliuska-verho hallin ja kultaushuoneen välillä.



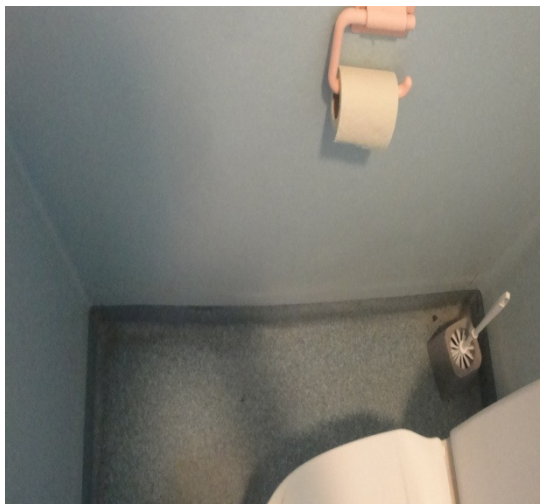
Hallin pääkätössä oleva nosto-ovi on vääntynyt ja vetää alalaidastaan. Talvisin sisälle kerääntyy lattialle jäätä oven eteen.



Hallin pohjois-päädssä oleva ovi on täysin epätiivis alaosastaan.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
--------	------------------------------------

- Väliseinät
- Väliseinät ovat hyväkuntoiset.
 - Toimistotilan ja wc:n välinen seinä sekä toisen wc:n ulkoseinä on alalaidastaan kaareva, mutta pintakosteusmittarilla/laserlämpömittarilla ei havaittu merkittäviä poikkeamia muusta rakenteesta. Mikäli rakenteet ovat rakennettu rakennuspiirustusten mukaisesti, niin ainakaan ulkoseinä rakenteille ei koidu kosteusriskiä. Väliseinien alaohjauspuiden paikoista ei ole tarkkaa havaintoa, mutta oletettavasti seinärakenteet ovat rakennettu vasta alapohjalaatan valamisen jälkeen eivätkä täten aiheuta kosteusriskiä rakenteeseen.
 - *Wc-tilojen ilmanlaadun heikentymisen tarkkaileminen epätavallisten hajujen varalta.*
-



Wc-tilojen seinien alalaidat eivät ole suorat. Eivät kumminkaan vaikuta riskirakenteilta.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Vesi-, ilmanvaihto- ja järjestelmät	<p data-bbox="528 304 1445 450"><u>LVI-laitteistojen erillinen kuntoarvio tulee toteuttaa kokeneen lvi-ammattilaisen toimesta.</u> Alla esitettynä kuitenkin omat havainnot kohteesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 528 1445 730">– Hallissa on kolmivaihteinen poistoilmanvaihtokone, johon vaihdetaan ilmansuodatin vuosittain. Ilmanvaihtokone on jatkuvasti päällä. Tuolimaräppänät ovat talvisin kiinni ja niitä auotaan vaihtelevasti tuotannon ja ulkoisen säätilanteen mukaan. <li data-bbox="496 752 1445 842">– Hallissa "kosteaa" hajua arviointihetkellä. Työntekijöiden mukaan hajujen voimakkuus vaihtelee tuotannon mukaan. <li data-bbox="496 864 1445 954">– Arvioinnin aikaiset kosteuspitoisuusarvot ovat jopa kuivahkolla tasolla koko rakennuksessa. <li data-bbox="496 976 1445 1290">– Painovoimainen ilmanvaihto ei toimi kunnolla toimisto-/taukotiloissa. Iv-putket ovat johdettu yläpohjatilaan kannelliseen puulaatikkoon. Nuohoushistoriaa ei ole tiedossa. Erityisen hyvin huonon ilmanvaihdon huomaa wc- ja pukuhuonetoiloissa, joissa voimakas saippuanhaju arviointihetkellä. Työntekijöiden mukaan kesällä työvaatteet eivät ehdi kuivua työvuorojen välissä. <li data-bbox="496 1312 1445 1402">– Ilmanvaihtokanavien venttiilit ja korvausilmasuodattimet harmaan pölyn peitossa. <li data-bbox="496 1424 1445 1514">– Kultaushuoneessa on ainoastaan kohdepoisto, joka ei yksistään riitä poistamaan kultauksesta syntyviä hajuhaittoja tilassa. <li data-bbox="496 1536 1445 1626">– Hiekkapuhallushuone on kylmä, sillä puhallushiekan ulosjohtamislaukkua ei ole lämmöneristetty (suora ulkoilmayhteys). <li data-bbox="496 1648 1445 1738">– Pukuhuoneen komerosta kulkee eristämätön viemärin tuuletusputki yläpohjaan ja päätyseinän kautta ulos. <li data-bbox="496 1760 1445 1794">– Vesimittari sijaitsee keskellä teknisen tilan lattiaa. <li data-bbox="496 1816 1445 1906">– Hanaveden lämpötilamittausta ei tehty. Rakennuksessa kuluu keskimäärin noin 70 m³ vettä vuodessa. <li data-bbox="496 1928 1445 2051">– Työntekijän mukaan kultaushuoneeseen olisi hyvä järjestää lämpimän veden saanti, jotta työssä tarvittavaa vettä ei tarvitsisi aina kantaa kahvihuoneesta.

-
- Vesikalusteet hyväkuntoiset, mutta yleisesti ottaen useissa vesijohtojen liitoksissa ja hajulukoissa hapettumaa. Wc-istuimen ympäryksissä ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja.
 - Käyttövesiputket muovi- ja kupariputkia. Prosessivesiputket sekä hallin kylmävesiputket teräsputkia.
 - Toimiston lattiassa lattiamaton alla on kaksi vanhan järjestelmän kivilietteen saostuskaivoa. Ilmeisesti kaivot ja putkitukset ovat jätetty paikalleen laajennuksen yhteydessä. Niiden kuntoa ei saada selvitettyä.
 - Lattiakaivot sijaitsevat kultaus- ja pukuhuoneissa (kuivakaivot) sekä teknisessä tilassa. Kuivakaivot olivat vahvan törkykerroksen peitossa ja teknisen tilan kaivo on jäänyt osittain kallistusvalun alle.
 - Lämminvesivaraaja on alkuperäinen, Metro – merkinen, mutta sen tilavuutta ei tiedetä. Varaaja sijaitsee jälkeinpäin pystytetyn hyllyn takana, joten tarkempaa havainnointia ei voi tehdä.
 - Prosessivesiputkien päät tukkeutuvat ajoittain, ilmeisesti vedenlaadun heikentymisen vaikutuksesta.

