

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Peter Friman

Tuotantorakennuksen kuntokartoitus ja ennakkohuolto

Opinnäytetyö 2014

Tiivistelmä

Peter Friman

Tuotantorakennuksen kuntokartoitus ja ennakkohuolto, 40 sivua, 4 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2014

Ohjaajat: lehtori Petri Himmi, Saimaan ammattikorkeakoulu, Tero Junkkari,

Kunnassapidon kehityspäällikkö, UPM, Kymi-Kaukas Tehdaspalvelu, Harri

Kokkonen, Rakennusmestari, UPM, Kymi-Kaukas Tehdaspalvelu.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa UPM Kymmene Kaukaan sel-lutehtaan kuivausosasto 1 rakennuksen kantavien rakenteiden ja julkisivujen kuntoa. Tavoitteena oli antaa tilaajalle selkeä kuva kyseisen rakennuksen yleis-kunnosta ja luoda pohja muiden rakennusten kunnan seurantaan. Kuntokartoi-tuksen pohjalta tullaan arvioimaan rakennuksen kunnossapidon toimenpiteitä.

Kuntokartoituksen aineistona on käytetty rakennepiirustuksia sekä silmämääräi-sesti tehtyjä havaintoja yhdistettynä mittaamalla saatuihin tuloksiin. Rakennusta tarkastaessa on käytetty hyväksi ajantasalle päivittämiäni piirustuksia ja lomak-keita ja periaatteita, jotka toimivat jatkossa vastaavanlaisten rakennusten kun-non seurannassa.

Tutkimustulosten ja analyysien perusteella tullaan selvittämään rakennukselle tehvien korjausten ajankohtaisuutta ja kustannuksien jakautumista tulevalle elinkaarelle. Tutkimuksissa havaittiin välittömiä korjaustoimia vaativia rakenne-osia ja alueita, joihin tulee kiinnittää jatkossa huomiota. Opinnäytetyössä tuotet-tua materiaalia tullaan käyttämään mallina yhtiön muiden tuotantorakennusten kunnan selvittämisessä.

Opinnäytetyössä tehdyt havainnot dokumentoitiin SAP-järjestelmään, joka toimii UPM:n ennakkohuoltojärjestelmänä.

Asiasanat: kuntokartoitus, julkisivu, ennakkohuolto

Abstract

Peter Friman

The condition survey of production building and preventive maintenance, 40 pages, 4 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Degree Programme in Construction Engineering

Construction engineering

Bachelor's Thesis 2014

Instructors: Mr Petri Himmi, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences.

Mr Tero Junkkari, Manager, MSc, UPM, Mill Services, Kymi-Kaukas, Mr Harri Kokkonen, Consturction supervisor, UPM, Mill Services, Kymi-Kaukas.

The aim in this bachelor's thesis was to survey the condition of load-bearing structures and façade of a building located in UPM Kymi-Kaukas pulp mill's section one. The aim was to give the client a good understanding of the general condition of the building. It was also important to create a basis for monitoring the condition of other buildings.

Structural drawings and visual observations were combined with the measurement results. The structural drawings were updated and they were used alongside with forms and methods to survey the condition of the building. The updated pictures, the forms and the methods can be used in the future for surveying similar types of buildings.

The results and the analysis made in this thesis will be used to consider the maintenance actions of the building. Some of the structural parts were in need of an immediate action. There were also areas that need to be kept an eye on. The material produced in this thesis will be used as a model for surveying the condition of other buildings in Kymi-Kaukas area.

Keywords: condition survey, facade, preventive maintenance

Sisältö

1 Johdanto.....	6
2 UPM-Kymmene Oyj.....	7
3 Lait ja määräykset.....	8
3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki.....	8
3.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma.....	9
3.3 Työturvallisuuslaki.....	9
3.4 Yhteenveto laista ja määräyksistä.....	10
4 Sellun kuivausosasto.....	10
4.1 Yleistä.....	10
4.2 Rakenteet.....	11
5 SKK1 Kuntokartoitus.....	13
5.1 Kuntokartoituksen määritelmät.....	13
5.2 Tutkittavien rakenneosien rajausta.....	14
5.3 Tutkimukset.....	15
5.3.1 Sisäpuoliset kantavat rakenteet.....	15
5.3.2 Rakennuksen vaippa.....	17
5.4 Käytettävät tutkimusvälineet.....	18
5.4.1 Ympäristön kosteus- ja lämpöolosuhteet.....	18
5.4.2 Lämpökamerakuvas.....	20
5.4.3 Lämpötilan ja kosteuden mittaus osana lämpökuvausta.....	21
5.4.4 Ilmanpaine-eron mittaus.....	22
5.5 Tutkimustulokset.....	22
5.5.1 Sisäpuoliset kantavat rakenteet.....	22
5.5.2 Rakennuksen vaipan rakenteet.....	28
6 SAP -järjestelmä ja ennakkohoito.....	31
6.1 SAP -järjestelmä.....	31
6.2 Juurisyyanalyysi.....	31
6.3 Raporttien dokumentointi SAP-järjestelmään.....	34
7 Päätelmät.....	36
Lähteet.....	40

Liitteet

- Liite 1 Teräsbetonipalkkien seurantatarkastuslomake
- Liite 2 Päivitetyt pilari- ja palkkipiirroksat
- Liite 3 Mittausdatan dokumentointi layoutille
- Liite 4 Päivitetyt julkisivupiirustukset lämpökuvausraportin liitteiksi

1 Johdanto

Haastava markkinatilanne metsäteollisuuden aloilla on aiheuttanut huolta rakennusten kunnossapidosta teollisuuden keskittyessä ydinliiketoimintaansa. Rakennusten kunnossapidosta vastaavat tahot ovat kiinnittäneet asiaan huomiota ja tarvitsevat uusia välineitä resurssien käytön tehostamiseksi. Säännöllisellä rakennusten kunnossapidolla voidaan taata rakennuksissa työskentelevien työntekijöiden turvallinen työympäristö sekä pidentää rakennuksen elinkaarta. Rakennusten kunnossapitotyötä ohjaavan insinöörin näkökulmasta oikein kohdistetut säännölliset tarkastukset edesauttavat rakennusten kunnossapitoa ja tehostavat resurssien kohdistusta.

Säännöllisten tarkastusten myötä voidaan pienemmillä toimenpiteillä säilyttää rakenteiden kunto riittävällä tasolla. Viime vuosina tapahtuneet suurten rakennusten kattosortumat ovat aiheuttaneet joitakin vaaratilanteita. Näiden tapaturmien valossa on mielestäni myös teollisuuden kiinnitettävä enemmän huomiota rakennusten turvallisuuteen kantavien rakenteiden osalta. Aiemmin tapahtuneista tapaturmista ainakin osa olisi voitu välttää säännöllisillä tarkastuksilla ja oikein kohdistetuilla kunnossapitokorjauksilla.

Opinnäytetyöni tavoitteena on kartoittaa UPM Kaukaan sellutehtaan kuivausosasto 1 rakennuksen rungon sekä julkisivun nykykunto pääpiirteissään. Pääpainona tässä opinnäytetyössä on rakennuksen käyttöturvallisuus sekä tarvittavien korjaustoimenpiteiden kartoittaminen lähitulevaisuudessa. Tavoitteeni on antaa tilaajalle selkeä yleiskuva rakennuksen kantavien rakenteiden sekä julkisivun nykykunnosta.

Valmiin opinnäytetyön on määrä antaa tilaajalle kuva rakennuksen rungon nykykunnosta sekä toimia mallina muiden tuotantolaitosten jatkuvalla kunnossapidolle ennakkohuollon osalta. Opinnäytetyön rajaus tapahtuu yhdessä tilaajan kanssa niin, että tilaajan tarpeet työn osalta täyttyvät mutta työmäärä säilyy kohtuullisena. Työssä tuotettava oheismateriaali tullaan dokumentoimaan tilaajan tarpeiden mukaisesti SAP-järjestelmään.

2 UPM-Kymmene Oyj

Opinnäytetyön tilaaja on UPM-Kymmene konserniin kuuluva UPM-Kymmene Oyj Kaukas. UPM-Kymmene konserni on yksi maailman johtavista monikansallisista metsäteollisuuden yhtiöistä. Se tuottaa jo pitkään käytössä olleita materiaaleja uusiutuvista ja kierrätettävistä raaka-aineista sekä kehittää uusia vaihtoehtoisia materiaali- ja energiamuotoja. Vuonna 2013 yhtiöllä oli tuotantolaitoksia 14 maassa ja yhtiön liikevaihto oli noin 10,1 miljardia euroa. UPM:n palveluksessa työskentelee tällä hetkellä maailmanlaajuisesti noin 21 000 työntekijää. (UPM, Kaukas intranetsivut 2014.)

UPM-Kymmene Kaukas on konsernin Lappeenrannassa sijaitseva tuotantoyksikkö. Toiminta Kaukaan tehdasalueella Lappeenrannassa käynnistyi jo vuonna 1892 lankarullatehtaan aloittaessa toimintansa. Rullatehdas siirrettiin Mäntsälästä Kaukaankosken rannasta Lappeenrantaan, jotta raaka-aineen saanti saatiin turvattua. Puisia lankarullia valmistettiin Kaukaalla vuoteen 1972 asti. (UPM, Kaukas intranetsivut 2014.)

Nykyään Kaukaan tehdasalueella valmistetaan sellua, paperia, sahatavaraa, sahatavarajalosteita, kaukolämpöä sekä kesästä 2014 eteenpäin toisen sukupolven biodieseliä. Biopolttoainetta tullaan jalostamaan selluntuotannon sivutuotteena syntyvästä raakamäntyöljystä. Kaukaan sellutehtaan vuosikapasiteetti on 720 000 tonnia. Kaukaan paperitehtaan vuosikapasiteetti on 580 000 tonnia ja se tuottaa korkeatasoisia päällystettyjä paperilajeja, joita käytetään aikakauslehtien tuotannossa (UPM, Kaukas intranet sivut 2014.). Kuvassa 1 on Kaukaan tehdasalue kuvattu ilmasta käsin. Kuva antaa käsityksen tehdasalueen laajuudesta. Tehdasalue on pinta-alaltaan noin 300 ha, käsittäen myös puiden uittoaltaan. Kunnossapidettäviä rakennuksia on tehdasalueella paljon, mistä syystä UPM:llä on tehtaiden kunnossapitoa varten erillinen rakennusorganisaatio.

Rakennusorganisaatio käsittää nykyisellään rakennuspäällikön sekä kaksi rakennustyönjohtajaa. Kunnossapitopalvelut ostetaan ulkopuolisilta urakoitsijoilta, mutta töiden organisointiin ja laadunvalvontaan tarvitaan omaa henkilökuntaa. Alueet on jaettu työjohtajille karkeasti paperi- ja selluteollisuuden kokonaisuuksien mukaisesti.



