

Niklas Heikkinen

Kosteudenhallintaprosessi kohteessa Espoon sairaala

Kosteudenhallintaprosessi kohteessa Espoon sairaala

Niklas Heikkinen
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, Talonrakennustekniikka

Tekijä: Niklas Heikkinen

Opinnäytetyön nimi: Kosteudenhallintaprosessi kohteessa Espoon sairaala

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Kevät 2015

Sivumäärä: 49 + 0

Kosteudenhallinnan merkitys osana rakentamista on korostunut viime vuosien aikana, sillä julkisuuteen on noussut useita sellaisia uusia rakennuksia, joiden sisäilmaongelmat ovat alkaneet heti rakennuksen valmistuttua. Osa näistä virheistä johtuu työnaikaisen kosteudenhallinnan eri osaluokkien puutteista, joten esimerkiksi sääsuojien käyttäminen on yleistynyt.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella erillisrunkoisen sääsuojan toimivuutta osana betonisandwich-elementtirakenteisen sairaalarakennuksen rakentamista. Lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin muita kohteessa käytettyjä kosteudenhallintatapoja sekä pyrittiin havainnollistamaan niitä kohteesta otettujen kuvien avulla.

Kosteudenhallintatapoihin perehdyttiin lukemalla lähivuosien aikana julkaistuja artikkeleita ja tutkimuksia asiaan liittyen sekä havainnoimalla työmaan tapahtumia työn edetessä. Kosteudenhallinnan teoriaa verrattiin työmaalla käytettyihin kosteudenhallintatapoihin sekä selvitettiin niiden toimivuutta kyseessä olevan työmaan kohdalla. Työmaalta kerättiin valokuvia ja havaintoja sekä kosteudenhallintaan liittyvää tietoa haastattelemalla työmaan toimihenkilöitä. Opinnäytetyöstä saatiin laaja katsaus tänä päivänä käytettyihin kosteudenhallintatapoihin sekä tietoa siitä, millä tavalla olosuhdehallintakeinoja tulevaisuudessa tullaan betonielementtitaloja rakentaessa käyttämään.

Opinnäytetyössä havaittiin, että erillisrunkoinen sääsuoja teki työmaan olosuhdehallinnasta helpompaa siten, että sadevesien ja lumen aiheuttamat kosteusrasitukset saatiin minimoitua ja esimerkiksi vesikatkon eristystyöt saatiin suoritettua nopeasti. Toisaalta sääsuojan runko aiheuttaa sen, että työvaiheiden aikatauluja joudutaan miettimään erittäin tarkasti esimerkiksi käännettyjen kattojen valujen osalta, sillä sääsuojan runko tulee olemaan pitkän aikaa valun tiellä. Lisäksi täysin huputetun sääsuojauksen havaittiin tuovan mukanaan sen, ettei ilmanvaihto toimi enää ilman lisäpuhaltimia tarpeeksi tehokkaasti varsinkaan kesähelteillä. Lopullinen tulkinta sääsuojauksen kannattavuudesta jää rakennuksen omistajalle, sillä on vaikea arvioida tässä vaiheessa, tuleeko kohteessa sääsuojaukseen käytettävän rahamäärän arvon verran laatueroa lopulliseen tuotteen.

Asiasanat: sääsuojaus, kosteudenhallinta, sairaala, betonisandwich-elementti

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering

Author: Niklas Heikkinen

Title of thesis: Moisture Management Process in Espoo Hospital

Supervisor: Martti Hekkanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015

Number of pages: 49

Moisture management as a part of construction has been emphasized in the recent years. There has been discussion in the media about new buildings that already have indoor air problems. Some of the problems are caused by defects in different areas of moisture management during construction. Due to this the use of weather seals has increased.

The goal of the thesis was to observe how a weather seal works as a part of the construction of a prefabricated concrete sandwich framed hospital. Other ways of moisture management were also observed and illustrated by photographs taken from the construction site.

The ways of moisture management were examined by reading recent literature and articles on the topic and observing the events on the construction site. The theory of the moisture management was compared to the moisture management ways used on the construction. Photographs and observations were gathered from the construction site in addition to collecting information about the moisture management through interviewing employees.

It was discovered in the thesis that the weather seal made some of the weather management easier due to the reduction of stress caused by the outer humidity. For example the isolation of the rooftop was finished quickly because of the weather seal. On the other hand the frame of the weather seal is in the way when casting the vault where the weather seal is stacked on. This emphasizes the importance of the scheduling. Apart from that, it was noticed that the completely hooded weather seal was weakening the ventilation under the hood and it made adding forced ventilation necessary. The final cost of the weather seal is ultimately on the owner of the building. This leads to the owner to consider the profitability of this kind of weather management compared to the upgrade of the buildings quality.

Keywords: weather seal, moisture management, hospital, prefabricated concrete sandwich

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
1 JOHDANTO.....	7
2 ESPOON SAIRAALA.....	8
3 SR-URAKKA.....	11
3.1 Rakennushankkeen vaiheet.....	11
3.2 Rakennushankkeen osapuolet.....	11
3.3 Yhteistoiminta rakennushankkeessa.....	14
3.4 Osapuolten vastuut.....	14
4 KOSTEUDENHALLINTAPROSESSI.....	16
4.1 Riskiluokan määrittäminen.....	17
4.2 Kosteudenhallinnan menettelytavan määrittäminen.....	18
4.3 Kosteudenhallintasuunnitelma.....	19
4.4 Runkovaiheen kosteudenhallinta.....	19
4.5 Kosteudenmittaukset.....	20
4.6 Kosteudenhallinta osana rakennuksen ylläpitoa.....	21
5 TYÖMAALLA KÄYTETYT KOSTEUDENHALLINTAMENETELMÄT.....	22
5.1 Kosteudenhallintasuunnitelma ja sääsuojausohjelma.....	23
5.2 Olosuhdehallinta.....	27
5.2.1 Erill isrunkoinen sääsuoja.....	27
5.2.2 SW-elementtien suunnittelu ja valmistaminen.....	32
5.2.3 SW-elementtien kuljetus.....	33
5.2.4 SW-elementtien välivarastointi työmaalla.....	34
5.2.5 SW-elementtien asennusaikainen kosteudenhallinta.....	36
5.2.6 Kattokaivojen ja läpivientien hyödyntäminen.....	38
5.2.7 Avoinna olevat holvin reunat.....	40
5.2.8 Rakentamisen aikainen vedenkäyttö.....	41
5.2.9 Rakennusmateriaalien säilytys työmaalla.....	42
5.3 Organisointi ja valvonta.....	43
5.3.1 Kosteudenmittaukset.....	43
5.3.2 Katselmukset.....	45

5.3.3	Kosteudenhallinnan dokumentointi	45
6	POHDINTA.....	46
	LÄHDELUETTELO	48

1 JOHDANTO

Suomessa rakentamisaikaisen veden kosteudenrasitusta on pyritty vähentämään sääsuojauksen avulla sekä panostamalla kosteudenhallinnan suunnitteluun. Erillisrunkoinen sääsuojaus on kuitenkin vielä harvinainen ratkaisu, kun kyseessä on betonielementtirakentaminen. Tällainen suojusratkaisu on käytössä yhtenä osana kohteen kosteudenhallintaa opinnäytetyössä tarkasteltavassa työkohteessa, Espoon sairaalassa.