 - *Ilmanvaihtojärjestelmän "heikoin" osa on huippumuri, jonka tekninen käyttöikä on 10–15 vuotta. Kanavien osalta suositellaan nuohomista palomääräysten mukaan, kuitenkin 1-10 vuoden välillä. Ilman-suodattimien vaihto näköhavaintojen perusteella.*
 - *Ilmanvaihtojärjestelmien päivittäminen nykykäyttöä vastaavaksi ja käytön opastaminen työntekijöille.*
 - *Ilmarakojen järjestäminen välioviin.*
 - *Hiekkapuhallushuoneen ulkoseinän hiekanpoistoreiän lämmöneristyskotelointi.*
 - *Vanhojen rautaputkistojen/saostuskaivojen tekninen käyttöikä on n. 50 vuotta.*
 - *Sähkökäyttöisen lämminvesivaraajan tekninen käyttöikä on 30 vuotta.*
 - *Nykyisten kivilietteen saostuskaivojen tyhjenny kannattaa toteuttaa ennen kuin prosessivesi muuttuu "piimäksi". Ennakoiden tehty tyhjennys vähentää prosessivesipumpun rasiusta ja auttaa pitämään putkistot puhtaampana, jolloin käyttöikäennuste paranee.*
 - *Kuivakaivojen säännöllinen puhdistaminen ja huuhtelu.*
-



Teknisen tilan viemärinkansi (oik.) on valettu lattiaan kiinni. Kultaushuoneen lattiakaivo pitää puhdistaa.



Hallin esisaostuskaivosta vesi johdetaan ulos saostuskaivoihin.



Käyttövesijohdot ovat muovi- ja kupariputkisia.

Hapettumaa näkyy useissa kohdissa.



Vanhan osan il-
manvaihtoputket
vievät yläpohjati-
laan laatikkoon.

Viemärin tuuletus-
putki johtaa ulko-
seinän ritilän kautta
ulos.



Hallin koneellisen
poistoilmanvaihdon
kanava.



Hiekkapuhal-
luhuoneen hie-
kanpoistohor-
mia ei ole läm-
möneristetty.
Huoneessa on
talvisin viileää.

Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Sähkö-, lämmitysjär- jestelmät	<p data-bbox="528 353 1445 450"><u>Sähkölaitteistojen erillinen kuntoarvio tulee toteuttaa sähköalan asiantuntijan toimesta.</u> Alla esitettynä kuitenkin omat havainnot kohteesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 524 1445 835">– Rakennuksen lämpökuvauksessa ilmenee, että hallin lämmityskaapelit kulkevat rakennuspiirustusten mukaisesti ja toimivat kauttaaltaan. Vanhalta osalta ei löydy lämmityskaapelien sijaintipiirustusta, joten on mahdoton sanoa täysin varmaksi toimiiko lämmitys. Havaittavissa kuitenkin on, ettei lämmitystä ilmene kultaushuoneen etelänpuolilaidalla eikä toimistossa (lukuun ottamatta aivan ikkunan edustaa). <li data-bbox="496 853 1445 949">– Muutoin muissa johdotuksissa ei havaittu päällepäin näkyviä vaurioita. <li data-bbox="496 967 1445 1167">– Valaisinjärjestelmä koostuu pääosin elohopeahöyrylampuista (halli, ulkovalaistus) ja loisteputkivalaisimista (vanha osa). Hallissa saisi olla työntekijöiden mukaan parempi valaistus. Erityisesti hiomakoneella on tarvetta kunnolliselle kohdevalaistukselle. <li data-bbox="496 1184 1445 1281">– Hallissa olevien sähkökaappien ulkokyljissä on valumajälkiä ja kaappien sisällä kivipölyä. <li data-bbox="496 1299 1445 1395">– Johdotukset kulkevat pintavetoisesti seinissä ja kaapelikiskoilla katon rajassa. <li data-bbox="496 1413 1445 1556">– <i>Suosittelen valaisinjärjestelmän päivittämistä nykyaikaiseksi. Hyvällä suunnittelulla saadaan aikaan nykyistä paremmat valaistusolosuhteet sekä energiankulutusta pienemmäksi.</i>
Nimike	Havainnot ja toimenpide-ehdotukset
Tuotanto- laitteistot	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 1798 1445 1951">– Hiekkapuhalluslaitteesta puuttuu kuolleen miehen kytkin ja kompuran ilmansuodatin on huonosti asennettu. Suojakypärään tulee työntekijän mukaan öljyn tuoksu aina kompuran huollon yhteydessä. <li data-bbox="496 1968 1114 2007">– Vaijerisahan antura vaikeuttaa sahan käyttöä. <li data-bbox="496 2024 1445 2072">– Hiomakone roiskii käytön aikana vettä ympärilleen ja huonojen lattia-

kaatojen takia vesi leviää laajalle ja epätarkoituksenmukaisesti suuntiin.

- Koneiden (vaijerisaha, aihiosaha, siltasaha ja hiomakone) käyttötunnit ovat merkitty kuukausittain lähes joka kuukaudelta.
 - Huoltokirjat puuttuvat, tuotantolaitteille pyritään kuitenkin tekemään vuosittaiset huoltotoimenpiteet ja korjaukset vikojen ilmentyessä.