Kuva 1. Kaukaan tehdasalue vuonna 2013. (alkuperäinen kuva UPM:n internet-sivut 2014)

3 Lait ja määräykset

Lähtökohtana tälle opinnäytetyölle on tilaajan halu selvittää rakennuksen nykykunto. Tämän lisäksi kuntokartoituksen ja etenkin ennakkohuollon osalta on keskeistä tietää, mitä laissa ja asetuksissa määrätään rakennuksen käyttöturvallisuudesta sekä kiinteistön haltijan velvoitteista. Maankäyttö- ja rakennuslaki toimii rakennuslainsäädännön pohjana, jota voidaan tarkentaa maankäyttö- ja rakennusasetuksilla. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, tekniset vaatimukset sekä rakentamisen viranomaisvalvonta- ja lupamenettelyt. Tarkemmin rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu rakentamismääräyskokoelmaan.

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki sääntelee rakentamista ja rakentamisen lupakäytäntöjä. Rakennuksen kunnossapidon osalta laki velvoittaa kiinteistön omistajan pitämään rakennuksen ympäristöineen jatkuvasti sellaisessa kunnossa, että se täyttää terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta haittaa tai rumenna ympäristöä. Lisäksi laki velvoittaa kiinteistön omistajan pitämään rakennuksen ja sen energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät sellai-

sessä kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kunnan rakennusvalvontaviranomainen on oikeutettu määräämään rakennuksen korjattavaksi tai siistittäväksi, mikäli rakennuksen kunnossapitoa laiminlyödään. Mikäli rakennuksesta on ilmeistä vaaraa turvallisuudelle, tulee lain mukaan rakennus määrätä purettavaksi tai kieltää sen käyttäminen. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 166§ Rakennuksen kunnossapito) Käytännössä siis laissa veloitetaan kiinteistön haltijaa puuttumaan rakennuksessa ilmeneviin ongelmiin riittävän ajoissa, jottei mahdollisia vaaratilanteita synny rakenteiden huonon kunnan seurauksena.

Kuten edellä mainittiin, on kiinteistön haltijan huolehdittava rakennuksen kunnosta niin, että siellä on olosuhteet huomioiden jatkuvasti turvallista olla ja työskennellä. Käytännössä tällä tarkoitetaan sitä, että rakennuksen kaikki rakennusosat ovat sellaisessa kunnossa, ettei niistä aiheudu rakennuksessa olijalle vaaraa.

3.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Rakentamismääräyskokoelmaan on koottu tarkemmat rakentamista koskevat määräykset ja ohjeet. Rakentamismääräyskokoelmaan kootut rakentamista koskevat säännökset ovat velvoittavia. Rakentamismääräyskokoelman osassa B määritellään rakenteiden lujuutta koskevat määräykset ja ohjeet. Rakentamismääräyskokoelman osa B on kokoelman osista tämän opinnäytetyön kannalta oleellisin asiakirja.

3.3 Työturvallisuuslaki

Tässä opinnäytetyössä tutkittava rakennus toimii osana tuotantolaitosta ja näin ollen on myös siellä työskentelevien henkilöiden työpaikka. Tästä syystä lainsäädännön osalta on myös huomioitava työturvallisuuslainsäädännön velvoitteet työnantajalle. Työturvallisuuslain keskeisenä tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita sekä taata työntekijöille turvalliset työskentelyolosuhteet. Työturvallisuuslain pykälä 32 on rakennuksen turvallisuuden kannalta keskeisin kohta. Siinä määrätään työpaikan rakenteellisesta ja

toiminnallisesta turvallisuudesta. Työpaikan ja työskentelypaikkojen kulkuteiden, käytävien, uloskäytävien, pelastusteiden, työskentelytasojen ja muiden alueiden joilla työntekijät työnsä vuoksi liikkuvat, on oltava turvallisia. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.)

3.4 Yhteenveto laista ja määräyksistä

Yhtenä opinnäytetyön osana haluttiin selvittää pääpiirteissään, mitä laissa veloitetaan kunnossapidolta. Kokonaisuudessaan läpikäymäni lait ja asetukset ohjaavat rakentamista ja kiinteistön haltijan velvoitteita samaan suuntaan. Työturvallisuuslaki ohjaa myös työnantajaa samoihin velvoitteisiin rakennusten kunnossapidossa kuin muutkin edellä mainitut lait. Tässä kohtaa on kuitenkin myös huomioitava kiinteistön käytön vastuut ja omistussuhteet, mikäli työnantaja harjoittaa liiketoimintaansa kiinteistössä vuokralla. Mikäli liiketoimintaa harjoittava yritys toimii rakennuksessa vuokralla, on se velvollinen ilmoittamaan puutteista ja vioista kiinteistön omistajalle. Yleensä asiasta on myös maininta vuokrasopimuksen ehdoissa. Opinnäytetyössä kartoitettava rakennus on UPM Kymmene Kaukaan omistuksessa, joten kyseisen rakennuksen velvoitteista vastaa UPM Kaukas.

4 Sellun kuivausosasto

4.1 Yleistä

Sellun kuivausosasto 1 (Kuva 2) on rakennettu vuosina 1962 - 1963. Tutkittava rakennus on siis ollut käytössä jo yli 50 vuotta. Sellun kuivausosastot kuuluvat sellutehtaan tuotantoprosessin loppuun. Kuivausosastolla sellumassa kuivataan ja lopputuotteena sitä muodostetaan selluarkkeja, jotka paalataan varastointia ja kuljetusta varten. Selluarkkeja myydään teollisuuden jatkojalustustarpeisiin. Pääpiirteissään kuivausprosessi tapahtuu syöttämällä sellumassaa kuivauskoneen viiralle, jolla massa kuljetetaan puristinosan kautta kuivauskaappiin. Kuivauksen jälkeen sellu leikataan arkkileikkurilla ja kootaan paaleiksi. Kuivausprosessin aikana massasta erottuu lämmön vaikutuksesta tehdassaliin suhteellisen paljon vesihöyryä. Ilman jatkuva suhteellisen suuri vesihöyrynpitoisuus tietyillä

rakennuksen alueilla saattaa luonnollisesti nämä rakennuksen osat suuremmalle ympäristörasitukselle.



Kuva 2. Kaukaan sellutehtaan kuivausosasto 1.

4.2 Rakenteet

Sellutehtaan tuotantokapasiteetin kasvaessa on myös kuivauskoneen kapasiteettia kasvatettu sekä laitteistoa uusittu nykyaikaisempiin. Tästä syystä rakennuksen kantavia rakenteita on joiltain osin uusittu, vanhoja rakenteita korjattu ja vahvistettu. Lisäksi joitain laiteperustuksia on tehty lisää, minkä yhteydessä ympäröiviä rakenteita on vahvistettu. Kuntokartoituksen kannalta asiakirjojen osalta on haasteellista, että rakennuksen kaikkia muutoksia ei ole koottu yhteen. Rakenteita koskevat tiedot on kerättävä sekä alkuperäisistä rakennesuunnitelmista, että korjaussuunnitelmista ja projektiasiakirjoista, jotka koskevat uusien laitteiden aiheuttaman rakenteiden vahvistamisen tarpeen.

Rakennuksen runkona toimii teräsbetonirunko, joka koostuu sekä paikalla valutuista osista että elementtiosista. Perustuksena rakennuksen rungolle toimivat

pilarianturat. Kantavat pystyrakenteet ovat pääasiassa paikalla valettuja pilareita. Vaakarakenteina toimivat ensimmäisessä kerroksessa maanvarainen laatta ja toisessa kerroksessa paikalla valetut palkit sekä paikalla valettu laatasto.

Toisen kerroksen ja vesikaton välissä on ripalaattaelementtinen välikatto, joka on kannatettu teräsbetonipilareilla vesikaton pääkannattajasta. Välikaton palkkeja kannattelevat pilarit on kiinnitetty teräsosilla ja pulttiliitoksilla. Vesikaton pääkannattajina toimii esijännitetyt harja-l-palkit. Vesikaton pääkannattajien kuormat välitetään niskapalkkeja pitkin pilareille. Korkea niskapalkki mahdollistaa välikaton ja vesikaton välisen tuuletustilan.

Kuten edellä on mainittu, on rakennuksen kantavia rakenteita sen elinkaaren aikana vahvistettu kestävämmän tarvittavia laitekuormia. Esimerkiksi konetason välipohjalaattaa on jälkeempään vahvistettu telavaunurataa varten. Ensimmäisen kerroksen laitteet on pääasiassa perustettu omille erillisille perustuksille. Laitteperustukset ovat pääasiassa massiivisia yksittäisiä valuja, joten niiden tutkiminen päätettiin jättää väliin ja keskittyä itse rakennuksen rungon tutkimiseen.

Rakennuksen betonirunko on suunniteltu 1960-luvun betoninormien mukaisesti, joten ympäristörasitusluokkaa ei ole näin ollen mitoituksessa erikseen huomioitu. Oleellisin ero rakenteiden pitkäaikaiskestävyyden kannalta vanhojen ja uusien määräysten osalta on betonipeitepaksuudet. Betonipeitepaksuuteen vaikuttaa eurokoodien mukaisesti rakenteen ympäristörasitusluokitus. Nykyisten ympäristörasitusluokitusten mukaan rakennuksen sisäpuoliset betonirakenteet kuuluvat luokkaan XC3 (EN 1992-1-1). Luokitus tarkoittaa betonia, joka on sisätilassa, jossa ilman kosteus on kohtalainen tai suuri. Suunnitelma-asiakirjojen perusteella rakenteet on suunniteltu pääasiassa 20 mm betonipeitepaksuudella. Nykynormien mukaan vähimmäispaksuus kyseisessä rasitusluokassa on 25 mm 50 vuoden suunnittelukäyttöäälle. Huomioitavaa on myös se, että piirustuksissa ei suurimmassa osassa rakenteita ole betonipeitepaksuutta erikseen kirjattu reunateksteihin.

Betonipeitepaksuus on siis selvitetty piirustuksista suhdeviivainta käyttämällä, ellei sitä ole piirustukseen erikseen kirjattu. On huomioitava, että tämä on suunniteltu paksuus eikä se välttämättä vastaa rakennusaikaista toteutusta. Voidaan

kuitenkin olettaa, että rakennusvaiheessa betonipeitepaksuuteen ei ole kiinnitetty yhtä suurta huomiota kuin nykypäivänä. Oletuksen perustana on betonipeitepaksuuden määrittämisen puuttuminen piirustuksista. Kuntokartoituksen osalta tulee myös asiakirjojen perusteella kiinnittää huomiota juuri betonipeitteisiin koska nykytiedon valossa on betonipeitteellä suuri vaikutus teräsbetonirakenteen pitkäaikaiskestävyyteen.

Rakennuksen kantavia rakenteita verrattaessa nykymääräyksiin on huomioitava myös rakennettaessa käytetyn betonin lujuusluokka. Rungossa käytetty betoni on 1960-luvulla käytettyjen luokitusten mukaan k250. Lujuusluokka tarkoittaa betonin kuutiolujuutta, jonka suuruus on 250 kp/cm^2 (RIL 48b Betoninormien selityksiä 1969). Nykyisen rakentamismääräyskokoelman mukainen vastaava betonin lujuusluokitus on K25 (RakMK osa B4 Betonirakenteet, ohjeet). Eurokoodissa vastaava luokitus on C20/25 (EN 1992-1-1).