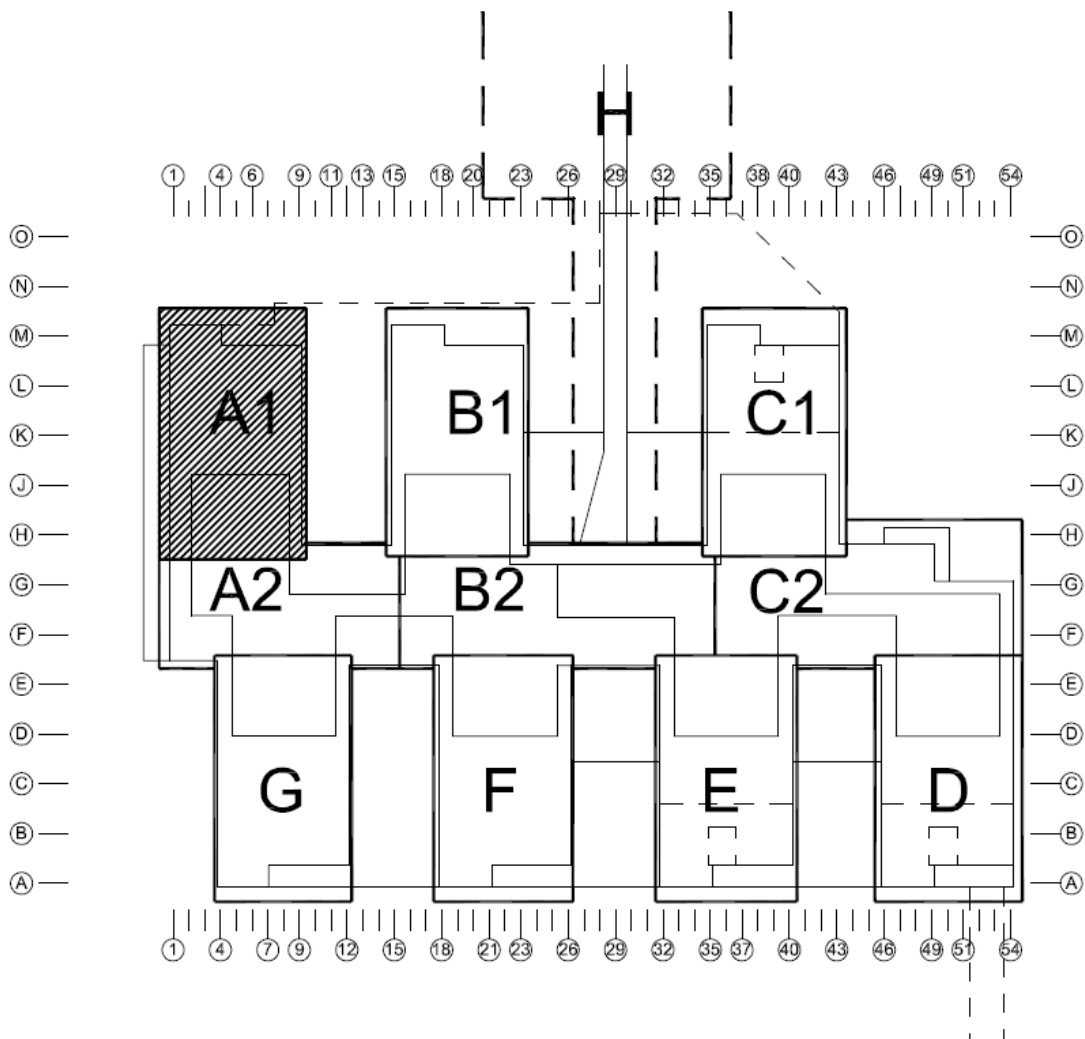
Työn tarkoituksena on kuvata työmaan näkökulmasta, miten kosteudenhallinta toteutettiin kyseisessä kohteessa. Työssä ilmenee, miten kosteudenhallinta ja sääsuojaus toteutettiin ja miten ne vaikuttivat rakentamisprojektiin. Työmaan rakennusvaihe on opinnäytetyön tekemisen aikana vasta rakennusvaiheessa, eli valmista tulosta ei voida käsitellä koko rakennuksen osalta.

Opinnäytetyössä kuvaillaan aihetta työmaan näkökulmasta. Työhön ei sisällytetä kosteudenhallinnan kustannusvaikutuksia tai rakennusfysikaalisia piirteitä, vaan päätarkoituksena on havainnollistaa, kuinka laaja prosessi kosteudenhallinta ja ennen kaikkea olosuhdehallinta on tämän mittakaavan betonielementtirakentamisessa.

Opinnäytetyön tilaajana on Lujatalo Oy, joka toimii kohteen SR-urakoitsijana. Työtä aloitettaessa työmaa on edennyt siihen pisteeseen, että lähes kaikki runkotyöt on saatu valmiiksi. Jokainen rakennuksen lohko on vuorollaan erillisrunkoisen sääsuojan alla huputettuna, joten kohteessa nähdään vuodenaikojen vaikutus kosteudenhallintaan.

2 ESPOON SAIRAALA

Espeen sairaala on kuntoutussairaala, joka tulee toimimaan Jorvin sairaalan yhteydessä sekä osana Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiriä. Rakennushanke on alkanut vuoden 2012 alussa SR-urakan tarjouspyyntöasiakirjojen laatimisella ja itse rakentamisprosessi alkoi vuoden 2013 syksyllä. Urakan on määrä valmistua vuoden 2016 keväällä. (Tilakonsultit vastaa Espoon sairaalan arkkitehti- ja pääsuunnittelun ohjauksesta ja valvonnasta. 2015.) Sairaala koostuu seitsemästä eri lohkokosta ja Jorvin sairaalaan yhdistyvästä yhdyskäytävästä (kuva 1).



KUVA 1. Espoon sairaala koostuu seitsemästä lohkokosta (A-G) sekä yhdyskäytävästä(H), joka yhdistää rakennuksen Jorvin sairaalaan

Espoon Turuntien varteen rakennettavaan Espoon sairaalan bruttoala tulee olemaan noin 68600 m², joka sisältää 5 potilasosastoa (yhteensä 270 potilaspaiikkaa), päiväsairaalan, geriatrian poliklinikan, kotisairaalan, saattohoitoyksikön, suun terveydenhuollon yksikön, apuvälinekeskuksen sekä pysäköintitilat. Kohde on Espoon kaupungin historian suurin talonrakennusurakka. (Espoon uusi sairaala 2014, 1.)

Rakennuttajana hankkeessa toimii Espoon kaupungin omistama Kiinteistö Oy Espoon sairaala ja rakennuksen tulee omistamaan Espoon tilakeskus. Sairaalan lopulliset käyttäjät pääsevät myös vaikuttamaan tilaratkaisuihin sekä materiaalivalintoihin rakentamisen aikana. (Sairanen 2014.)

SR-urakoitsijana toimii Lujatalo Oy, joka kuuluu Luja-yhtiöihin. Luja on yksi Suomen suurimmista rakennusalan konserneista ja sen toimenkuvaan kuuluu korjausrakentaminen, sekä uudispuolella asuntojen ja toimitilojen rakentaminen. (60 vuotta Lujaa yrittäjähänkeä, 2015) Lujatalon organisaatio Espoon sairaalan työmaalla on työskennellyt aiemmin lähes samalla kokoonpanolla myös Vuosaaren sataman Gatehouse-projektissa. Työmaan vastaavana mestarina toimi Sami Sairanen. (Sairanen 2014.)

Kohteessa toimii rakennuttajan alla myös konsultointiyritys Demaco Oy, jonka tehtävänä on valvoa että työmaalla noudatetaan tilaajan sopimuksia. Kohteen valvonta suoritetaan Demaco Oy:n toimesta ja heidän edustajansa osallistuu kaikkiin työmaalla tapahtuviin työtapa- tai mallikatselmuksiin ja kokouksiin. (Sairanen 2014.)