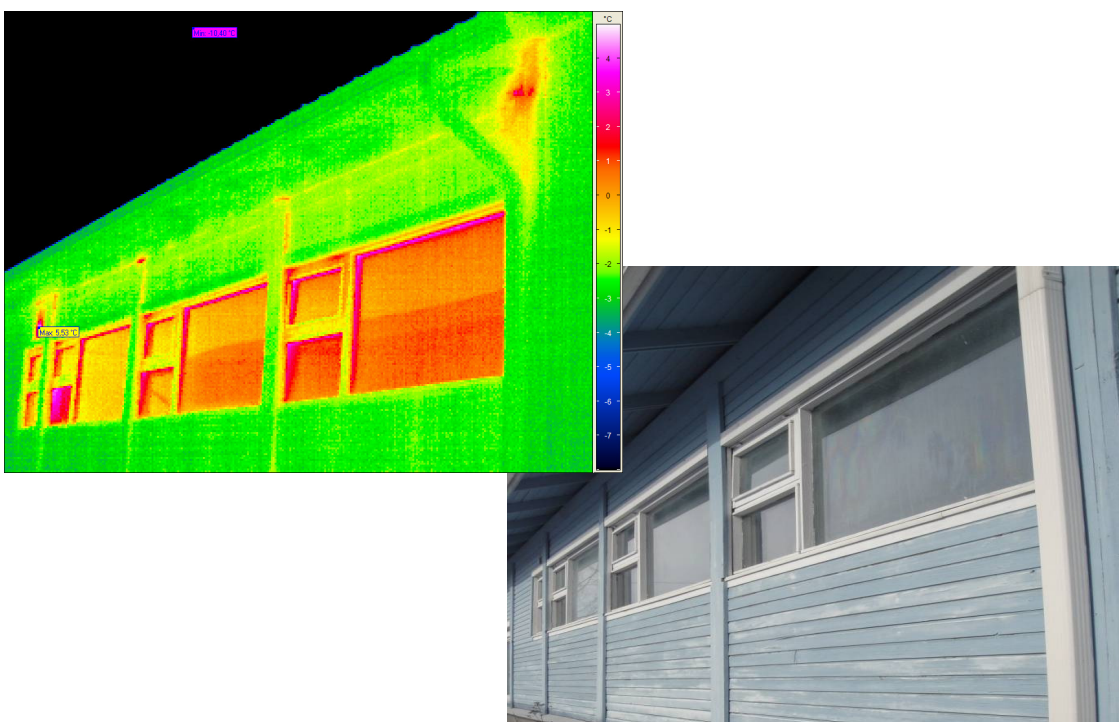
 - *Hiekkapuhalluslaitteeseen asennettava kuolleen miehen kytkin.*
 - *Vaijerisahan anturan purkaminen ja muuttaminen liikkuvaksi kokonaisuudeksi. Mitoittamisen tarvittavalle alustalle tekee rakennesuunnittelija.*
 - *Hiomakoneen sekä muiden laitteiden osalta tarvittavissa määrin roiskeveden suojaukset. Esimerkiksi plexilasi soveltuu hyvin käyttötarkoitukseen.*
 - *Kannattaa luoda esimerkiksi Excel-taulukkopohjalla selkeät huoltokirjat, josta pystyy seuraamaan huoltotilannetta.*
-

LÄMPÖKUVAUSRAPORTTI

Tuotantorakennus, Sulokivi Oy

Ruoppitie 4

80200 Joensuu



Eetu Vainio

1.4.2017

Yleistä lämpökuvauksesta

Lämpökuvauksella mitataan kuvauskohteen pinnasta lähtevän lämpösäteilyn eli infrapunasäteilyn voimakkuutta. Lämpökuvauksia suoritetaan lämpökameralla, joka muuttaa lämpösäteilyvoimakkuuden lämpötilatiedoksi ja josta digitaalisesti muodostetaan lämpökuvaa. [24, 6].

Lämpökuvauksella on osaavissa käsissä käyttökelpoinen ja luotettava työkalu, kun havainnoidaan rakennusten ulkovaipan lämpötekniistä kuntoa, lämmöneristyskerroksen toimivuutta tai esimerkiksi rakenteellista tiiveyttä. Toisaalta kameralla voidaan yhtäläisellä tavalla selvittää myös muita tekijöitä, kuten esimerkiksi ilman virtausreittejä ja rakenteiden fysikaalista toimintaa, mutta tietyin edellytyksin myös kosteusvaurioita sekä LVIS-laitteiden toimintaa. [24, 1].

Lämpökuvauksella vaatii tuekseen aina lämpötila- ja paine-eromittauksia. Mittausten ensisijainen tarkoitus on antaa informaatiota kuvausolosuhteista, jotta lämpökuvien tulkinna tuottaisi oikeita johtopäätöksiä. [24, 4-5].

Yhteenveto

Kuvauskohde:

Tuotantorakennus, Sulokivi Oy

Laajuus:

Yläpohjatiloja lukuun ottamatta koko kiinteistö.

Tavoitteet:

Energiakorjauksen lähtötietojen hankinta ja kuntoarvion havaintojen tukeminen.

Pyrittiin selvittämään erityisesti kivityöstöhallin seinä- ja yläpohjarakenteiden ilmanvuotokohdat. Sisäilman suuri kosteus saattaa aiheuttaa rakenteisiin päästyään huomattavia kosteusvaurioita ja siksi höyrynsulun tiiveys on ensiarvoisen tärkeää.

Lisäksi pyrittiin selvittämään vanhan osan ilmantiiveys ja lämmöneristeiden asennusvirheet. Erityisesti kultaushuoneen kerrottiin viilenevän lämmityskaudella tavanomaista kylmemmäksi, mikä vaikutti lämpökuvaamisen valintaan tutkimusmuotona. Toisaalta entuudestaan tiedettiin, että rakennus on koottu toisen rakennuksen purkuelementeistä ja siksi lämmöneristeiden asennusvirheitäkin pidettiin mahdollisina.

Tulokset:

- Kultaushuoneen ulkoseinissä huono ilmatiiveys.
- Hiekkapuhallushuoneen lämpötila mukailee ulkoilman lämpötilaa.
- Sulaketaulun viereinen nurkka-alue vetää.
- Rakennuksen ikkunat ovat tiiviitä.
- Kaikki ulko-ovet ovat epätiivittä, erityisen pahoin hallin suuret ovet.
- Lattialämmityskaapeleiden sijainnit selvisivät.

Jatkotoimenpide-
ehdotukset:

- Kultaushuoneen ulkoseinän lisälämmöneristäminen.
- Ilmanvuotokohtien korjaaminen.
- Oviaukkojen tiivistäminen.
- Hiekkapuhallushuoneen hiekanpoistohormin lämmöneristekote-
lointi.
- Ilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen.

- Korjausten jälkeen ilmatiiveysmittaus ja lämpökuvauksen uusinta.

1. YLEISTIEDOT

1.1 Kohde

Joensuun Salpakankaalla sijaitseva, Sulokivi Oy:n kivenjalostamis- ja myyntikäytössä toimiva tuotantorakennus.