5 SKK1 Kuntokartoitus

5.1 Kuntokartoituksen määritelmät

Kuntoarviolla tarkoitetaan rakenteen kunnon arviota, joka perustuu lähinnä silmä määräiseen ulkoapäin tehtävään tarkastukseen. Kuntoarvio on suuntaantava ja sen avulla voidaan saada tietoa rakenteen vaurioista siltä osin, kun rakenteen vauriot ovat havaittavissa. Rakenteiden kuntoarviossa on huomioitava se, että rakenteissa ilmenevät vauriot voivat edetä hyvin pitkään rakenteen sisällä ennen kuin vauriot ovat ulospäin nähtävissä. (RT 18-11061.)

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan yleisesti ottaen rakennusosan tai rakennusosakokonaisuuden kunnon sekä toimivuuden selvittämistä. Samassa yhteydessä arvioidaan rakenneosan korjaustarve. Kuntotutkimus suoritetaan systemaattisesti eri vauriotapojen suhteen käyttäen eri tutkimusmenetelmiä. Tutkimusmenetelminä käytetään mm. olemassa olevien suunnitelma-asiakirjojen tutkimista, näytepalojen ottamista ja analysointia sekä kentällä tehtäviä mittauksia kuten esimerkiksi lämpökamerakuvauksia tai kosteusmittauksia (RT 18-11061).

Tässä opinnäytetyössä tehtiin sovituille rakennusosakokonaisuuksille tarkempia tutkimuksia, joiden tarkoituksena oli selvittää mahdollisten vaurioiden syitä. Tarkempiin tutkimuksiin päädyttiin julkisivun vaurioiden selvittämiseksi.

5.2 Tutkittavien rakenneosien rajaus

Kartoitettavien rakenteiden laajuus päätettiin yhdessä työn tilaajan ja ohjaavan opettajan kanssa. Päädyttiin siihen, että tutkitaan rakennus pääasiallisesti silmämääräisesti, koska tutkittavia rakenteita on paljon. Silmämääräisesti tehtävä kartoitus betonirakenteista on suuntaa antava ja siten voidaan kartoittaa tarvittavien lisätutkimusten tai korjaustarve lähitulevaisuudessa. Työn tilaajan kanssa sovittiin, että sisäpuoliset rakenteet tutkitaan silmämääräisesti ja selvitetään sisäilman vallitsevia olosuhteita tarkemmin mittaamalla. Mittaamalla saadut tulokset sisäilman kosteuspitoisuudesta antavat luotettavamman kuvan rakenteissa ilmenevien vikojen syistä.

Tarkemmin tutkittavat runkorakenteet rajattiin sille osalle rakennusta, jossa ilman kosteusolosuhteet on selkeästi suurimmat. Kyseisille rakenneosille ei ole rakentamisen jälkeen tehty suurempia korjaustoimenpiteitä, joten niiden nykykuntoon haluttiin kiinnittää enemmän huomiota. Ympäristöolosuhteiden kannalta oleellisimmaksi osaksi rakennuksesta osoittautui se rakennuksen alue, jossa sijaitsee kuivauskoneen viira-allas (Kuva3). Koneen osa on rakenteeltaan avoin, minkä vuoksi altaan kohdalta vesihöyry pääsee leviämään vapaasti rakennuksen sisäilmaan. Kyseissä rakennuksen kohdassa sijaitsee myös välikaton kohdalla tuuletuskanavat, joiden kautta sisäilman vesihöyry ohjataan lämmön talteenottolaitteistoille.



Kuva 3. Ympäristöolosuhteet viira-altaan kohdalla.

Julkisivun osalta päädyttiin alustavien selvitysten perusteella siihen, että tutkitaan rakennuksen julkisivun kunto pääpiirteissään ilman rakenteiden avausta. Opinnäytetyön aloitusvaiheessa oli jo selvää, että julkisivun rakenteet ovat rakennuksen pitkästä elinkaaresta ja rakennuksen käyttötarkoituksesta johtuen silminnähden kuluneet. Julkisivun tutkimusten pääasialliseksi näkökulmaksi asetettiin kulkuväylien turvallisuus. Tähän päädyttiin, koska kyseessä on tiilimuurattu julkisivu, ja on mahdollista, että muurauksesta irtoaa kappaleita, jotka aiheuttava vaaraa jalankulkijoille.

5.3 Tutkimukset

5.3.1 Sisäpuoliset kantavat rakenteet

Tutkimukset aloitettiin tutustumalla koko rakennukseen paikanpäällä sekä rakennuksesta arkistoituihin suunnitelma-asiakirjoihin. Kun rakennuksesta ja sen käyttötarkoituksesta oli saatu selkeä yleiskuva, kävin läpi tarkemmin alkuperäiset rakennepiirustukset. Rakennepiirustusten läpikäyminen helpotti tutkimustyö-

tä ja auttoi saamaan paremman kuvan tutkittavista rakenteista. Rakennepiirustusten läpikäymisessä keskityttiin pääasiassa niihin asiakirjoihin, jotka liittyivät aiemmin rajattuihin rakennuksen osiin sekä alustavalla kenttäkierroksella tehtyihin havaintoihin.

Rakennus on ollut käytössä jo monta vuosikymmentä, joten rakennepiirustusten ja tutkimustulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, kuinka paljon rakenteet ovat vuosien saatossa ympäristörasituksien vaikutuksesta kuluneet. Aikataulun kannalta päädyttiin kantavan rungon osalta tekemään kevyempiä tutkimuksia ilman betoninäytteiden ottoa. Tämän vuoksi karbonatisoitumissyvyiksi sekä veto- ja puristuslujuuksien määrittämisä ei tehty. Näillä kokeilla olisi mahdollista tutkia tarkemmin rakenteiden kuntoa ja tehdä suuntaa antavia laskelmia betonirakenteiden kantavuudesta nykytilassaan. (Betonijulkisivun kunto-tutkimus 2013.)

Suunnitelma-asiakirjoista selvisi, että konetason itäpuoleisen osan välikattoa kannattelevien leukapalkkien kohdille on asennettu teräskonsolit lisäämään leukapalkkien tukipintaa leukapalkkien ja pilareiden liitoksessa. Teräskonsolien kunto päätettiin myös tarkastaa, koska ne ovat olleet käytössä vuodesta 2005.

Palkkien kartoittamista ja vaurioiden tilaistoimista varten tehtiin seurantatarkastulomake (Liite 1), joka toimii myös jatkossa rakennuksen palkkien kunnon seurannan työvälineenä. Lomakkeelle kirjatut tiedot voidaan tilastoida rakennuksen päivitettyjen pohjapiirrosten kanssa kuvan 4 mukaiseen taulukkoon. Tilastointi tapahtuu seurantatarkastusten jälkeen dokumentoimalla havaitut vauriot SAP-järjestelmään päivittämällä aiemmat piirustukset ajan tasalle.

vauriotekijöitä kuten ilmavuodoista johtuvia kosteusvaurioita vaipan rakenteessa ei voida havaita luotettavasti. Julkisivujen suuren pinta-alan vuoksi päätettiin rakennukselle tehdä lämpökamerakuvaukset, jotta voitiin selvittää julkisivun kuntoon vaikuttavia tekijöitä tarkemmin. Kustannusten ja työn laajuuden kannalta päätettiin, että rakenteiden avauksia ei tehdä.

5.4 Käytettävät tutkimusvälineet

5.4.1 Ympäristön kosteus- ja lämpöolosuhteet

Tutkimuksia suunnitellessa todettiin, että rakennuksen sisäilmaston olosuhteet vaihtelevat rakennuksen eri kohdissa suhteellisen paljon. Haluttiin selvittää tarkemmin, millaiset sisäilman olosuhteet eri rakennuksen osissa on. Tätä varten päädyin käyttämään koulun laboratorion laitteistosta Tinytag plus 2 TGP 4500 -tiedonkeruulaitteita (Kuva 5).



Kuva 5. Tinytag-mittausyksikkö asennettuna paikalleen välikaton alle.

Laitteita sijoitettiin seitsemän kappaletta rakennuksen vaipan sisäpuolelle ennalta määritettyihin paikkoihin. Paikat määriteltiin sillä perusteella, että saatiin kattava kuva rakennuksen vaihtelevista ympäristöolosuhteista alimmalta tasolta sekä konetason yläosista. Osa laitteista sijoitettiin suhteellisen lähelle toisiaan,

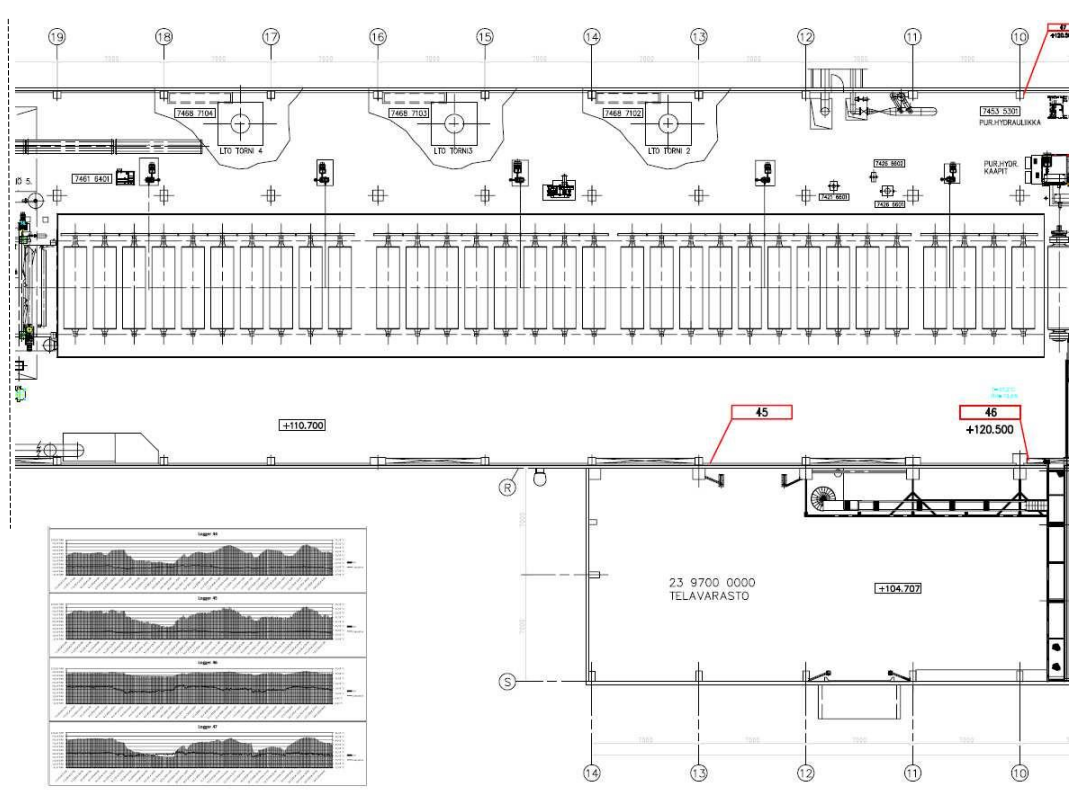
koska halusin selvittää kuinka kosteusolosuhteet vaihtelevat konetasolla niin sanotusti märässä päässä. Rakennuksen ”märällä päällä” tarkoitetaan kuivauskoneen osaa, jossa sellumassa syötetään kuivauslaitteistoon. Tästä syystä ilman kosteusolosuhteiden vaihtelut voi jo aistinvaraisesti havaita muuta rakennusta suuremmiksi. Laitteiden sijainnit mittauksen aikana on esitetty liitteessä 4.