Kohteen toteutus tapahtuu SR-urakkamuodolla, eli Lujatalolla on vastuullaan rakennuksen suunnittelu, hankinta ja toteutus sekä valmistumisen jälkeen 10-vuoden mittainen kiinteistön ylläpitovelvoite. Ylläpitovelvoite tuo oman positiivisen lisän projektiin, sillä urakoitsijan on itsensä kannalta edullisinta tehdä laadukasta rakentamista, eikä turvautua edullisimpaan ratkaisuun rakentamisvaiheessa. Rakentamisen laadun säilyttämiseksi on kosteudenhallintaprosessin sisältö liitettävä myös rakennuksen käytönaikaiseen ylläpitoon. (Sairanen 2014.)

Ylläpitovelvoitteeseen kuuluu seuraavien rakenteiden kunnossapito:

- kuivatusrakenteet (salaojajärjestelmät)
- alueen päällysrakenteet (asvaltit ym.)
- aluevarusteet (nurmikot, autopaikkamaalaukset ym.)
- perustukset ja alapohjat (liikuntasaumakorjaukset, talovarusteet)

- runko, julkisivu (pilarit, ovet, ikkunat, tiiliverhoukset ym.)
- ulkotasot (katokset, parvekkeet ym.)
- vesikatot (kattoikkunat, vesikate ym.)
- tilajako-osat (väliseinät, väliovet, kynnykset)
- tilapinnat (lattiapinnat, alakatot, luukut)
- märkätilat (laatoitus, vesieriste, paneloinnit)
- tilavarusteet (käsijohteet, törmäyssuojat, älylattia).

Kunnossapitovelvoitteeseen sisältyy LVI- ja sähkötekniikan osalta seuraavat asiat:

- putkiosat (lämmitysjärjestelmät, viemärit, jäähdytysjärjestelmät)
- ilmanvaihto-osat (kanavat, laitteet)
- sähköosat (keskukset, johdot, valaisimet)
- automatiikka ja säätöosat (keskuslaitteet, kaapelit ym.)
- kiinteät kojeet ja laitteet (hissit ym.)
- kiinteät järjestelmät (turva-, atk-, puhelin- ja kv-järjestelmät).

(Ylläpitosuunnitelma. 2013.)

3 SR-URAKKA

SR-urakka tulee sanoista suunnittelu ja rakentaminen, eli kyseessä on urakka, johon sisältyy rakentamisen lisäksi myös suunnittelu. Käytännössä samaa asiaa tarkoittaa myös ST-urakka eli suunnittelu ja toteutus –urakkamuoto sekä Suomessa paremmin tunnettu KVR- eli kokonaisvastuu-urakka. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 7.)

Ero näiden muotojen välille tulee kilpailuttamismallin mukaan, ja yhteistä näille on, että tilaaja luo sopimussuhteen vain yhden tahon kanssa. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 7.) Nykyään yleistä on, että tilaaja palkkaa konsultin auttamaan tarpeidensa ja vaatimustensa kartoittamiseen.

3.1 Rakennushankkeen vaiheet

Rakennushanke alkaa, kun uuden tilan rakentamisesta tai vanhan kunnostamisesta on tehty päätös. Rakennushanke muotoutuu projektiksi, jonka vaiheet ovat seuraavat:

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- rakennussuunnittelu
- tekninen suunnittelu
- rakentaminen
- käyttöönotto.

(Hanhijärvi – Kankainen 2003, 13.)

3.2 Rakennushankkeen osapuolet

Rakennushankkeeseen liittyy aina usea osapuoli. Näitä voivat olla omistaja, käyttäjä, rakennuttaja, tilaaja, suunnittelijat, urakoitsijat, viranomaiset ja rakennustuote- ja materiaalintoimittajat. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 14.)

Tilaaja voi olla rakennushankkeessa useassa eri roolissa, esimerkiksi omistajana, tilojen käyttäjänä tai hankkeen rahoittajana. Se toimii urakoitsijan sopimuskumppanina, joka on tilannut urakoitsijalta urakkasuorituksen. SR-urakkamuodossa tilaajalle on tyypillistä että sillä on sopimus-

suhde vain sen tahon kanssa, joka vastaa rakennuksen suunnittelusta ja rakentamisesta. Suunnittelua sisältävissä rakennuksen toteutusmuodoissa tilaajan tärkeimpiä tehtäviä ovat:

- tarpeen määrittely (tehtävä mahdollisimman aikaisin ja tarkasti)
- suunnittelukriteerien määrittäminen
- hankkeen laatu-, aika- ja kustannustavoitteiden asettaminen
- osallistuminen hankkeeseen johtamisen ja päätöksenteon kautta
- pääurakoitsijan valintaprosessiin osallistuminen(esivalinta)
- suunnitteluratkaisujen hyväksyntä
- hankkeen lopputuloksen tarkastaminen ja vastaanotto.

(Hanhijärvi – Kankainen 2003, 14 – 15.)

Rakennuttaja on rakennus- ja maankäyttölain mukainen hankkeen toimeksiantaja, millä tarkoitetaan organisaatiota, jolle rakennuttaminen on annettu tehtäväksi. Rakennuttamistehtävässä voi toimia rakennuttamiseen perehtynyt yksittäinen henkilö, rakennusprojektin johtoryhmä, rakennustoimikunta tai rakennuttajakonsultti. Rakennuttajan velvollisuudet alkavat ennen urakkasopimuksen tekemistä, sillä rakennuttajan toimenkuvaan kuuluu hankkeen tavoitteiden asettaminen, rakennushankkeen suunnittelun ja toteuttamisedellytysten selvittäminen sekä rakentamisen organisoimisesta ja päätöksenteosta huolehtiminen. Rakennuttajan tehtäviin kuuluu myös rakennuslupien hankkiminen sekä suunnittelun ja toteutuksen valvominen. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 15.)

Urakoitsijan tehtävänä rakennusprojektissa on tehdä rakennustyöt tai teettää ne urakkamenetellyä käyttäen. Jos urakka teetetään yhdellä urakoitsijalla, kutsutaan urakoitsijaa pääurakoitsijaksi. Urakoitsijan päätehtävä on aikaan saada sopimusasiakirjojen mukainen rakennus, joka luovutetaan määrättyinä aikana rakennuttajalle. Tämä lisäksi urakoitsijan vastuulle kuuluvat YSE:n mukaiset velvollisuudet, jotka ovat tarpeellisia rakennussuorituksen aikaansaamiseksi. Urakoitsijan on huolehdittava että se toimii lakien, asetusten ja muiden viranomaispäätösten mukaisesti. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 16.)

Suunnittelijoiden vastuulla on hankkeen tuotesuunnittelu. Eri suunnittelualojen ammatillaiset muodostavat suunnitteluryhmän, jonka työn koordinoimisesta, kokonaisuudesta ja laadusta vastaa pääurakoitsija. Suunnitteluun osallistuu arkkitehti, rakennetekniset suunnittelijat sekä talotekniikan suunnittelijat. Tarpeen mukaan voidaan ottaa mukaan myös muiden alojen suunnittelijoita, kuten esimerkiksi maisemasuunnittelija, liikennesuunnittelija tai tietotekniikkasuunnittelija. Suun-

nitteluun on panostettava sillä sen merkitys koko rakennushankkeen kannalta on erittäin suuri. Suunnitteluvaiheen virheiden kustannusten suuruus kertaantuu kun ne ilmenevät rakentamisen aikana tai jopa sen jälkeen. Tämä luo painetta myös hankkeen kustannusennusteiden paikkaansa pitävyyteen, minkä seurauksena rakennushanke voi viivästyä. Tämän takia suunnittelijoiden valintaan on kiinnitettävä hankkeen alussa huomiota. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 16.)