Rakennettu v. 1997, josta laajennettu v. 2003. Nykyiseltään kattaa n. 500 m², josta puo-
lilämmintä kivenjalostustilaa 323 m².

Ulkoseinärakenne: puurunko/mineraalivilla.

Tuuletettu yläpohjarakenne: puurunko/kivipuhallusvilla.

Alapohjarakenne: maanvarainen teräsbetonilaatta.

Lämmitysjärjestelmä: sähkö, osittain varaava laatta.

Ilmanvaihtojärjestelmä: koneellinen poisto/painovoimainen.

1.2 Tutkimuksen tilaaja

Sulokivi Oy.

1.3 Tutkimuksen tavoite

Selvittää rakennuksen ilmanvuotokohdat ja mahdolliset piilokosteusvauriot.

1.4 Tutkimuksen tekijä

Eetu Vainio, opiskelija.

2. TUTKIMUKSET

Kohteen lämpökuvaus tehtiin viikonloppuna, jolloin rakennusta ei käytetty. Otettiin kuvauksen alkaessa sisä-, ja ulkoilman kosteus-/lämpötilamittaukset n. 1 metrin korkeudelta lattiatasosta.

2.1 Sisäilman olosuhteet

Rauhoittuneet, ei häiriötekijöitä.

Toimistotilat: +21,5 °C, RH 19,3 %.

Kultaushuone: +19,4 °C, RH 19,4 %.

Halli (keskellä): +12 °C, RH 20,2 %.

2.2 Ulkoilman olosuhteet

Pilvipoutaa, lähes tyyntä. Tuulen nopeus 1m/s (arvio). Osa kuvauksesta tehtiin aamuhämärässä.

Lämpötila -3 °C, RH 65 %.

2.3 Kuvauslaitteisto

Kamera: JenOptik VarioCam

Sarjanumero: 059308

3 Muuta

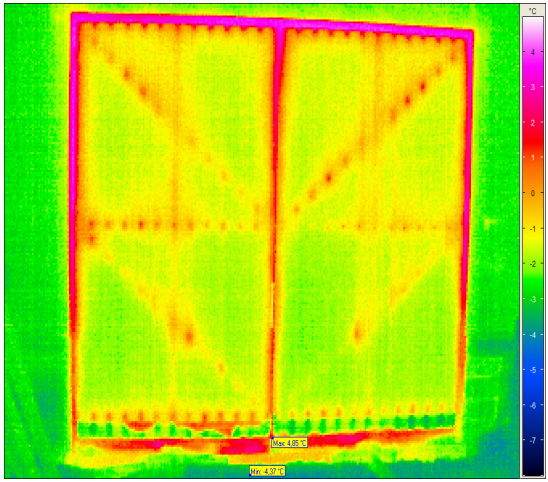

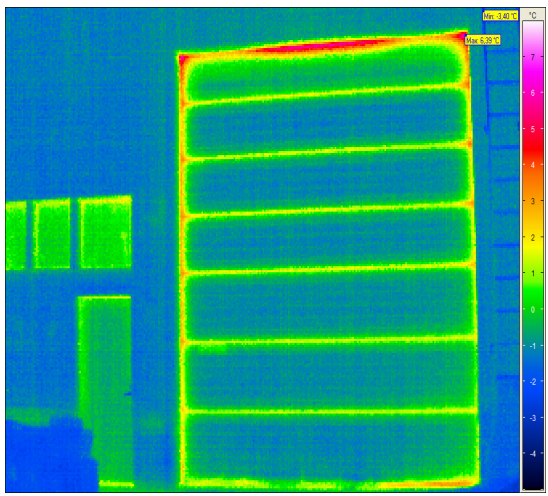

Paine-eromittausta ulko- ja sisätilojen välillä ei tehty. Toimistotilojen alipaineisuutta ei voinut varmistaa, sillä tilat ovat pelkästään painovoimaisella ilmanvaihdolla varustettuja. Kultauhuoneen alipaineistus varmistettiin kohdepoistoimurin päälle kytkemisellä noin 10 minuuttia ennen kuvausta. Hallissa koneellinen poistoilmanvaihto on käytössä jatkuvasti.

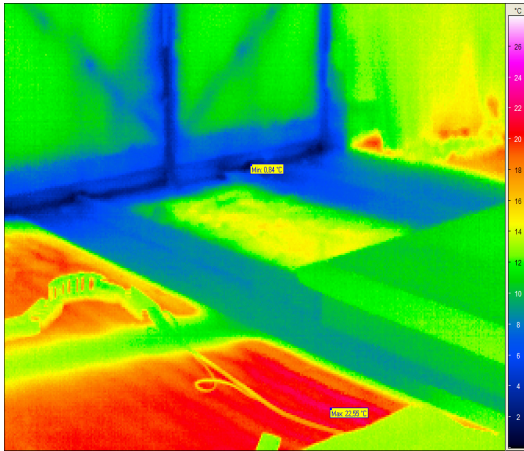
Lämpötilaero <15 °C hallin ulko-, sisätilojen välillä ei kaikilta osin mahdollisesti toteudu johtuen ovien vetoisuudesta johtuen.

Hallin ulkoseinä rakenteita ei sisäpuolelta saatu kuvattua kokonaan. Seinien alaosat ovat taustatuuletuksin varustetuilla suojaPELLITYKSILLÄ verhoillut, joka estää lämpökuvan ottamisen itse seinärakenteesta.

Myös kultauhuoneen seinissä on osittain irrallaan olevia levytyksiä, joiden takaa ilma pääsee kiertämään ja siksi kuvaus ei onnistu seinärakenteista.