Lisäksi yksi mittausyksikkö sijoitettiin ulos lastauslaiturin katokseen mittaamaan vastaavaa ulkoilman olosuhteiden muuttumista mittausjakson aikana. Ulos sijoitetun mittausyksikön tarkoituksena on antaa vertailupohja sisäilman mittaustuloksille. Näin voidaan mittaustuloksia käyttää apuna suunnittelussa, mikäli tulevaisuudessa suunnitellaan ulkoverhousta varten vaihtoehtoista rakennetta.

Laitte mittaa ilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa ennalta määritetyin väliajoin. Saadut mittaustulokset voidaan suoraan purkaa Excel-taulukoksi, jolloin tulosten analysointiin voidaan soveltaa Excel-ohjelmasta löytyviä työkaluja.

Laitteet asetettiin paikoilleen mittaamaan viikon ajaksi tuotannon ollessa kuivauskoneella käynnissä. Laitteet säädettiin ottamaan mittaustulos 15 minuutin väliajoin, jolloin laite tallentaa sen hetkisen ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden. Näin saatiin rakennuksen pääasiallisia olosuhteita hyvin kuvaavat mittaustulokset, joista voidaan arvioida olosuhteiden vaihteluita myös lyhyellä välillä.

Saadut mittaustulokset käytiin läpi yhdessä tilaajan kanssa ja dokumentoitiin kuvan 6 mukaisella tavalla. Excel-taulukoihin puretut mittaustulokset on muutettu viivadiagrammiksi ja viety Autocad-ohjelmaan jolloin diagrammeja voidaan tarkastella suoraan pohjapiirroksen merkattujen mittauspisteiden kanssa. Tilastoitua tietoa voidaan käyttää jatkossa hyväksi toimivan seinärakenteen lämpö- ja kosteusteknisessä suunnittelussa.



Kuva 6. Mittaustietojen tilastointi pohjapiirroksiin.

5.4.2 Lämpökuvaus

Julkisivun tutkimuksissa päädyttiin siihen, että kuvataan ulkoseinät lämpökameralla. Tämä on normaali toimenpide kuntokartoituksessa, kun halutaan selvittää rakennuksen vaipan lämpötekniistä toimivuutta. Kyseissä kohteessa lämpökuvauksella halusin selvittää rakennuksen vaipan yleiskuntoa. Lämpökamera soveltuu tähän tarkoitukseen erittäin hyvin, koska sillä voidaan tutkia rakennetta rikkomatta, onko rakenteessa esimerkiksi ilmavuotoja. Lämpökuvauksissa käytettiin koulun laboratoriolaitteistosta löytyvää Flir T620bx -mallin (kuva 6.) lämpökameraa. Kamera on nimenomaisesti tarkoitettu kiinteistöjen lämpökuvaukseen ja sillä voidaan kuvata laajojakin pintoja tarkasti. Kameralla kuvattu voidaan purkaa Flir tools+ -nimisellä ohjelmalla, jolloin kuvien sisältämää mittaus- tietoa voidaan analysoida ja muokata.



Kuva 7. Flir T620bx lämpökamera.

5.4.3 Lämpötilan ja kosteuden mittaus osana lämpökuvaukseen

Lämpökamerakuvausten yhteydessä on oleellista selvittää kuvausajankohdalla vallitsevat ilman olosuhteet. Kuvausten yhteydessä käytettiin koulun laboratorion lämpötila- ja kosteusmittauksissa käytettävää Vaisala HMI41-mittalaitetta (Kuva 8). Mittalaitteeseen voidaan käyttötarkoituksesta riippuen liittää erilaisia mittapäitä. Ilman lämpötilan ja kosteusprosentin mittaamiseen käytettiin tässä opinnäitetyössä Vaisala HMP42-mittapäätä. Mittaukset suoritettiin mittauspisteissä oleskeluvyöhykkeeltä, eli käytännössä mittaustilanteessa ihmisen vyötärön ja rinnan väliseltä korkeudelta. Lämpötilan mittaus on oleellista suorittaa myös lämpökamerakuvausten yhteydessä, jotta raportoinnin yhteydessä voidaan tehdä luotettavia päätelmiä vaipan toimivuudesta.



Kuva 8. Vaisala HMI41-lämpö- ja kosteusmittalaite HMP42-mittapäällä.

5.4.4 Ilmanpaine-eron mittaus

Lämpökamerakuvausten yhteydessä ilmanpaine-eron selvittäminen on oleellinen osa kuvausten luotettavuutta. Ilmapaine-eron mittaamisessa käytettiin Alnor AXD560-mikronanometriä. Mikronanometri mittaa ilmanpainetta rakenteen vaiipan yli. Lämpökamerakuvien analysoinnin kannalta tieto on selvittävää, koska ylipaineisessa sisäilmassa ei ilmavuotoja voida havaita sisältäpäin.

5.5 Tutkimustulokset

Opinnäytetyön aikana käytiin tilaajan kanssa läpi tutkimuksella saadut tulokset suullisesti palavereissa, ja laajan kuvamateriaalin vuoksi päätettiin osa valokuvista dokumentoida sellaisenaan verkkolevylle. Tässä osiossa käsitellään erikseen rakennuksen sisäpuolelta sekä ulkopuolelta saatuja tuloksia ja silmämääräisiä havaintoja.

5.5.1 Sisäpuoliset kantavat rakenteet

Rakennuksen sisäpuolella käytiin kaikki kantavat rakenteet silmämääräisesti läpi. Tämä käsittää pilarit, palkit sekä välipohjien laatastot. Kantavista pilareista palkeista etsittiin muodonmuutoksia, selkeitä halkeamia ja merkkejä korroosios-

ta. Kantavat rakenteet osoittautuivat ennakko-odotuksia parempikuntoisiksi. Alimman kerroksen rakenteista ei löytynyt viitteitä välittömiä korjaustoimenpiteitä tai lisätutkimuksia vaativista vaurioista.

Konetason eli rakennuksen toisen kerroksen rakenteet osoittautuivat myös ikäänsä nähden hyväkuntoisiksi. Konetason hoitopuolen eli rakennuksen länsipuolen käytävän katossa ilmeni hiushalkeamia (Kuva 9), joiden syy tulee selvittää tarkemmin. Holvin yläpuolella on lämmön talteenottotilat, jossa kosteus- ja lämpöolosuhteet ovat erittäin suuret. Valkoinen kalkkihärme halkeamissa viittaa siihen, että kosteus on työntynyt halkeamista laatan läpi.



Kuva 9. Halkeilua laatan alapinnassa konetason hoitopuolen katossa.

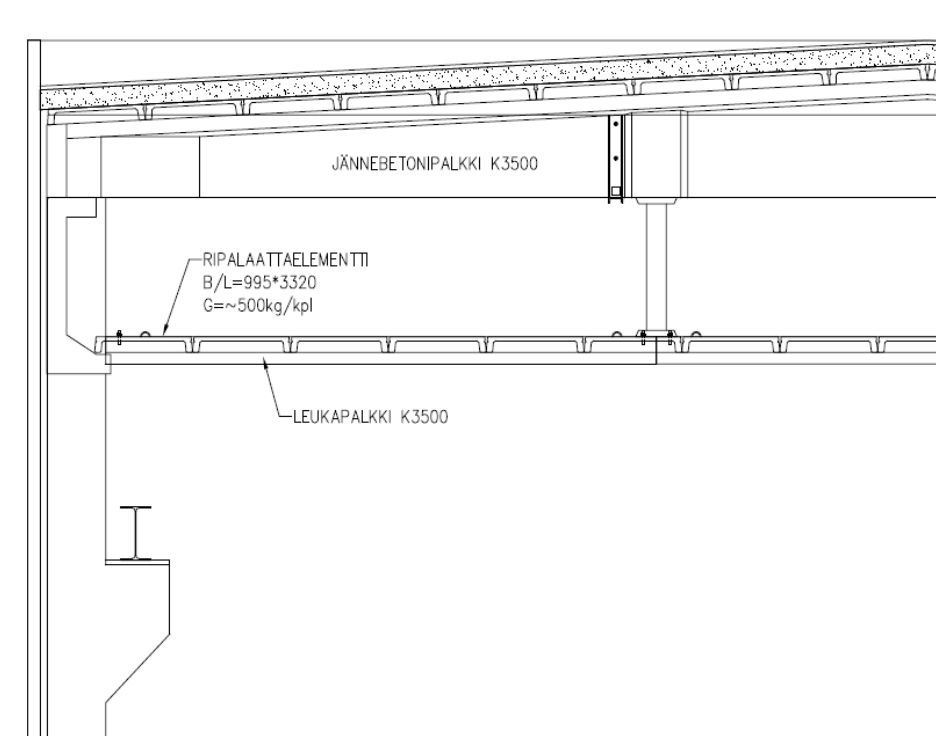
Konetason yläosassa eli välikaton niskapalkkien ja leukapalkkien liitoksissa (Kuva 10) havaittiin halkeamia. Välikaton rakenteen leikkauspiirustuksesta (Kuva 11) voidaan havaita ripalaataston kannatuksen periaate. Ripalaatasto on asennettu leukapalkiston päälle. Leukapalkistot on kannatettu päistään niskapalkkien päältä sekä vesikaton pääkannattajien

kolmasosapisteistä teräsbetonisten vetotankojen avulla. Halkeilun vuoksi niskapalkin pääteräkset ovat paljastuneet ja ovat alttiina korroosiolle. Halkeilun syynä on alueella vallitsevan ilman suuri kosteuspitoisuus. Ilmankosteus aiheuttaa betonissa karbonatisoitumista, eli betonin huokosveden pH:n alenemista. Karbonatisoitumisessa ilman sisältämä hiilidioksidi tunkeutuu betoniin, jolloin betonin raudotteita suojaava vaikutus häviää. Ruostuessaan teräksen poikki- pinta-ala kasvaa. Betonin heikon vetolujuuden vuoksi laajentunut teräs halkaisee betonipeitteen. Niskapalkin betonipeite osoittautui halkeilleessa kohdassa nyky määräksiin nähden liian pieni.



Kuva 10. Välikaton niskapalkissa halkeamia.