Tilaaaja palkkaa yleensä avukseen rakennuttajakonsultin, jonka tehtävänä on valvoa tilaajan etuja rakennushankkeen aikana sekä johtaa rakennushanketta sen saamalla valtuuksilla. Rakennuttajakonsultti siis edustaa toimeksiantajaansa, eli tilaajaa, ja valvoen tilaajan etuja ja sopimusten noudattamista. Konsultin tehtävä voi vaihdella rakennushankkeen johtamisesta tilaajan erikseen määrittelemiin avustaviin tehtäviin kuten esimerkiksi kustannusarviointiin, valvontaan, rakennustöiden koordinointiin tai viranomaisyhteyksiin. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 17.)

Rakennuksen tilojen käyttäjä on rakennushankkeen tilaajan asiakas, joka edustaa rakennuksen toiminnan asiantuntemusta jonka tilantarvetta varten hanke perustetaan. Käyttäjä esittelee tilaajalle toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset ja tavoitteet joiden perusteella hankesuunnitelmaa lähdetään rakentamaan. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 17.)

Suomessa käytössä oleva tilaajavastuulaki koskettaa rakennushankkeessa useita osapuolia. Ennen sopimuksen tekoa tilaajan on selvitettävä esimerkiksi alihankinnan yhteydessä, onko yritys merkitty ennakkoperintärekisteriin, työnantajarekisteriin sekä arvonlisäverolain mukaiseen arvonlisäverovelvollisten rekisteriin. Tilaaajan on pyydettävä myös kaupparekisteriotetta, todistus verojen maksamisesta (tai verovelkatodistus), todistukset eläkevakuutusten ottamisesta ja maksujen suorittamisesta sekä selvitys työhön sovellettavasta työehtosopimuksista tai keskeisistä työehdoista. Nämä asiat koskevat rakentamistoiminnassa tilaajaa, joka toimii rakennuttajana tai joka toimii yhteisellä työpaikalla työsuorituksen sisältämän kokonaisuuden tilaajana. (Finlex 22.12.2006/1233 §2.)

3.3 Yhteistoiminta rakennushankkeessa

Rakennushankkeen osapuolten hyvä yhteistyö mahdollistaa hankkeen onnistumisen. Hyvä yhteistyö edellyttää hyvän rakennuttamis- ja urakointitavan noudattamista. Onnistuneen yhteistyön perusperiaatteena on, että:

- osapuolten välinen kanssakäyminen on avointa, asiallista ja ammattitaitoista
- osapuolten velvollisuudet ovat selkeät ja ne hoidetaan kunnialla
- osapuolet ovat tietoisia omista oikeuksista ja pitävät niistä kiinni asiallisesti
- ongelmienratkaisu tehdään kollektiivisesti, eikä ongelma jää yhden osapuolen ratkaistavaksi.

(Hanhijärvi – Kankainen 2003, 17 – 18.)

3.4 Osapuolten vastuut

SR-urakka on teoriassa osapuolten vastuiden kannalta selkeämpi urakkamuoto verrattuna esimerkiksi perinteiseen kokonaisurakkaan. Perinteisessä kokonaisurakassa tilaajan vastuulla ovat suunnittelu, hankkeen johtaminen ja omat hankinnat. Urakoitsijan vastuu jakautuu sopimuksen mukaan. Vaikka sopimukset pyritään luomaan selkeiksi tehtävien ja vastuiden osalta, syntyy yleensä erimielisyyksiä sekä hankkeen aikana että sen jälkeen. Voi olla vaikea selvittää, johtuuko laatupoikkeama tilaajan, suunnittelijan vai urakoitsijan virheestä ja näin ollen mahdollisten lisäkustannusten maksajasta voi olla epäselvyyttä. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 19.)

Käytännössä SR-urakan heikkoudet tulevat esille esimerkiksi urakkasopimusten jälkeisissä suunnitelmanmuutoksissa, sillä ne voivat aiheuttaa kiinteähintaisessa urakkasopimuksessa erimielisyyttä tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tilaajalla ei ole suoraa päätösvaltaa toteutussuunnitteluun, joten projektin tavoitteet ja vaatimukset on esitettävä heti hankesuunnittelun jälkeen, ennen sopimuksen solmimista. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 30 – 31.)

SR-urakassa hankkeen urakoitsijan vastuulla on oman rakentamistyön sopimustenmukaisen toteuttamisen lisäksi suunnittelu, joten vastuut on helpompi osoittaa useissa tapauksissa oikealle taholle. Tämän lisäksi urakoitsijalla on normaalit YSE 1998:n mukaiset vastuut ja velvollisuudet. (Hanhijärvi – Kankainen 2003, 16.)

Urakoitsijan vastuut YSE1998:n mukaan ovat seuraavat:

- vastuu virheellisestä työntuloksesta
- tuotevastuu
- vastuu takuuajana
- vastuu takuuajan jälkeen
- vastuu kolmannelle henkilölle
- vastuu rakennusalueesta hankituista tiedoista
- huomautuksentekovelvollisuuden täyttämisen vaikutus vastuuseen.

(RT-16-10660. 1998, 7 – 8.)

Tilaaajan vastuulla on määritellä ja ilmaista toimivuustarpeensa ja mikäli se ei siihen kykene, on urakoitsijalla autettava tilaajaa päätöksenteossa. Tilaaajalla on velvollisuus vastata oman myötävaikutusvelvollisuutensa täyttämisestä. Mikäli urakka viivästyy tai keskeytyy tilaajan aiheuttamien syiden takia, on se velvollinen korvaamaan urakoitsijalle aiheutuvat lisäkustannukset tältä osin. (RT-16-10660. 1998, 8; Hanhijärvi – Kankainen 2003, 20.)

Tilaaajan vastuut YSE 1998:n mukaan ovat seuraavat:

- myötävaikutusvelvollisuus
- vastuu tilaajan aiheuttamasta viivästyksestä.

(RT-16-10660. 1998, 8.)

4 KOSTEUDENHALLINTAPROSESSI

Rakennushankkeen kosteudenhallinta on osa rakentamisen laadunhallintaprosessia. Sillä hallitaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua sekä rakentamisaikaisia kosteusrasituksia. (RIL 250–2011. 2011, 19.) Taulukosta 1 voidaan huomata, kuinka aikaisin rakennusprojektissa kosteudenhallinnan ensimmäiset kysymykset ja pohdinnat tulevat vastaan.

TAULUKKO 1. Kosteudenhallinnan pääkohdat (RIL 250-2011. 2011.)



Kosteudenhallinta tulee olemaan tulevaisuudessa yhä suuremmissa roolissa rakennusprojekteissa. Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI on tuonut esille näkökulman, jonka mukaan kosteudenhallinta pitäisi sisällyttää osaksi rakennuttamisen kokonaisprosessia sekä hankintamenettelyä. (Kosteudenhallinta rakennushankkeessa –hankintaklinikka. 2013, 1.) Kosteudenhallinnalla pyritään nimenomaan hallitsemaan kosteutta, ei estämään täysin sen ilmenemistä rakennustyömaalla, sillä se on käytännössä mahdotonta.

Kosteudenhallintaprosessi lähtee rakennuksen kosteusteknisten lähtötietojen määrittämisestä, eli esimerkiksi ympäristö, olosuhteet, rasitukset ja riskit otetaan selvillä. Rakennuttajan tehtävänä on

määrittää omat kosteudenhallintatavoitteet, joita urakoitsijan tulee noudattaa. Rakennuksen kosteusteknisen vaativuuden taso on määriteltävä ja ilmaistava kosteusriskiluokan ja kosteudenhallinnan menettelytason avulla. Näiden perusteella osataan laatia suunnittelua ja toteutusta koskevat kosteudenhallintatehtävät sekä niiden ennakointi- ja seurantatoimenpiteet. Taulukossa 1 on esitettyinä kosteudenhallinnan pääkohdat. (RIL 250–2011. 2011, 20.)