4 Yhteenveto lämpökuvista

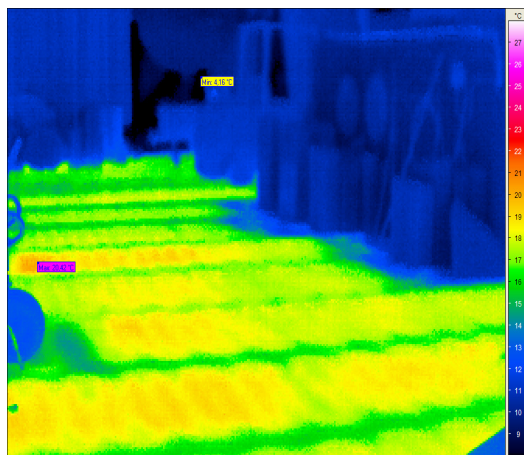
Kohde: Pohjoispäädyn kivenlastausovi, halli	
	
<p>Kommentit: Pohjoispäädyn lastausovet eivät eristä kunnolla. Havaittavissa kylmäsiltoja sekä huonot tiivistykset.</p>	<p>Korjausehdotus: Oven muuttaminen nosto-oveksi ja kiskojen välin puhdistus ja tiivistys.</p>
Kohde: Nosto-ovi, halli	
	
<p>Kommentit: Nosto-ovi on epätiivis erityisesti liittymä-alueilta.</p>	<p>Korjausehdotus: Tiivisteiden vaihto ja oven suoristaminen.</p>

Kohde: Aihiosahan kiskoväli, halli**Kommentit:**

Lattialämmitys on asennettu myös kisko-
jen väliin. Kuivatus ja tilojen lämmitys ei
kuitenkaan toimi tehokkaasti, jos alue on
jatkuvasti veden peitossa ja oviaukon
tiivistys on puutteellinen.

Korjausehdotus:

Alustan kuivatuksen tehostaminen toimin-
tatapoja muuttamalla. Oviaukon tiivistä-
minen.

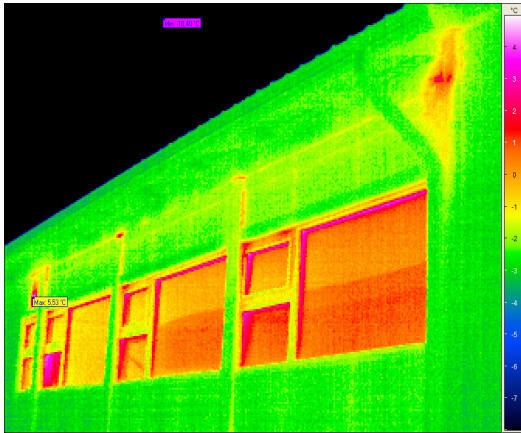
Kohde: lattialämmitys, halli**Kommentit:**

Hallin lattian lämmityskaapeloinnit kul-
kevat kaapelointipiirrosten mukaisesti.

Korjausehdotus:

Ei vaadi toimenpiteitä.

Kohde: Etelän puoleinen ulkoseinä, kultaushuone



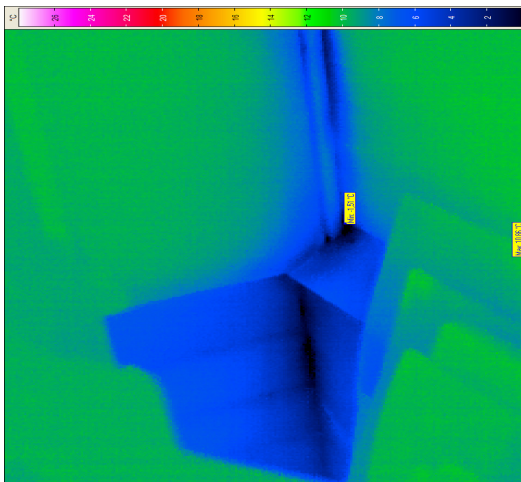
Kommentit:

Seinärakenteen yläosissa lämpövuotoa. Johtunee höyrynsulkukerroksen epätiivyydestä.

Korjausehdotus:

Sisäpuolinen tiivistäminen ja lisäeristäminen. Samalla tarkastettava eristeiden ja tuulensuojan kunto.

Kohde: Vanhan/uuden osan ulkoseinien liittymäalue, halli



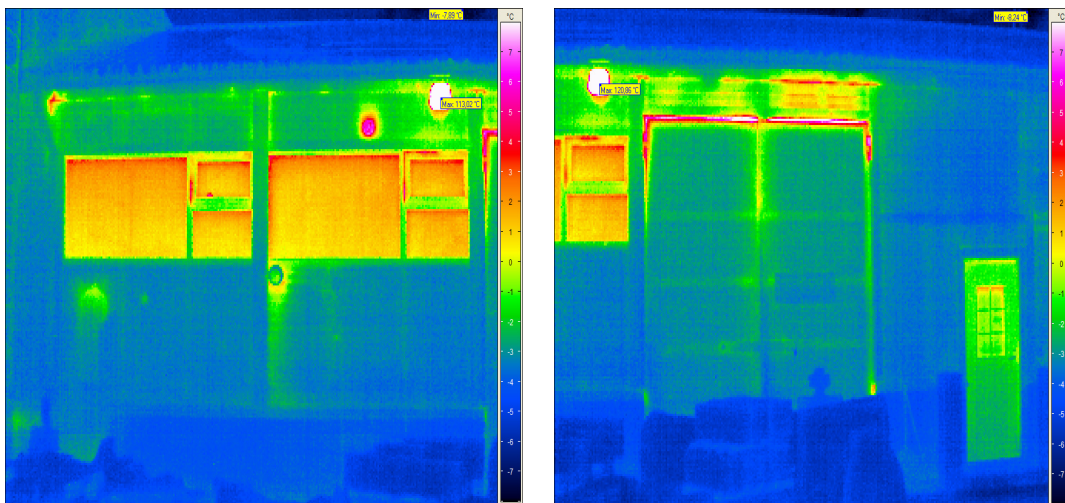
Kommentit:

Seinien liittymäkohta on huonosti toteutettu. Mahdollinen syy voi olla nurkkatolppien välistä puuttuva eristys ja höyrynsulun puutteellinen asennus.

Korjausehdotus:

Sokkelin tiivistäminen ulkopuolelta. Muun seinärakenteen aukaisu ja höyrynsulun (sekä lämmöneristeen) korjaus.

Kohde: Pohjoisen puoleinen ulkoseinä, kultaushuone

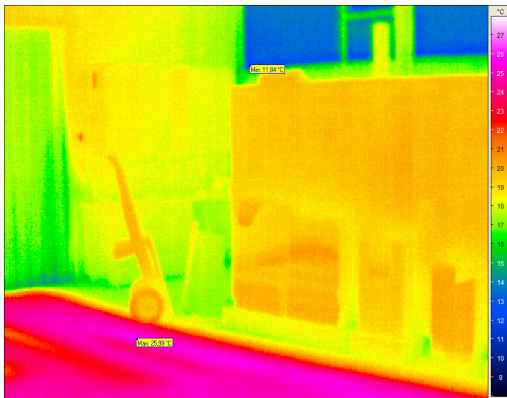


Kommentit:

Seinärakenteissa huono ilmatiiveys. Ovi-
aukon tiivistykset huonoja.