Välikaton alapuolen leukapalkkien liitoksia on aiemmin vuonna 2005 vahvistettu rakennuksen itäpuolella teräskonsoleilla (Kuva 12), kun tukipinnoissa havaittiin puutteita. Länsipuolella havaittujen halkeamien korjaamiseen ehdotin tilaajalle vastaavanlaisten teräskonsolien asennusta. Teräskonsolit lisäävät leukapalkin tukipintaa niskapalkin päällä ja estävät mahdollisen kantavuuden pettämisen. Korjaustoimenpiteen yhteydessä niskapalkin alaosa paljastuneet teräkset puhdistetaan ja korroosiosuojataan.



Kuva 11. Leikkauspiirustus välikaton ja vesikaton rakenteesta



Kuva 12. Välikaton leukapalkkien vahvistus

Välikaton tilat tarkastettiin tehtaan vuosihuoltoseisokin aikana, koska koneiden ollessa käynnissä välitilassa on niin vaikeat olosuhteet, että tarkastamista ei ole mahdollista järkevästi toteuttaa. Pääpaino välitilan rakenteissa oli vesikaton pääkannattajiin asennettujen vetotankojen (Kuva 13) kunnon selvittäminen. Piilarit on liitetty välikaton leukapalkkeihin sekä vesikaton pääkannattajaan pulttili-

toksin. Pulttiliitoksista tai teräsosista ei löytynyt silmin havaittavia halkeamia. Teräsosissa ilmeni paikoittain pientä pintakorroosiota, mikä ei aiheuta toimenpiteitä. Vesikaton pääkannattajat ovat hyvässä kunnossa.



Kuva 13. Välikaton vetosauvat olivat hyvässä kunnossa

Välikaton alapinta osoittautui rakennuksen pohjoispäässä muuta osaa huonokuntoisemmaksi. Katto on muuten hyvässä kunnossa mutta betonin pinnoite on useassa kohdassa alkanut kovan lämpö- ja kosteusrasituksen seurauksena hilseilemään (Kuva 14). Kuvasta voi havaita hilseilevän pinnoitteen vaaleampi-
na kohtina katon alapinnassa. Näissä kohdissa maalipinta on joko alkanut halkeilemaan tai pudonnut kokonaan pois. Maalipinnoite suojaa betonia ja ohuen betonipeitepaksuuden vuoksi ilman maalipinnoitetta kosteus pääsee tunkeutumaan teräksiin asti. Hilseilevä maalipinnoite voi myös pudotessaan joutua koneen sisälle viiraosan kohdalla, jolloin se voi aiheuttaa koneen käytössä ongelmia.



Kuva 14. Välikatton ripa- ja ontelolaattaelementtien pinnoitteen vaurioita

Lämmön talteenottotiloista löytyi pinnoitteissa halkeilua sekä parissa kohtaa betonipeite oli kulunut pois (Kuva 15), jolloin holvin raudoitteet olivat tulleet esille. Kohdat joissa vaurioita ilmeni, eivät aiheuta välitöntä vaaraa, koska holvin yläpuolella ei ole kuormia aiheuttavia koneita tai laitteita. Kyseiset vauriot on kuitenkin syytä korjata seuraavan huoltoseisokin yhteydessä. Paljastuneet raudoitteet tulee puhdistaa ja korroosiosuojata sekä uusi betonipinta pinnoittaa vastaavanlaisella kosteussuojapinnoitteella kuin muu rakenne.



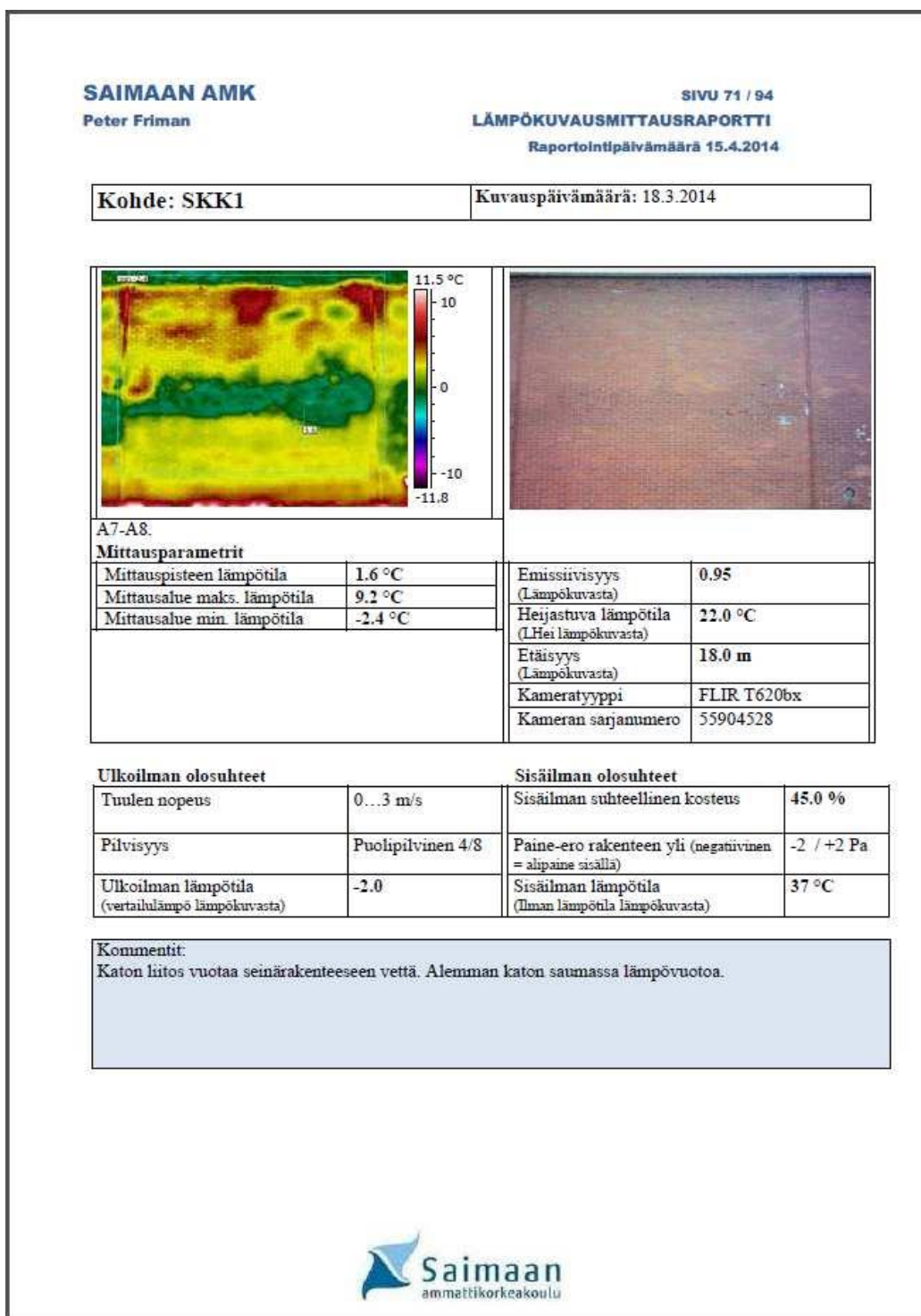
Kuva 15. LTO-tason holvin alapinnassa raudoitteet näkyvissä.

5.5.2 Rakennuksen vaipan rakenteet

Julkisivun rakenteissa voitiin jo ensi silmäyksellä havaita ulkoapäin, että tiiliverhous on aikaa myöten alkanut halkeilla paikka paikoin erittäin pahasti. Sisäpuolinen tiilimuuraus on pääasiallisesti hyvässä kunnossa myös maalipinnoitukseltaan. Lähemmissä tarkasteluissa ulkopuolinen tiilimuuraus on osoittautui osittain varsin hyväkuntoiseksi mutta useammassa paikassa muuraus on halkeillut pahasti. Rakennuksen vaippa on rakenteeltaan sisältäpäin luettuna 130 mm:n tiilimuuraus, 70 mm:n mineraalivilla ja 130 mm:n tiilimuuraus. Sisäpuolista vesihöyrynvastusta on aiemmin pyritty lisäämään maalipinnoitteilla mutta toimenpide ei ole riittävä, koska sisäilman vesihöyrynpitoisuus on niin suuri.

Lämpökuvausten yhteydessä voitiin havaita liikuntasaumojen kohdalla selkeitä ilmavuotoja. Tällöin vesihöyry pääsee vapaasti kulkeutumaan vaipparakenteen sisälle. Juuri saumakohtien alueella ulommainen tiiliverhous on halkeillut pahimmin. Yleisesti seinässä ilmenevät kosteusvauriot voidaan lämpökuvauksessa havaita lämpökuvassa ilmenevänä epäsymmetrisenä poikkeamana verrattuna muuhun seinärakenteeseen (Paloniitty, S & Kauppinen, T. 2011).

Lämpökuvauksista tehtiin tilaajalle erillinen Ratu 1213-S-ohjeen mukainen lämpökamerakuvausraportti (Kuva 16). Raportti sisältää moduulilinjoittain kuvauksen vaipparakenteen lämpöteknisestä kunnosta. Lisäksi raportoitiin sisäpuolelta otetut kuvat joiden pohjalta voidaan arvioida ilmavuotoja muun muassa pilarien saumakohdissa. Kokonaisuudessaan raportista voidaan siis havaita tarkemmin vaipparakenteen ongelmakohdat.



Kuva 16. Esimerkkikuva lämpökuvausraportista.

Haastavaa lämpökuvien tulkinnasta teki tutkittavassa kohteessa vallitsevat olosuhteet. Paine-ero vaihtelee rakennuksessa ilmanvaihtolaitteiden takia erittäin paljon, joten kuvia täytyy paine-eromittauksista huolimatta tulkita kriittisemmin. Kuvia kertyi kuvausten aikana reilu sata kuvaa. Lämpökuvausraportin laatiminen laajasta kuvamateriaalista osoittautui myös suhteellisen työlääksi.

Lämpökuvausraportin liitteeksi tehtiin uudet julkisivupiirustukset, koska rakennukseen on sen elinkaaren aikana lisätty uusia ovia sekä seiniin läpivientejä. Julkisivupiirustuksiin merkittiin havaitut ongelmakohdat. Piirustuksesta saa nopeasti yleiskuvan rakennuksen julkisivun kunnosta. Lisäksi rakennuksen koillisnurkkaan on rakennettu lisäosaksi telavarasto. Telavarasto suljettiin tutkimusten ulkopuolelle, mutta huomion arvoinen asia on tutkittavan rakennuksen julkisivun kunto telavaraston kohdalla. Tällä osalla seinärakenne on säilynyt miltei alkuperäisessä kunnossaan. Hyvä kunto tällä osalla johtuu siitä, että seinärakenne ei pääse missään vaiheessa jäätymään.