Useimmiten rakennuksessa ilmenevien kosteusongelmien syyt ovat monen tekijän summa. Hankkeen ohjauksessa, suunnittelussa, rakentamisessa, ylläpidossa tai käytössä on tehty virhe, joka on jäänyt huomaamatta tai se on korjattu epäasiallisesti. Taustasyitä näiden virheiden syntymiseen ja huonoon korjaamiseen ovat tiedon puute, ymmärtämättömyys tai väärä asenne. (Seppälä 2013, 4.)

4.1 Riskiluokan määrittäminen

Kosteusriskiluokka määritetään hankkeeseen, jotta hankkeen osapuolet osaavat kohdistaa riittävästi huomiota kosteudenhallintaan liittyvien riskien selvittämiseen ja hallintaan. Kosteusriskiluokan määräytyminen riippuu hankkeen kosteusteknisestä ja kosteudenhallinnan vaativuudesta. Lisäksi huomioon otetaan mahdollisten kosteusvaurioiden seurausten vakavuus, joka tarkoittaa käytännössä henkilö-, ympäristö- ja taloudellisten vahinkojen arviointia näissä tapauksissa. Kosteusriskiluokan valinnan perusteella valitaan projektiin myös kosteudenhallinnan menettelytapa. (RIL 250–2011. 2011, 28.)

Hankkeet määritellään kosteusriskiluokkiin taulukon 2 mukaan.

TAULUKKO 2. Kosteusriskiluokat (RIL 250–2011. 2011, 28.)

Hankkeen vaativuus	Kosteus-riskiluokka	Esimerkkejä
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusrasitus (mm. uimahallit, kostutetut tilat, pakkasvarastot) tai ovat muuten kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erittäin vaativia.
Normaalia vaativampi	2	Normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Koulut ja päiväkodit.
Normaali	1	Tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennuksia (normaalimenettely) Rakennukset, joissa on ihmisiä vain satunnaisesti tai rakennuksen suunniteltu käyttöikä elinkaari on normaalia lyhyempi (kevennetty normaalimenettely).

4.2 Kosteudenhallinnan menettelytavan määrittäminen

Kosteusriskiluokka R on kosteudenhallinnan menettelytason perusta. Sen lisäksi rakennuttaja on voinut asettaa omat laatutavoitteet, joilla voi olla laadunvarmistuksen tason kannalta korottava vaikutus. Kosteudenhallinnalla on yleisesti kaksi eri menettelytavan tasoa: normaali ja tehostettu menettelytapa. (RIL 250–2011. 2011, 29.)

Kosteusriskiluokka R=3 on kattavasti tehostettu kosteudenhallinnan menettelytaso. Siinä riskiarvion ja muiden selvitysten perusteella todetut riskit pyritään torjumaan tehokkaasti. Erityistä huomiota vaativiin rakennuksen rakenteisiin panostetaan suurin osa toimenpiteistä. (RIL 250–2011. 2011, 29.)

Kosteusriskiluokka R=2 on normaalimenettely, jossa kiinnitetään kuitenkin huomiota erityisen kriittisiin kohtiin ja valitaan niihin tehostettuja menettelytapoja. Hanke saattaa sisältää työvaiheita tai rakenteita, jotka vaativat erityistoimenpiteitä, joihin rajatut toimenpiteet tulee kohdistaa tarkasti. (RIL 250–2011. 2011, 29.)

Kosteusriskiluokka R=1 on joko normaali tai niin sanottu kevennetty normaalimenettely. Tätä voidaan käyttää, mikäli rakennuksessa tulee olemaan ihmisiä vain satunnaisesti, tai rakennuksen oletettu elinkaari on lyhyt. (RIL 250–2011. 2011, 29.)

4.3 Kosteudenhallintasuunnitelma

Projektin tavoiteasetteluvaiheessa aletaan laatia hankkeen kosteudenhallintasuunnitelmaa, ja se toimii myös prosessin käytännön työkaluna. Kosteudenhallintasuunnitelman on hyvä sisältää ainakin seuraavat asiat:

1. Hankkeen yleistiedot
2. Rakennuttajan kosteudenhallinnan laadun tavoitetaso
3. Kosteusriskien arvioinnin tulokset
4. Rakenteiden kuivumisaika-arviot
5. Kosteusmittausuunnitelma.

(RIL 250–2011. 2011, 37.)

Kosteudenhallintasuunnitelman on syytä olla yksi urakkatarjouspyyntöasiakirjoista, jotta urakoitsija sitoutuu kosteudenhallintaan heti rakennusprojektin alkuvaiheilta asti. Suunnitelmaa päivitetään ja siihen tehdään lisäyksiä työmaan edetessä siten, että alkuperäiset kosteudenhallintatavoitteet eivät alitu. Tämä tarkoittaa sitä, että urakoitsijan on laadittava selkeä organisointi ja vastuunjako kosteudenhallinnan suhteen. Kosteudenhallintasuunnitelma vaatii jatkuvaa seuranta- ja dokumentointia, jotta voidaan varmistaa alkuperäisten tavoitteiden toteutuminen. Lisäksi tarkan dokumentoinnin ja toteutumien seurannan tuloksena esiintyvien kosteusongelmien korjaaminen on helpompaa kun ongelman syntymähetki on todennettavissa. (RIL 250–2011. 2011, 37.)

Kosteudenhallintasuunnitelma otetaan rakentamisprojektissa huomioon jo rakennusosia suunniteltaessa. Esimerkiksi betonisandwich-elementeissä voidaan käyttää kosteudelle alttiin lasivillan sijasta vikasietoista kivivillaa, joka ei sido kosteutta, eikä vaikeuta rakenteen kuivumista. (Paroc Protection. 2015.).

4.4 Runkovaiheen kosteudenhallinta

Kohteen työjärjestys aikataulutetaan sellaiseksi, että runko on pystytettynä ja rakennus ummessa vaipan osalta mahdollisimman nopeasti. Nopean runkovaiheen perusedellytys on tarkka ja huolellinen ennakkosuunnitteluprosessi. Erillisrunkoisen sääsuojan lisäksi työmaalle on varattava suoja-

peitteitä, veden patoamiseen tarvikkeita sekä vesi-imureita vedenpoistoon. Suojauksen suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon elementtien lämmöneristeen suojaaminen kosteudelta siten, että elementtien suunniteltu tuulettuvuus toimii. (Ratu S-1232. 2013, 5-7.)

Välipohjien osalta esimerkiksi saumavalut on tehtävä mahdollisimman nopeasti tiiviiksi ja holville kertyvä vesi sekä jää on poistettava mekaanisesti. Ylimääräinen vesi poistetaan holveilta mahdollisimman nopeasti esimerkiksi vesi-imureilla, jotta sen aiheuttama kosteusrasitus jää lyhytaikaiseksi. Reuna-alueet on padottava tai muotoiltava siten, että sadevedet saadaan johdettua hallitusti pois riskialueilta. Myös tuuletukseen on panostettava, jotta ilmanvaihto saadaan rakentamisaikana riittävän tehokkaaksi. (Ratu S-1232. 2013, 5-7.)

Ulkoseinän rakenteellisen kosteudenhallinnan kannalta tärkeimmät kosteuslähteet ovat viistosade, rakennuskosteus ja sisäilman kosteus (Lämpö- ja kosteustekniikka. 2015). Kosteudenhallinnassa ei tulisi painottua liian paljon sateiden aiheuttamien kosteusvaurioiden estämiseen, sillä samalla on ajateltava esimerkiksi rakenteiden rakennuskosteuden kuivumista. Liian tiiviillä suojauksella voidaan aiheuttaa kuivumisaikojen pidentymistä.

Työmaan kosteudenhallinta voidaan jakaa karkeasti seuraaviin kohtiin:

- kosteusriskien kartoitus
- kuivumisaika-arviointi
- olosuhdehallinta
- lämpökuvaus, kosteus- ja tiiveysmittaussuunnitelma
- organisointi ja seuranta ja valvonta.