Korjausehdotus:

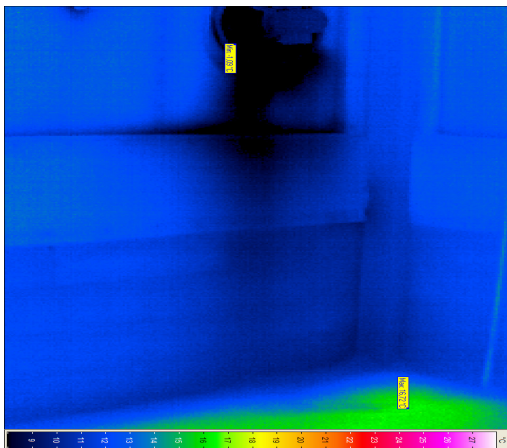
Seinärakenteen sisäpuolinen lisäeristys ja
tiiveyden parantaminen. Oven tiivistysten
vaihtaminen.

Kohde: lattialämmitys, kultaushuone**Kommentit:**

Lattialämmityskaapelointi havaittiin vain puolesta kultaushuoneesta. Etelän puoleisella laidalla ei välttämättä ole ollenkaan johtuen tilojen käyttöhistoriasta.

Korjausehdotus:

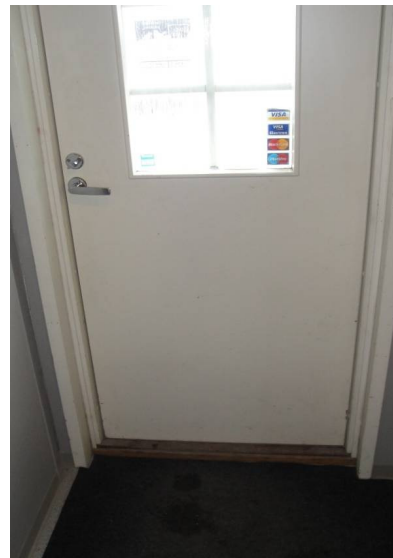
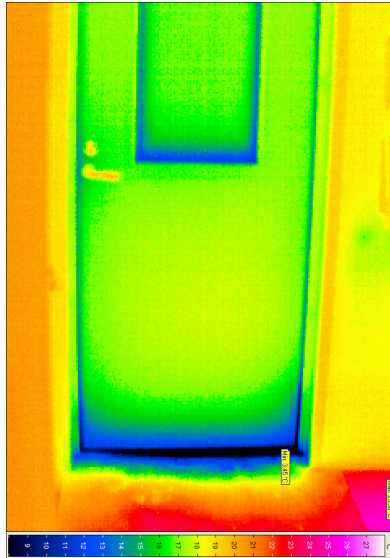
Ei korjaustoimenpiteitä.

Kohde: Hiekkapuhallushuone / hiekanpoistohormi**Kommentit:**

Hiekkapuhallushuone on muita tiloja selvästi viileämpi. Hiekanpoistohormista tulee kylmää ilmaa sisätiloihin.

Korjausehdotus:

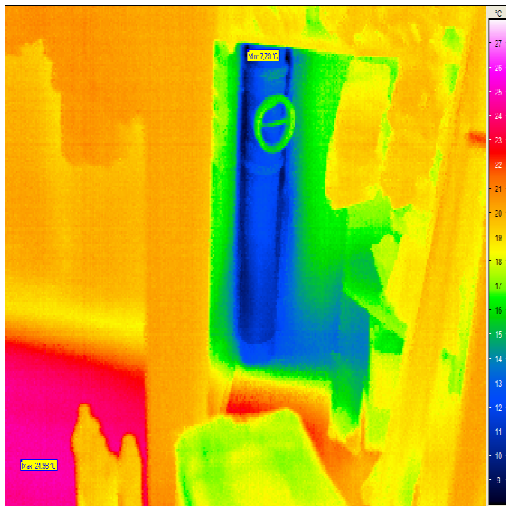
Hiekanpoistohormille irrotettava lämmöneristekotelointi.

Kohde: Etuovi, toimistotilat**Kommentit:**

Etuoven alalaita vetää.

Korjausehdotus:

Oven tiivisteiden uusiminen.

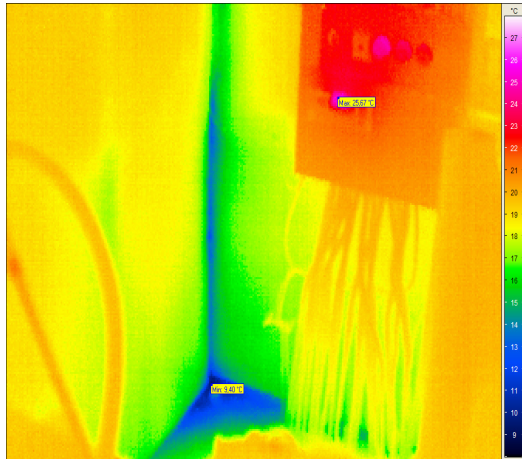
Kohde: Viemärin tuuletusputki, pukuhuoneen komero**Kommentit:**

Viemärin tuuletusputki jäädyttää sisätiloja, mutta liittymäkohdissa ei havaittu puutteita.

Korjausehdotus:

Voidaan lämmöneristää, mutta ei vaadi toimenpiteitä.

Kohde: Sulaketaulun nurkka, tekninen tila



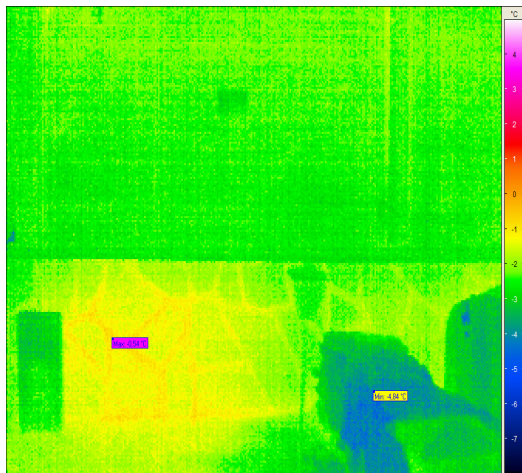
Kommentit:

Nurkka-alue vetää. Todennäköisesti puutteellinen ilmansulku.