Ulommaisen tiilikerroksen halkeilun syynä on sisäilman vesihöyryn tiivistyminen tiilimuurauksen sisälle, jolloin jäätyessään tiilen huokosiin muodostunut vesi laajenee ja halkaisee tiilen. Toinen silmiinpistävä huomio kiinnittyi räystäiden sekä tiili-ikkunaelementtien alapuolelle. Tiiliverhous on halkeillut suurelta osalta räystäiden alapuolelta. Syynä tähän on katon ja seinän liitos. Räystä ei ulotu riittävästi julkisivun yli, jolloin sadevesi pääsee kulkeutumaan tiiliverhoukseen jätettyjen tuuletussaumojen kohdalta sisään.



Kuva 17. Tiiliverhoilussa ilmenneitä halkeamia ja irtoavia tiilen paloja.

Kuvasta 17 voi havaita haljenneista tiilistä, kuinka osa tiilestä on jo irtoamassa seinästä. Suuremmat tiilenpalat voivat pudotessaan aiheuttaa rakennuksen läheisyydessä liikkuville ihmisille vaaratilanteita. Tutkimuksissa kiinnitettiin erityisesti huomiota siihen missä kunnossa seinärakenne on sisäänkäyntien kohdalla. Näissä kohdissa rakenne oli pääasiallisesti hyvässä kunnossa, eikä tällä hetkellä näillä alueilla välitöntä vaaraa synny. Näin ollen välittömiä turvallistamistoimenpiteitä ei tämän osalta tarvitse suorittaa.

6 SAP-järjestelmä ja ennakkohuolto

6.1 SAP-järjestelmä

SAP-järjestelmän lyhenne SAP tulee englannin kielen sanoista system, applications and products in data processing. SAP-järjestelmä on Excel-pohjainen suurille yrityksille kehitetty toiminnanohjausjärjestelmä, jolla on mahdollista hoitaa kaikki yrityksen tarvitsema toiminnanohjaus. SAP mahdollistaa töiden suunnittelun, aikataulutuksen sekä budjetoinnin. Sillä on lisäksi mahdollista seurata töiden etenemistä ja budjetin pysymistä suunnitelmassa. Ohjelmiston tehokkuus perustuu siihen, että kaikki toiminta ohjataan saman järjestelmän sisällä, jolloin kaikki tilastoitu tieto on käsiteltävissä ja analysoitavissa töiden ja hankintojen toteutumisen jälkeen. Kaukaan tehtailla SAP-järjestelmän avulla voidaan esimerkiksi ohjata tiettyyn alaan, kuten rakennustekniseen kunnossapitoon liittyvät

työt oikeille henkilöille vikailmoitusten muodossa. Tällöin rakennusten kunnossapidosta vastaavat työnjohtajat saavat omalle työpisteelleen ilmoituksen havaitusta viasta tai tarpeesta toteuttaa jokin työ. Vikailmoitukseen kirjataan työn prioriteetti, jolloin resurssien käyttöä voidaan ohjata tehokkaasti.

6.2 Juurisyyanalyysi

UPM on ottanut käyttöön ennakkohuollon tueksi juurisyyanalyyysien dokumentoinnin SAP-järjestelmään. Analyysien tarkoituksena on tunnistaa kunnossapidon piirissä olevissa laitteissa ja rakennuksissa ilmenevien ongelmien perimmäinen syy ja sitä kautta jatkossa ehkäistä vastaavanlaisien ongelmien toistuminen. Juurisyyn selvittämiseksi voidaan tilanteesta riippuen käyttää mitä tahansa keinoa, jolla voidaan selvittää ongelman perimmäinen syy. Tällöin kunnossapidon osalta ei pelkästään korjata vikaa, vaan selvitetään, miksi vika on alunperin aiheutunut ja laaditaan tämän pohjalta dokumentoitava analyysi.

Opinnäytetyön tilaaja halusi käyttää tässä opinnäytetyössä juurisyyanalyysin dokumentointia ulkoseinässä havaituista ongelmista. Tilaajan kanssa sovittiin, että analysoin seinärakenteen vaurioihin johtaneet syyt. Tämä antaa yksinkertaisemman kuvan rakenteen vaurioiden syistä niille henkilöille, jotka vastaavat yhtiön resurssien käytöstä ja päättävät tulevien korjaustöiden laajuudesta. Analyysin perusteella voidaan siis havaita, onko esimerkiksi riittävä toimenpide vaihtaa ulkokuoren tiiliverhoilu.

Juurisyyanalyysin periaate toimii paremmin mekaanisen kunnossapidon puolella esimerkiksi automaatio-ongelmissa, mutta sitä voidaan käyttää myös rakennuksissa ilmenevissä vaurioissa. Seinärakenteen osalta juurisyyanalyysin tekemiseen voidaan hyvin käyttää ”5 x Miksi?” -periaatetta (Kuva 18). Tällöin lähdetään selvittämään havaittujen ongelmien alusta syy- ja seuraussuhdetta. Syy- ja seurausketjua voidaan tarvittaessa jatkaa niin pitkälle, että päästään ongelman perimmäisen aiheuttajan lähelle. Kyseisessä rakenteessa ongelmaan ei välttämättä ole yksiselitteistä ratkaisua, mutta analyysi helpottaa toimivan ratkaisun löytämistä. Jos rakenteessa ilmenevät ongelmat toistuvat, voidaan analyysi tehdä uudelleen vian selvittämiseksi. Tämä on osa juurisyyanalyysin toiminnan käyttötarkoitusta, jolloin yrityksen toimintaperiaatteita voidaan

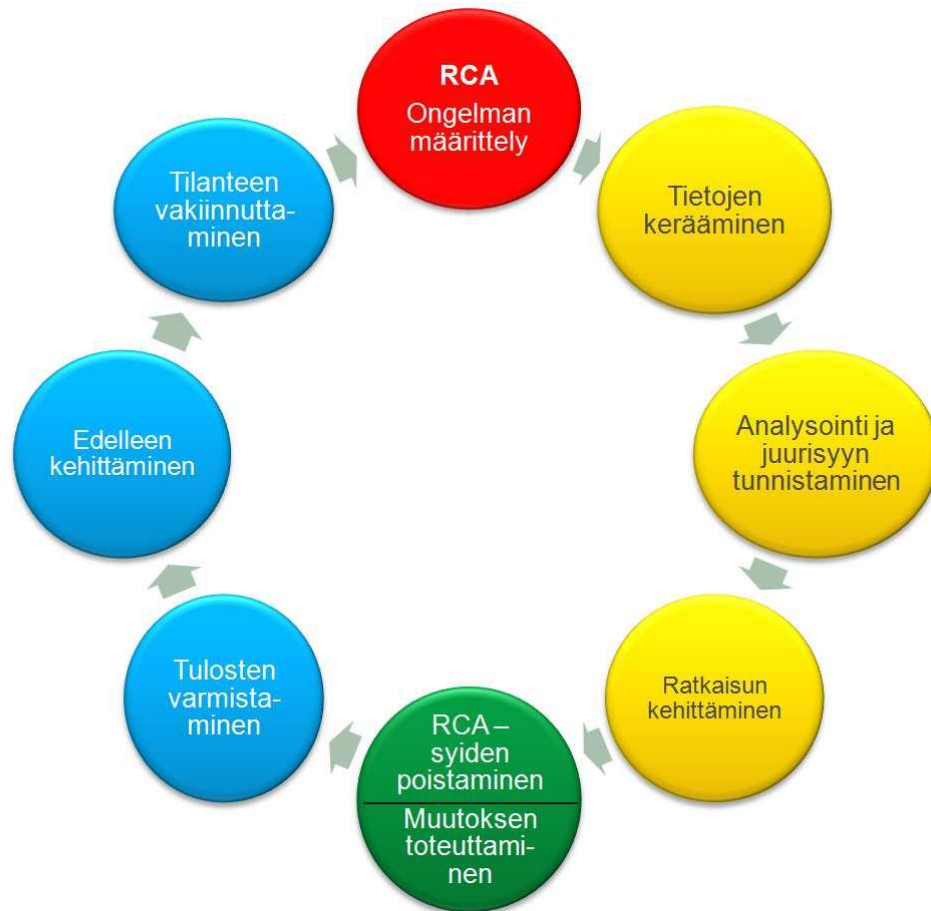
kehittää varmemman toiminnan suuntaan, jolloin voidaan kunnossapidon osalta saavuttaa merkittäviäkin säästöjä.

VAIKUTUKSET	TAPAHTUI KOSKA	SYY
Seinässä haljonneita tiiliä	—————>	Pakkanen halkaissut tiilet
Pakkanen halkaissut tiilet	—————>	Tiiltien sisälle jäänyt vettä
Tiiltien sisälle jäänyt vettä	—————>	Vesihöyry päässyt tiivistymään rakenteeseen
Vesihöyry päässyt tiivistymään rakenteeseen	—————>	Tuuletus ei toimi riittävän tehokkaasti rakenteen sisällä
Tuuletus ei toimi riittävän tehokkaasti rakenteen sisällä	—————>	Tuuletusrako on tukkeutunut tai riittämätön

Kuva 18. Juurisyyanalyysi seinärakenteen vaurioista.

Juurisyyanalyysin selvittämisen perusteella lähdetään tekemään ratkaisua tulevista korjaustöistä. Tällöin päätöksentekoprosessissa voidaan noudattaa kuvan 19 mukaista mallia toimivan ratkaisun saavuttamiseksi. Havaitusta ongelmasta kerätään tietoa, kuten tässä opinnäytetyössä kuntokartoituksen muodossa. Tämän jälkeen tunnistetaan ongelman perimmäinen syy kerättyjä tietoja analysoimalla. Analysoinnin perusteella kehitetään ongelmaan ratkaisu. Opinnäytetyön aikana ei seinärakenteen ongelman ratkaisuun vielä tehty päätöksiä, koska rakenteesta löytyneiden vaurioiden korjaamiseen päätettiin käyttää myöhemmin konsulttiapua toimivan seinärakenteen suunnitteluun.

Ongelman ratkaisulla tähdätään juurisyyanalyysissä ilmenneiden ongelmien poistamiseen. Tämän jälkeen rakenteen toimivuutta tullaan seuraamaan ja tilastoitujen tietojen perusteella voidaan toimivaa korjausmallia käyttää myös muissa vastaavissa rakenteissa, joissa on ilmennyt samankaltaisia vikoja.



Kuva 19. Päätöksentekoprosessin ja tilanteen seuraamisen malli. (UPM, Kaukas intranetsivut 2014)

6.3 Raporttien dokumentointi SAP-järjestelmään

Opinnäytetyössä luodut raportit ja juurisyynanalyysi dokumentoitiin SAP-järjestelmään. Dokumentointi tapahtuu luomalla järjestelmään uusi kunnossapitoilmoitus, jonka etuliitteeksi kirjataan RCA. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista Root Cause Analysis, mikä suomennettuna tarkoittaa juurisyynanalyysia. Kunnossapitoilmoituksen luonti aloitetaan käyttämällä transaktiota IW21. Tämän jälkeen kirjataan ilmoitukseen tarvittavat tiedot kuvan 20 mukaisesti. Kuvassa-Kunnossapitoilmoitukseen syötettävät tiedot ovat:

- Toimintopaikka, missä rakennuksessa vika on havaittu.
- Laitenumero, mikäli ongelma kohdistuu tietylle laitteelle.
- Asiasisältö, kerrotaan lisätietoja viasta.
- Vastuullinen työpiste, kunnossapidon ala joka vastaa työn toteutuksesta.
- Vastuuhenkilö, nimetään henkilö joka vastaa juurisyynanalyysin tekemi-

sestä.