(Seppälä. 2013, 12.)

4.5 Kosteudenmittaukset

Rakennustyömaalla kosteudenmittauksia suoritetaan erityisesti pinnoitettavien materiaalien osalta. Päälylystystyötä edeltävä vaihe on aina tarkistaa mittaamalla, että rakenteen suhteellinen kosteus alittaa pinnoitettavan materiaalin valmistajan antaman ohjearvon. Mittausten avulla voidaan varmistua, kuivuvatko rakenteet suunnitellun aikataulun mukaisesti. (Merikallio 1998, 740.)

Mittaukset suorittaa kosteudenmittauksiin perehtynyt henkilö, sillä virhe kosteudenmittauksessa voi johtaa täysin todellisesta tilanteesta poikkeavaan tulokseen. Mittaukset suoritetaan mieluiten porareikä- tai koepalamittauksilla. Kuivumisaikojen laiminlyönnit voivat johtaa myöhemmässä vaiheessa pinnoitteiden irtoamiseen ja sisäilmaongelmiin. (Merikallio 1998, 740.)

4.6 Kosteudenhallinta osana rakennuksen ylläpitoa

Kosteudenhallintaprosessi on siirrettävä myös osaksi rakennuksen huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä, sillä rakennukseen kohdistuva kosteusrasitus ei lopu rakentamisvaiheen valmistuttua. Esimerkiksi rakennuksen puutteellinen ilmanvaihto voi nostaa tilojen kosteutta, mikä luo elinolosuhteet ho-meille ja rakennepäästöille. Sisäilmaston kannalta myös korvausilmaventtiilit on pidettävä puhtaana, jotta sisäilmasto pysyy hyvälaatuisena. (Seppälä 2013, 4.)

Valmiin rakennuksen käyttötarkoitus on pyrittävä pitämään siinä, mihin se on suunniteltu. Rakennuksen huoltokirjaa ja huoltosuunnitelmia on noudatettava. Jokaisen osapuolen on toimittava kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti, jotta rakennuksen kuivaketju pysyy yhtenäisenä koko rakennuksen elinkaaren ajan. (Seppälä 2013, 6.)

5 TYÖMAALLA KÄYTETYT KOSTEUDENHALLINTAMENETELMÄT

Opinnäytetyössä käsiteltävänä oleva työmaa oli Espoon sairaala, jossa urakoitsijana toimi Lujatalo Oy. Kohteen tilavuus on noin 150 000 m³ ja jokainen rakennuksen lohko oli runkotöiden jälkeen erillisrunkoisen sääsuojan alla huputettuna. Runkorakenteena kohteessa käytettiin sandwich-betonielementtejä.

Kosteudenhallintaan ja ennen kaikkea rakentamisen kuivakettuun oli panostettava hankkeen suunnitteluvaiheesta lähtien, sillä SR-urakkasopimuksessa oli määritelty sääsuojauksen tarve. Sopimusasiakirjoissa todettiin, että kohde rakennetaan erillisrunkoisen sääsuojan (kuva 2) alla ja sääsuoja asennetaan viimeistään betonirunkotöiden jälkeen ennen kosteudelle alttiiden rakenteiden kiinnittämistä.



KUVA 2. Erillisrunkoinen sääsuoja

Sääsuojan poistaminen oli suoritettava vasta, kun vesikatto ja julkisivutyöt olivat valmiit. Julkisivutyöt, esimerkiksi elementtien saamaaminen, suoritettiin sääsuojan alla niiltä osin kuin se oli mahdollista. Käytännössä tämä tapahtui siten, että elementin kosteudet mitattiin, ja mikäli elementti todettiin kuivaksi, aloitettiin elementin saamaaminen. Joiltain osin saumaus jouduttiin jättämään

vajaaksi, sillä sääsuojauksen telinerungon kiinnikkeet oli kiinnitetty elementtien saumoista rakennuksen runkoon (kuva 3).



KUVA 3. Elementtien saumaus jouduttiin jättämään vajaaksi telinerunkojen kiinnikkeiden takia

Erillisrunkoisen sääsuojan käyttäminen betonielementtirakentamisessa on harvinainen ratkaisu, sillä betonirakenteille joudutaan joka tapauksessa antamaan kuivumisaikaa. Yleisesti käytössä oleva tapa on ollut pystyttää SW-elementtirunko ja sen jälkeen tehdä vesikatosta vedenpitävä, minkä lisäksi on käytetty pienemmän mittakaavan kosteudenhallintaratkaisuita rakentamisaikaisen kosteuden hallinnassa.

5.1 Kosteudenhallintasuunnitelma ja sääsuojausohjelma

Kohteen kosteudenhallintasuunnitelman on laatinut Jyri Nieminen (Finnmap Consulting), joka on toiminut myös VTT:llä sekä on tutkinut mm. kosteusteknisesti turvallisia korjausrakentamisen malliratkaisuja. Kohteen kosteudenhallintasuunnitelma kattaa seuraavat asiat:

1. Rakennuttajan kosteudenhallinnan tavoitetaso

2. Kosteustekninen suunnittelu / kosteusriskit
 3. Kosteusriskien kartoitus / työmaa
 4. Rakenteiden kuivumisaika-arviot / päällystäminen
 5. Olosuhteiden hallinta työmaalla
 6. Kosteudenmittausuunnitelma
 7. Käytön aikainen kosteudenhallinta.
- (Kosteudenhallintasuunnitelma, 2013.)

Näiden lisäksi kosteudenhallintasuunnitelmaa täydentämään oli analysoitu suunnitteluehdotusten kosteusriskejä eri rakenteissa, tutkittu elementtien tuuletusrakojen toimivuutta sekä tehty kylmäsiltilaskentoja eri rakennusosien välillä. Kosteudenhallintasuunnitelmaa täydennettiin läpi koko työmaan ja tarvittavia lisäyksiä tehtiin lisäraporttien ja lausuntojen perusteella.

Rakennuttaja oli määrittänyt kosteudenhallinnan tavoitetason kosteusriskiluokkaan R2, eli normaalia vaativampaan menettelyyn. Tämä tarkoittaa sitä, että erityisen kriittisiin kohtiin valittiin tehostettuja menettelytapoja.

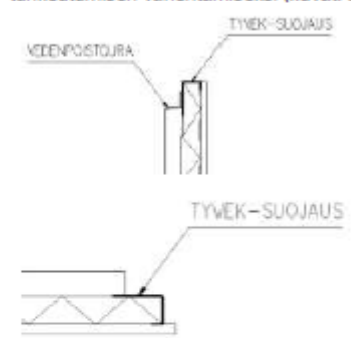
Kosteudenhallintasuunnitelmassa ilmoitettiin lämpö- ja kosteusteknisen suunnittelun luokka ja muut vaatimukset, kuten pintarakenteiden päästöluokka (M1), rakennustöiden puhtausluokka (P1) sekä sisäilmastoluokitus (S2). Kosteustekniseen suunnitteluun kuului pohtia valittujen ratkaisuiden kosteusriskejä. Taulukosta 3 löytyy esimerkkinä ote kosteudenhallintasuunnitelmasta. Lisäksi tulee arvioida valittujen ratkaisuiden vikasietoisuutta sekä tuoda ilmi, kuinka arvioitujen kosteusriskien toteutuminen saadaan estettyä.