Korjausehdotus:

Rakenteen aukaisu ja ilmansulkukerroksen tiivistäminen.

Kohde: Verhoiltu sokkeli, teknisen tilan nurkka-alue ulkoapäin



Kommentit:

Epätiivis ilmansulku aiheuttaa todennäköisesti ilmankiertoa lämmöneristeen ja harkkorakenteen välissä.

Korjausehdotus:

Sisäpuolinen ilmansulun tiivistys.

Lämpöhäviölaskelmat

Lämpöenergioiden tarpeet ovat laskettu Rakentamismääräyskokoelman D5 mukaisesti.

Laskelmat perustuvat rakennuksen pääpiirustuksista mitattuihin arvoihin.

U-arvo laskenta on suoritettu käyttäen Puuinfon U-arvolaskureita.

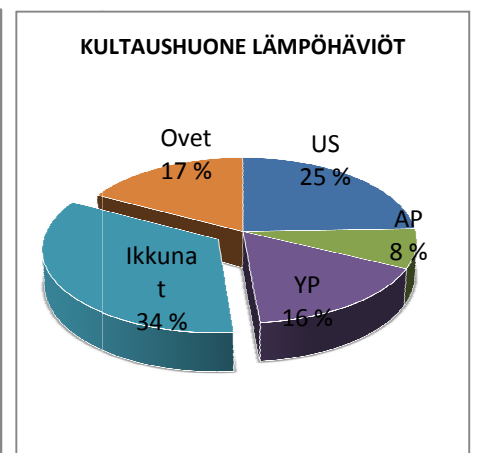
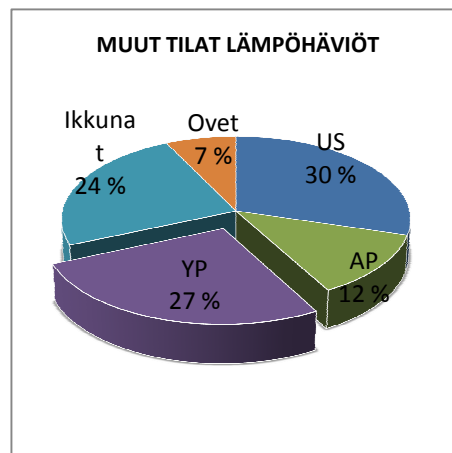
Lämmitystarvelukemat ovat Ilmatieteen laitoksen ilmoittamia Joensuu -kohtaisia arvoja. Lukemat ovat ilmoitettu vertailukaudesta 1981–2010 (S₁₇). Lukemien korjaukset perustuvat kuntoarvion havaintoihin, mittauksiin ja käyttäjiltä saatuihin tietoihin. Korostan, että sisälämpötilalukema on **arvio**, sillä tuotannon luonteesta johtuen (lämpökuormat, viilennystekijät, ilman lämmitykseen kuluva energia) on todella haastavaa arvioida todellista lämmitysjärjestelmän toimintaa.

KIVITYÖHALLIN LÄMPÖHÄVIÖT									
Rakennusosa	Pinta-ala m ²	U-arvo W/m ² K	H _{johtuminen} W/K	H _{johtuminen} kWh/a	Osuus kokonaishävi- östä %	Kylmä- sillat	Lisäkonduktanssi W/(mK)	Pituus m	H _{kylmäsil- lat} w/K
US	264,9	0,27	71,3	8174	0,37	US-US	Ulkonurkka 0,04	28	0,9
US (sokkeli)	45,8	0,24	11,0				Sisänurkka -0,04	5,6	
AP	305,1	0,18	54,0	2829	0,13	US-AP	0,10	65,5	6,6
YP	305,1	0,11	34,4	3422	0,15	US-YP	0,05	75	3,8
Ikkunat	20,5	1,40	28,7	2851	0,13	Ikkuna- US	0,04	102,4	4,1
Ovet	35,7	1,40	49,9	4958	0,22	Ovi-US	0,04	38,9	1,6
Yhteensä	H _{johtuminen} (W/K)		249,3	22233	1,0	H _{kylmäsil- lat} (W/(mK))		16,9	

KULTAUSHUONE LÄMPÖHÄVIÖT									
Rakennusosa	Pinta- ala m ²	U-arvo W/m ² K	H _{johtuminen} W/K	H _{johtuminen} kWh/a	Osuus kokonaishä- viöstä %	Kylmäsil- lat	Lisäkonduktanssi W/(mK)	Pituus m	H _{kylmäsil- lat} w/K
US	39,6	0,43	17,1	2676	0,24	US-US	Ulkonurkka 0,04	7	0,3
US (sokkeli)	12,9	0,24	3,1						
AP	90,3	0,18	16,0	837	0,08	US-AP	0,10	19	1,8
YP	90,3	0,15	13,5	1792	0,16	US-YP	0,05	28,5	1,4
Ikkunat	13,4	2,10	28,1	3739	0,34	Ikkuna-US	0,04	38,8	1,6
Ovet	10,2	1,40	14,2	1888	0,17	Ovi-US	0,04	12,8	0,5
Yhteensä	H _{johtuminen} (W/K)		91,9	10933	1,0	H _{kylmäsil- lat} (W/(mK))		5,5	

MUUT TILAT LÄMPÖHÄVIÖT									
Rakennusosa	Pinta-ala m ²	U-arvo W/m ² K	H _{johtuminen} W/K	H _{johtuminen} kWh/a	Osuus kokonaishäviöstä %	Kylmäsiilat	Lisäkonduktanssi W/(mK)	Pituus m	H _{kylmäsiilat} W/K
US	32,0	0,23	7,5	1453	0,30	US-US	Ulkonurkka 0,04	5	0,2
US (sokkeliosa)	17,9	0,19	3,4						
AP	65,6	0,18	11,6	608	0,12	US-AP	0,10	23,3	2,3
YP	65,6	0,15	9,8	1301	0,27	US-YP	0,05	23,3	1,2
Ikkunat	6,4	1,40	9,0	1194	0,24	Ikkuna-US	0,04	17	0,7
Ovet	1,9	1,40	2,6	352	0,07	Ovi-US	0,04	6	0,2
Yhteensä	H _{johtuminen} (W/K)		44,0	4908	1,0	H _{kylmäsiilat} (W/(mK))			4,6