- Valitaan prioriteetti, eli määrätään onko vian korjaaminen akuutti vai kiireetön toimenpide.
- Liitetään RCA-lomake ja muut tarvittavat asian selvittämistä helpottavat dokumentit kunnossapitoilmoituksen liitteeksi.

Tiedot tulee täyttää järjestelmään mahdollisimman hyvin tilannetta kuvaavalla tavalla. Työn etenemisen kannalta on erittäin oleellista, että vastuullinen työpiste ja työn vastuullinen toteuttaja on määritelty ilmoitukseen. Tämä takaa sen, että kunnossapitoilmoitus päättyy oikean henkilön työlistalle, jolloin asian käsittely saadaan käynnistettyä tehokkaasti.

Näytä KP-ilmoitus: Vikailmoitus

Ilmoitus: 100002094280 11 RCA Kuivauskone 1 rakennus runko-ongelma

Tila: ILKÄ KÄSI

Ilmoitus Lisätiedot

Viiteobjekti

Toimintopaikka: KAU1-22 7010 0000 RAKENNUS

Laite: []

Asiasisältö

17.04.2014 12:53:12 Peter Friman (V767953)
Rakennuksen runkoon ja vaippaan liittyvien ongelmien selvitys

Vastuut

Suunn.ryhmä: []

Vast. työpiste: CSYHT KAU1 Rak Sellutehdas

Vastuhenkilö: []

Ilmoittaja: V767953 Ilmoituspvm: 17.04.2014 12:49:21

Rajapäivämäärät

Haluttu alku: 17.04.2014 12:49:21 Priorit.: Ei tuotantoriskä

Haluttu loppu: 06.06.2014 12:49:21 Katkos

Yhdistetyt asiakijat

T. lji	Asakija	O...	Vs	Kuvaus
TOT	[REDACTED]			[REDACTED]
TOT	[REDACTED]			[REDACTED]

Kuva 20. Juurisyyanalyysin dokumentointi ilmoitukselle.

Ilmoitukseen liitettäviä tiedostoja voivat olla esimerkiksi juurisyyanalyysin johtopäätökset, palaverien muistiot, kuvat sekä korjausehdotukset. Kunnossapitoilmoituksen jälkeen työprosessi jatkuu tekemällä kyseiselle ilmoitukselle tarvittava työtilaus (Kuva 21). Työtilaukseen määritetään työn vastuulliset toteuttajat ja työvälineet. Ilmoituksen mukainen työ voi olla luonteeltaan sellainen, että se

vaatii ulkopuolisia urakoitsijoita. Lisäksi työtä ei sen luonteesta riippuen ole välttämättä järkevää toteuttaa tuntilaskutustyönä. Tällöin työ toteutetaan urakkana, jolloin työtilausta edeltää urakkatarjousten kysely. Urakkatarjousten perusteella valitaan työn toteuttaja ja tilattava työ kirjataan normaalisti järjestelmään kokonaishintaisena.

Vhe	AVH	Vaiheen lyh. selitys	Ma...	SE	Tekn...	Lkm	Kesto	Työ	Yk	Oh...	Var./...	Työpiste	Aik. alkupvm	Aik. alk...	Aik. loppu.
0010		Kujetuskaluston huoltosuunnitelma		0	1		32,0	32,0 H		FM01 Vap...	MSCEH		06.05.2013	00:00:00	07.05.201
0020		Kujetuskaluston varaosaselvitys		0	1		16,0	16,0 H		FM01 Vap...	MSCEH		13.05.2013	00:00:00	13.05.201
0030								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0040								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0050								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0060								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0070								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0080								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0090								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0100								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0110								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0120								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0130								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0140								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0150								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	
0160								0,0 H		FM01 Vap...	MSCEH			00:00:00	

Kuva 21. Esimerkki työtilauksen täyttämisestä.

Juurisyytysanalyysin prosessin etenemistä voidaan seurata SAP-järjestelmässä kunnossapitoilmoituksen tai työtilauksen tilaa seuraamalla. Kun vika on korjattu, tehdään vikailmoituksen liitteisiin erillinen yhteenveto jossa kuvataan ongelma, tehdyt toimenpiteet sekä juurisyytys selvitys. Juurisyytys selvitys tehdään erilliselle Powerpoint-lehdelle, jolle kuvataan selvitys ongelmasta, ongelman sijainnista, juurisyytysanalyysin tulokset sekä selvityksen toteuttanut vastuuhenkilö.

7 Päätelmät

UPM Kaukaan tehtaiden päätarkoituksena on tuottaa sellua, paperia sekä muita jatkojalostettavia tuotteita mahdollisimman paljon ja välttää turhia tuotantokatkoja. Tästä syystä rakennusten jatkuva kunnossapito on erittäin tärkeää, sillä rakennukset suojaavat tuotannossa käytettäviä koneita ja laitteita. Rakennusten kantavat rakenteet ovat tästä syystä keskeisiä rakennusten turvallisen käytön kannalta. Kantavuuden äkillinen pettäminen saattaisi pahimmillaan aiheuttaa

henkilövahinkoja sekä taloudellisia tappioita. Näin jatkuva rakennusten kantavien rakenteiden seuranta ja riittävä ennakkohuolto on hyvin perusteltua. Rakennusten jatkuva kunnossapito on myös tärkeää turvallisen työympäristön takaamiselle sekä tuotannon jatkumiselle. Yleisesti ottaen vastaavanlaisia kuntokartoituksia tulisi tehdä säännöllisesti myös muille tehdasalueen rakennuksille.

Kuivausosaston kantavat rakenteet olivat pääasiallisesti hyvässä kunnossa muutamaa poikkeusta lukuunottamatta. Säännöllinen ennakkohuolto ja turvallis- tamistoimenpiteet ilmenivät hyvin tehdyiksi. Välikaton vetosauvojen ja pila- reiden alueella havaittiin toimenpiteitä vaativia kohtia, ja nämä otettiin jo opin- näytetyön aikana esille rakennuspuolen työnjohtajien kanssa jatkotoimenpite- den suorittamiseksi. Välikaton maalipinnoite osoittautui kauttaaltaan suhteelli- sen huonokuntoiseksi, ja suuren kosteusrasituksen vuoksi tähän tulee kiinnittää tulevaisuudessa huomiota. Maalipinnoite suojaa välikaton ripalaattaelementtejä ja olosuhteisiin nähden pienen betonipeitepaksuuden vuoksi on maalipinnoite tärkeänä osana rakenteen kunnossa pysymistä.

Lämmön talteenoton alueella kosteusrasitukset ovat koko rakennuksen suu- rimmat. Rakenteet olivat ympäristöolosuhteisiin nähden pääasiallisesti hyvässä kunnossa. Rakenteita on huollettu säännöllisesti huoltoseisokkien yhteydessä. Jatkuva seuranta lämmön talteenoton alueella on myös erittäin tärkeää, jotta tilat säilyttävät myös tulevaisuudessa käyttökuntonsa. Erityisen tärkeää näissä tiloissa on pitää rakenteiden pinnoitteet asianmukaisessa kunnossa, koska ne suojaavat kantavia teräsbetoniosia kosteuden aiheuttamalta kulumalta.

Julkisivun yleiskunto osoittautui suhteellisen huonoksi. Tiilijulkisivusta löytyi pal- jon halkeamia ja selkeitä kosteusvauriota. Mielestäni vaipparakenne ei sovellu tutkimustulosten perusteella sellaisenaan kyseisen rakennuksen vaipaksi. On- gelmana rakenteessa on tiilimuurauksen liikuntasauvojen aiheuttamat ilma- vuotokohdat, jolloin sisäilman vesihöyry pääsee vuotokohdissa seinärakenteen sisälle. Samassa yhteydessä ongelmaksi muodostuu kastepisteen sijaitseminen seinärakenteen, sisällä jolloin vesi tiivistyy lämmöneristeen ja ulomman tiili- kerroksen alueelle. Jäättyessään tämä aiheuttaa tiilessä halkeamia.

Korjausehdotusten osalta vaipan rakenne on haastava. Seinärakenteen höyrysuluttaminen on työtekniisesti erittäin vaikeaa. Tästä syystä mielestäni rakenteen korjaaminen ulkoapäin on toimivampi ratkaisu. Rakenteen tuuletuksen parantaminen ja ulomman tiilikerroksen jäätyksen estäminen ovat mielestäni tehokkaat tavat säilyttää rakenteen kestävyys myös tulevaisuudessa. Tällöin ratkaisuna voidaan käyttää esimerkiksi nykyisen seinän uudelleen verhoilua, jolloin jätetään vanhan ja uuden rakenteen väliin reilu tuuletusrako, asennetaan lisälämmöneristys, sekä esimerkiksi peltiprofiiliverhous. Rakenteen kosteus- ja lämpötekniinen toimivuus on kuitenkin erikseen todettava laskelmin.

Materiaalin dokumentoiminen SAP-järjestelmään on mielestäni erittäin hyvä asia. Pelkän muistin varassa toimiminen ei ole luotettava tapa pitää rakennusten kuntoa yllä. Tästä syystä säännölliset tarkastukset ja tarkastusten dokumentointi järjestelmään edesauttavat hyvää kunnossapitoa. Tarkastusten pohjalta järjestelmään tehdyt kunnossapitoilmoitukset antavat laajemman kuvan havaitusta ongelmasta, jolloin ilmoituksen tukena on ilmoituksen tekijän näkemyksen lisäksi myös faktatietoa. Tällöin voidaan myös kunnossapitokustannusten osalta nähdä realistisesti, että korjaustoimenpide on aiheellinen. SAP-järjestelmän etuna on kunnossapito- ja ennakkohuoltoilmoitusten lisäksi myös sen muut laajat ominaisuudet. Järjestelmästä on mahdollista hakea tarvittavia asiakirjoja kuten piirustuksia ja muita dokumentoituja asiakirjoja.

Työn käytettävyys tilaajan kannalta on mielestäni hyvä, koska lähtökohtana oli selvittää rakennuksen kuntoa ja antaa tietoa mahdollisista korjaustarpeista. Havaituista ongelmakohdista on annettu tilaajalle selkeä kuva ja jatkossa näitä tietoja voidaan käyttää osana korjaussuunnittelua.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista mutta haastavaa rakennuksen käyttötarkoituksen takia. Vaikeutta työn teon kannalta aiheutti eniten teoriaa-pohjaa selvittäessä rakentamismääräysten ja varsinkin ohjeiden yleinen painottuminen asunto- ja oleskelukiinteistöihin. Lisätyötä vikojen tilastoimisessa aiheutti myös ajantasaisten piirustusten puuttuminen, jolloin merkintöjen tekeminen suoraan piirustuksiin ei ollut tutkimusten aikana mahdollista.