TAULUKKO 3. Arvioidut kosteusriskit (Ote työmaan kosteudenhallintasuunnitelmasta)

<p>2.4 Valittujen ratkaisujen kosteusriskit</p>	<p>Ilmastolliset tekijät: - Voimakkaat tuulet ja viistosade</p> <p>Rakentamisen aikaiset riskit: - Tarvikkeiden, tuotteiden ja materiaalien puutteellinen suojaus tehtaalla, kuljetusten ja rakentamisen aikana - Rakennuksen suojaamisen puutteet rakentamisen aikana - Vesivahingot rakentamisen aikana - Sade- ja lumen sulamisvesien kertyminen holveille</p> <p>Rakennusosakohtaiset riskit: - <u>Vesikatto ja yläpohja:</u> - Vesikatteen ja katteen alustan kuormituskestävyys (lämmönerityksen kuormituksesta johtuva painuminen) huollon ja ylläpidon kulkureiteillä sekä ilmanvaihtokonehuoneessa rakennuksen elinkaaren aikana tehtävien muutosten vaatimilla haalausreiteillä - Vesikatteen ylösnostojen liitosten vedenpitävyys - Lämmöneristyskerroksen tuuletusurien ja kokoajakanavien</p>
	<p>avoimuus, katon jako tuuletettaviin alueisiin ja tuuletetun kentän liian suuri koko - Katon höyryn- ja ilmansulun puutteista johtuva kosteuden kertyminen rakenteeseen - Katolle sijoitettavien aurinkopaneelien ja katon vedeneristyksen liitosten vedenpitävyys - Aurinkopaneelien huollon aiheuttama kuormitus ja sen vaikutukset katon eristysrakenteeseen</p> <p>- <u>Viherkatto</u> - Käännettynä rakenteena toteutettavan viherkaton ja ulkoseinän vedenpitävyys</p> <p>- <u>IV-konehuone</u> - Ohutlevysandwichelementtien vaaka- ja pystysaumojen vedenpitävyys: vesi voi liikkua vaakasauman kautta pysytsaumaan ja edelleen lämmöneristykseen - IV-konehuoneen ja vesikatton rakenteiden liitosten vedenpitävyys rakennusvaiheessa - IV-konehuoneen lattian läpivientien vedenpitävyys</p> <p>- <u>Ulkoseinät:</u> - Lämmöneristyksen kastuminen varastoinnin tai rakentamisen aikana - Viistosateen tai lumen tunkeutuminen rakenteisiin - Tuuletuksen toimivuus: Tuuletuksen puutteista johtuva heikko vikasetoisuus - Kosteuden tiivistyminen ja riittämätön kuivumiskyky - Lämpösillat</p> <p>- <u>Väli-pohjat:</u> - Kuivuminen pinnoitusta varten, sadevesien ja lumen sulamisvesien kertyminen holveille - Vesivahingot rakentamisen tai käytön aikana - Ontelolautojen onteloihin kertyvä vesi - Kuorilautojen kostuminen pintavalujen aikana</p> <p>- <u>Ikkunaliitokset</u> - Ulkoseinän lämmöneristyksen tuuletusurien tuuletusrako ulkoilmaan ikkunapeltien alta</p> <p>- <u>Lämpimien tilojen alapohjat:</u> - Kuivuminen pinnoitusta varten, sadevesien ja lumen sulamisvesien kertyminen, vesivahingot rakentamisen tai käytön aikana - Väliseinän ja alapohjan liitosten ja kantavien väliseinien lämpösillat lämpimien ja kylmien (autohalli) tilojen rajalla</p> <p>- <u>Perustukset:</u> - Maaperän kosteus - Salaojien toimimattomuus - Perusmuurien vedeneristyksen puutteet</p>

Riskien luettelemisen lisäksi kosteudenhallintasuunnitelmassa käytiin läpi rakenteiden ja talotekniikan kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen kyseisten riskien osalta. Esimerkiksi ulkoseinäelementtien Tyvek-suojaus asennettiin elementtien yläreunaan estämään sadeveden pääsy eristetilaan (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Ulkoseinän kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

<p>Ulkoseinät:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ulkoseinien vikasietoisuuden arviointi- Ulkoseinäelementtien yläreunan, sivujen ja ikkuna- ja oviaukkojen lämmöneristyksen suojaus muovikuitukankaalla (Tyvek) sadeven tunkeutumisen vähentämiseksi (kuvat: Luja)  <ul style="list-style-type: none">- Ulkoseinien vedenpitävyyden ratkaisut: Viistosateen ja lentävän lumen aiheuttama rasitus<ul style="list-style-type: none">- BS-elementtien tuuletusaukot- Levyverhoukset- Julkisivulasit- Lasiseinät- Läpiviennit- Uritetun lämmöneristyksen tuuletustapa ja ratkaisut- Ulkoseinien ilmanpitävyyden suunnitteluratkaisut (detaljit, läpiviennit ja liitokset)- Ulkoseinien höyrynsulku ja detaljit- Ulkoseinien tuulensulku ja tiivistys- Parvekkeiden liittyminen ulkoseiniin: lämpösilat, ilmanpitävyyden suunnitteluratkaisut
--

Kosteusriskien kartoitus suoritettiin kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti myös työmaalla. Tässä osiossa ilmoitetaan työmaalla huomioon otettavat vaatimukset, sovitut ratkaisut sekä toimenpiteet. Esimerkiksi hulevesien hallintaan työmaan oli selvitettävä perustamiskorkeudet ja salaojitukset.

Kosteudenhallintasuunnitelmassa otettiin kantaa myös olosuhteiden hallintaan työmaalla. Esimerkiksi rakennusmateriaalien kastumisen estämiseen oli annettu ohjeita. Esimerkiksi ulkona peitteiden alla sai säilyttää betonituotteita, metallituotteita sekä muovipohjaisia lämmöneristeitä. Kosteudelta ja auringonpaisteelta oli suojattava mm. muuraustuotteet, runkopuutavara sekä mineraalivillaeristeet. Arvokkaat talotekniikkaosat oli säilytettävä lukitussa kontissa. Lisäksi oli mainittu, että holville varastoitaessa on huolehdittava, ettei varastointi aiheuta rakenteiden kuivumisen hidastumista. Rakennustöiden puhtausluokka P1 vaati materiaalien varastoinnin osalta myös, että esimerkiksi IV-kanavat olivat aina tulpattuina sekä nostettuna maanpinnasta irti pukkien päälle.

Työmaalla sovittujen toimenpiteiden osalta kosteudenmittausuunnitelmassa käytiin läpi mittausuunnitelma ja mittauksen ajankohdat. Rakenteiden osalta tehtiin lähtötasomittaus ja seurantamit-

tauksia. Päälystettävyyssmittaukset suoritettiin hyvissä ajoin ennen päälystystöitä. Lisäksi suoritettiin päälystettävyyssmittauksia, jotka oli suoritettava hyvissä ajoin ennen päälystystöitä, jotta saatiin tietää, mikäli lisäkuivatukseen on tarvetta. Seurantamittaukset oli määrätty suoritettaviksi 2 viikon välein. Myös alapohjan, yläpohjan, ulkoseinän sekä väliseinän pinnoitettavuusmittauksille oli oma ohjeistus.

5.2 Olosuhdehallinta

Työmaan olosuhdehallintaan sisältyivät toimenpiteet, joilla pyrittiin estämään rakennusmateriaalien ja rakenteiden työmaa-aikainen kastuminen sekä luomaan hyvät olosuhteet rakenteiden kuivumisen mahdollistamiseksi. Toimenpiteet sekä suunnitelmat suunniteltiin pelkästään tähän Lujatalon kohteeseen.

Olosuhdehallinta voitiin jakaa karkeasti sään aiheuttamien vahinkojen estämiseen ja rakenteiden itsensä sitoman kosteuden aiheuttamien ongelmien ehkäisyyn. Sään aiheuttamat vahingot pyrittiin pääasiassa ehkäisemään peitteiden ja muiden vedenhousumenetelmien avulla, kun taas rakenteiden kosteudet olivat hallittava riittävän tuuletuksen varmistamisella.