KOKO RAKENNUS					
Rakennusosa	Pinta-ala m ²	U-arvo W/m ² K	H _{johtuminen} W/K	H _{johtuminen} kWh/a	Osuus kokonaishäviöstä %
Ulkoseinät:	413,0	-	113	12304	0,32
Alapohjat:	460,9	-	82	4274	0,11
Yläpohjat:	460,9	-	58	6515	0,17
Ikkunat:	40,3	-	66	7784	0,20
Ovet:	47,7	-	67	7197	0,19
Kylmäsiilat:	-	-	27	3026	0,08
Yhteensä	H _{johtuminen} (W/K)		385,2	38074	1,0



Lämmöntarveluvut

Kivityöhallin peruslämpötila:	14 °C
Kultaushuoneen peruslämpötila:	19 °C
Muiden tilojen peruslämpötila:	19 °C

Korjatun lämmöntarveluvun laskentakaava: $S = S_{17} + (t_s - (+17 \text{ °C})) * \Delta t$

Lämmitystarveluvut vertailukaudella 1981–2010 (S ₁₇)													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yht.
Joensuu	826	753	665	456	216	39	10	47	215	416	589	752	4984

Korjatut lämmitystarveluvut kivityöhallille (S ₁₄)													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yht.
Joensuu	733	669	572	370	123	17	3	15	147	323	499	659	4139

Korjatut lämmitystarveluvut lopuille tiloille (S ₁₉)													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yht.
Joensuu	888	809	727	513	254	54	15	68	260	478	649	814	5537

Vuotoilman lämmitysenergia

Vuotoilman lämpenemiseen kuluva energiamäärä laskettiin Rakentamismääräyskokoelma D5 mukaisesti alla olevin kaavoin:

$$Q_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v, \text{vuotoilma}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

$$q_{v, \text{vuotoilma}} = (q_{50} / 3600x) * \text{Avaippa}$$

Jossa $q_{50, \text{hall}} = 5 \text{ m}^3 / (\text{hm}^2)$

Jossa $q_{50, \text{muut tilat}} = 5 \text{ m}^3 / (\text{hm}^2)$

	$q_{v, \text{vuotoilma}}$	$Q_{\text{vuotoilma}}$
Kivityöhalli:	0,06 m ³ /s	281 kWh/a
Muut tilat:	0,02 m ³ /s	118 kWh/a
Yhteensä:	-	398 kWh/a

Käyttöveden kulutus

Lukemat perustuvat mitattuihin vedenkulutuslukemiin [m³/a].

Laskelmat ovat tehty Rakentamismääräyskokoelman D5 mukaisesti.

Vuosi	Määrä	Lämmitysenergian kulutus
2013	81 m ³	4725 kWh
2014	54 m ³	3150 kWh
2015	61 m ³	3558 kWh
2016	69 m ³	4025 kWh

Ostoenergian kulutus

	Päiväsiirto kWh	Muun ajan siirto kWh	Yhteensä kWh
Tammikuu	2106	7056	9162
Helmikuu	2110	5697	7807
Maaliskuu	2139	5660	7799
Huhtikuu	-	5659	5659
Toukokuu	-	3370	3370
Kesäkuu	-	2362	2362
Heinäkuu	-	2625	2625
Elokuu	-	1768	1768
Syyskuu	-	3401	3401
Lokakuu	-	6990	6990
Marraskuu	2275	5823	8098
Joulukuu	2040	6987	9027
Yhteensä	10670	57398	68068

	Päiväsiirto kWh	Muun ajan siirto kWh	Yhteensä kWh
Tammikuu	2968	9148	12116
Helmikuu	2065	6413	8478
Maaliskuu	2142	6664	8806
Huhtikuu	-	6335	6335
Toukokuu	-	3232	3232
Kesäkuu	-	3298	3298
Heinäkuu	-	2382	2382
Elokuu	-	3099	3099
Syyskuu	-	4328	4328
Lokakuu	-	8185	8185
Marraskuu	2738	7833	10571
Joulukuu	2468	7298	9766
Yhteensä	12381	68215	80596

Yläpohjan lisälämmöneristys:

Sähköenergian hinta keskimäärin:	0,09 €/kWh	Lämmitystarveluku:	5537 C/vrk
Vanhan rakenteen U-arvo:	0,15 W/m ² K	Materiaalikustannus:	48,9 €/m ³
Uuden rakenteen U-arvo:	0,09 W/m ² K	Materiaalitarve:	160 m ²
Rakenteen pinta-ala yhteensä:	155,8 m ²		0,25 m
			<hr/> 40 m ³
Säästö:	8,1 kWh/m ² /a 113,5 €/a	Materiaalikustannus yhteensä:	1 956 €
Takaisinmaksuaika:	17,3 vuotta		

Ulkoseinän lisälämmöneristys:

Sähköenergian hinta keskimäärin:	0,09 €/kWh	Lämmitystarveluku:	5537 C/vrk
Vanhan rakenteen U-arvo:	0,43 W/m ² K	Materiaalikustannus:	12,9 €/m ²
Uuden rakenteen U-arvo:	0,14 W/m ² K	Materiaalitarve:	39,6 m ²
Rakenteen pinta-ala yhteensä:	39,6 m ²	Materiaalikerroin:	1,2
			<hr/> 47,5 m ²
Säästö:	38,5 kWh/m ² /a 137,3 €/a	Materiaalikustannus yhteensä:	613 €
Takaisinmaksuaika:	4,5 vuotta		

Ikkunoiden vaihtaminen

Sähköenergian hinta keskimäärin:	0,09 €/kWh	Lämmitystarveluku:	5537 C/vrk
Vanhan rakenteen U-arvo:	2,1 W/m ² K	Materiaalikustannus:	2 000 €
Uuden rakenteen U-arvo:	1,0 W/m ² K		
Vanha pinta-ala yhteensä:	13,4 m ²	Vanhojen ikkunoiden e-kulutus:	3739 kWh/a
Uusi pinta-ala yhteensä:	6,7 m ²	Uusien ikkunoiden e-kulutus:	890 kWh/a
			<hr/> 2849 kWh/a
Säästö:	2849,1 kWh/a 256,4 €/a		
Takaisinmaksuaika:	7,8 vuotta		