Kuntotarkastusten tekeminen teollisuusrakennuksessa tuottaa omat haasteensa turvallisen työskentelyn osalta. Työympäristön aiheuttamat vaarat tulee huomioida riittävän tehokkaasti turvallisen työskentelyn takaamiseksi. Ystävällinen ja tuttu henkilökunta opasti ja auttoi tarvittavien tietojen sekä rakennuksen taustojen selvittämisessä, mikä osaltaan helpotti töiden suorittamista.

Lähteet

BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013. Suomen betoniyhdistys ry. Helsinki: BY - Koulutus Oy

EN 1992-1-1 Eurokoodi, Betonirakenteet

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> (Luettu 4.2.2014)

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895> (Luettu 5.2.2014)

Paloniitty, S & Kauppinen, T. 2011. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

RakMK osa B4 Betonirakenteet, ohjeet

RIL 48b Betoninormien selityksiä 1969

RT 18-11061 Ohjetiedosto. Kiinteistön kuntoarvio, Kuntoluokan määrittäminen.

Työturvallisuuslaki 23.8.2008/738.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ty%C3%B6turvallisuuslaki> (Luettu 4.2.2014)

UPM Juurisyyanalyysi, toimintamalli 2014

UPM, Kaukas intranetsivut 2014

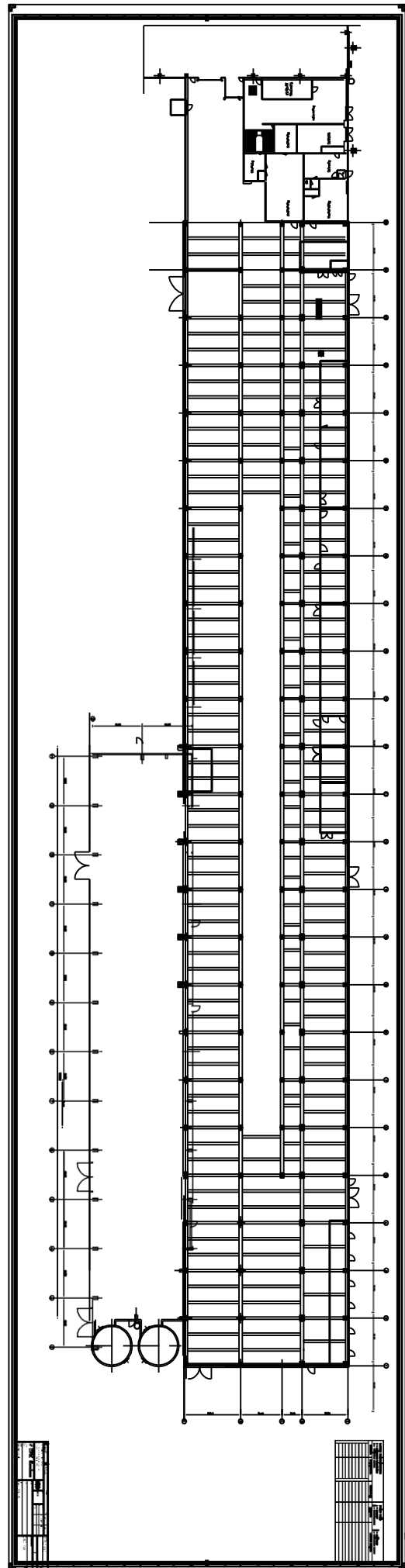
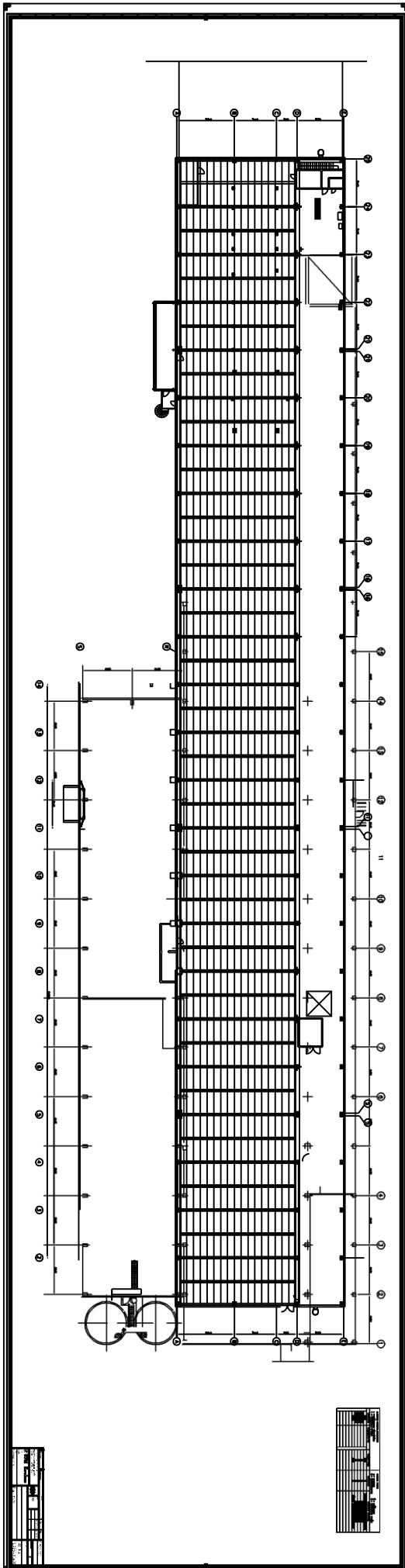
Teräsbetonipalkkien seurantatarkastuskortti

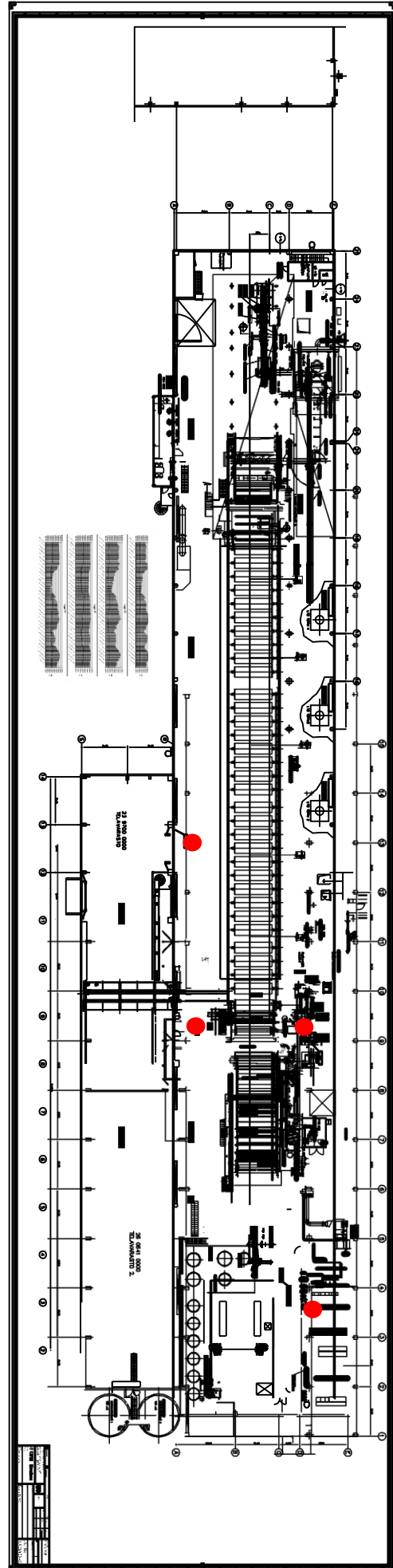
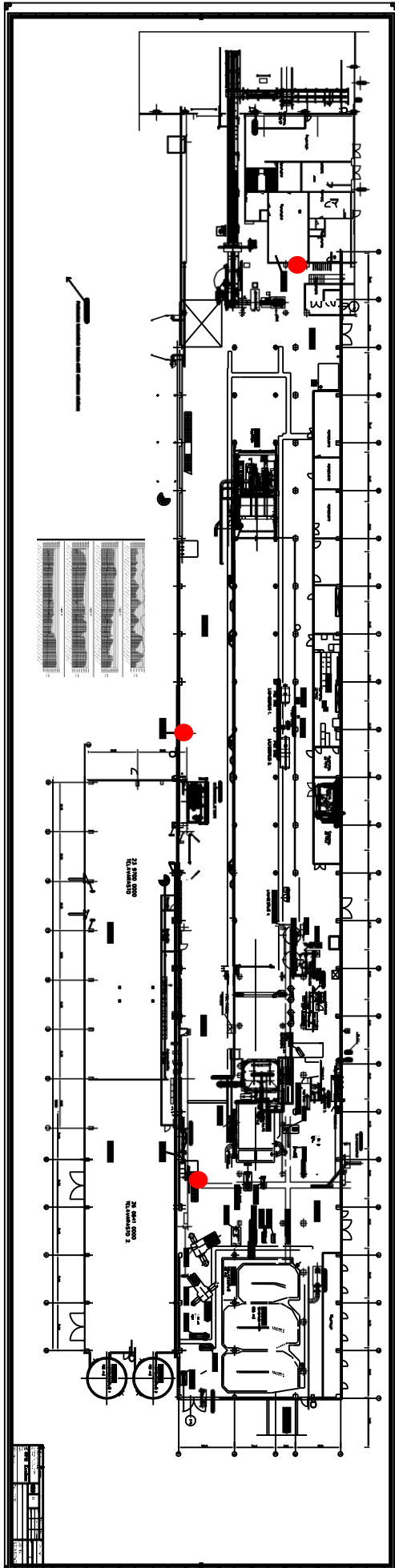
Kortti nro.()

Kohde	
Havainnon tarkka sijainti modulinjan mukaisesti	
Tarkastuksen päivämäärä	
Edellisen tarkastuksen päivämäärä	
Tarkastuksen suorittajat	

Tarkastuksen sisältö	Havainnot ja kommentit
Onko palkissa silmämääräisesti havaittavissa selkeitä muodonmuutoksia?	
Onko palkissa halkeamia? (erityisesti huomioitavia paikkoja: palkin ylä- ja alapinnat, tukienpinnat, läpiviennit)	
Mikä on palkin pinnan kunto?	
Onko palkin pinnalla haitallisia aineita?	
Onko palkissa nähtävissä betonin karbonatisoitumista?	
Onko liitoksissa merkkejä kulumasta jotka voivat aiheutua osien liikkumisesta toisiinsa nähden?	
Muut havainnot:	
Seurantatarkastuksien tuloksia tulee verrata aiempien seurantatarkastuksien tuloksiin. Merkittävistä muutoksista verrattuna aiempiin tarkastuksiin tulee konsultoida rakennesuunnittelijaa jatkotoimenpiteiden selvittämiseksi.	

Liite 2. Päivitetyt pilari- ja palkkiirrookset





* Loggereiden sijoituspaikat korostettu punaisilla pisteillä.

Liite 4. Päivitetyt julkisivupiirustukset lämpökuvausraportin liitteiksi