5.2.1 Erillisrunkoinen sääsuoja

Erillisrunkoisen sääsuojan tarkoitus oli suojata rakennuksen osia sadevesien sekä lumisateen aiheuttamalta kosteusrasitukselta. Kosteudelle alttiiden materiaalien ja rakenteiden suurin yksittäinen suojaustapa oli Espoon sairaalan työmaalla Ramirentin toimittama erillisrunkoinen sääsuoja. Ideana oli, että rakennuksen yksittäinen lohko on huputettuna välittömästi vesikaton valun suorittamisen jälkeen. Sääsuojauksen runko kasattiin seinien viereen telineiden tapaan, mutta rakennuksen päälle tulevan telinerungon kasaus tapahtui maanpinnalla, minkä jälkeen valmis runko nostettiin torninosturilla paikalleen (kuva 4).



KUVA 4. Valmis rakennuksen päälle tuleva telinerunko nostettiin valmiina palasena paikalleen

Sääsuojan alla päästiin suorittamaan kosteudelle herkkien materiaalien, kuten yläpohjan eristeiden, asennus. Sääsuojaus poisti yläpohjan eristysvaiheesta suojaamiseen kuluvan työajan sekä eri vuodenaikojen vaikutukset asentamistyön aikatauluihin. Esimerkiksi syksyn runsaat sateet eivät vaikuttaneet eristystöiden etenemiseen millään tavalla, sillä työt suoritettiin säältä suojassa (kuva 5).



KUVA 5. Yläpohjan eristeet saadaan asennettua sateensuojassa huputuksen alla

Sääsuoja ei kuitenkaan luonut aivan täydellisen varmaa suojaa sadevesiä vastaan, sillä esimerkiksi peitteiden saumat ja telinerakenteen aukot tekivät veden pääsyn mahdolliseksi suojan alle (kuva 6). Tällöin vesi oli poistettava holvilta esimerkiksi vesi-imureilla tai muulla vastaavalla menetelmällä. Peitteiden kiinnikkeet oli tarkastettava säännöllisin väliajoin, sillä tuulenpuuskat saattoivat irrottaa kiinnikkeitä.



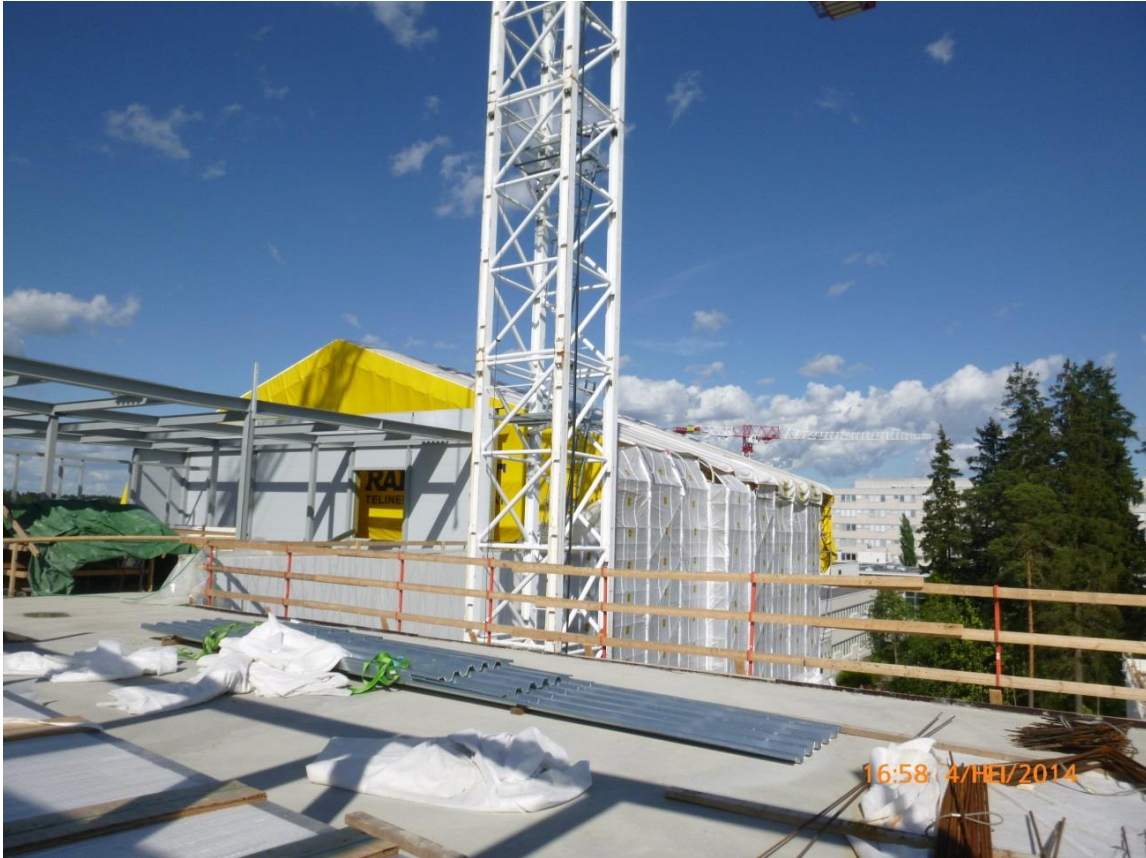
KUVA 6. Sääsuojauksen saumat ovat rankkasateen aikana vuotaneet

Täysin huputetun sääsuojamallin huono puoli oli se, että rakennuksen sisällä oleva ilma ei päässyt vaihtumaan tarpeeksi tehokkaasti ilman lisäpuhaltimia. Ilman tehokasta tuuletusta rakennuksen sisäilman laatu heikkeni selvästi huputuksen aikana, mikä teki rakentamistyöstä erittäin raskasta työntekijöille. Lisäpuhaltimia oli asennettava myös sen takia, että betonirakenteista poistuva kosteus sitoutui rakennuksen sisäilmaan eikä päässyt ilman keinotekoista ilmankiertoa poistumaan tehokkaasti rakennuksen sisältä. Talvella rakennuksen sisälämpötila pyrittiin pitämään lämpöpuhaltimilla lämpimänä, sillä betonista vapautuva kosteus sitoutuu tehokkaammin lämpimään sisäilmaan (kuva 7).



KUVA 7. Talvella sisäilmaa lämmitettiin tehokkailla lämpöpuhaltimilla

Lisäksi vaikeuksia ilmeni rakennuksen ylimmän holvin päälle suunnitellun IV-konehuoneen rungon ja rakennuksen päädyn koristepalkin asentamisen yhteydessä. IV-konehuoneen runko kasattiin teräspalkeista ja runkoa täydentämään asennettiin Paroc-sandwichelementit. Sääsuojaus hankaloitti teräsosien asennustyötä osittain, sillä työskentelytilaa oli rajallinen määrä huputuksen alla. Ajoittain jouduttiin avaamaan sääsuojausta rungon asennuksen ajaksi, sillä teräsosat eivät olisi muuten mahtuneet nousemaan paikalleen (kuva 8).



KUVA 8. A-lohkolle nostettu huputus hankaloitti pitkien teräspalkkien asentamista

5.2.2 SW-elementtien suunnittelu ja valmistaminen

Elementit suunniteltiin siten, että betonista haihtuva kosteus pääsee pois rakenteesta tuuletus-
kojen avulla. Tuuletusuria oli tehty elementin ulkokuoren ja eristeen välille ja niiden toimivuus
huomattiin kosteudenmittausten yhteydessä, kun muutaman elementin eristeitä käytettiin auki. Ne
elementit tarkastettiin, jotka olivat silmämääräisten havaintojen perusteella kastuneet. Eriste saat-
toi olla paikoitellen kosteampaa kuin muissa elementeissä mutta seurantamittausten perusteella
kuivuminen tapahtui suunnitellulla tavalla (taulukko 5 ja 6).

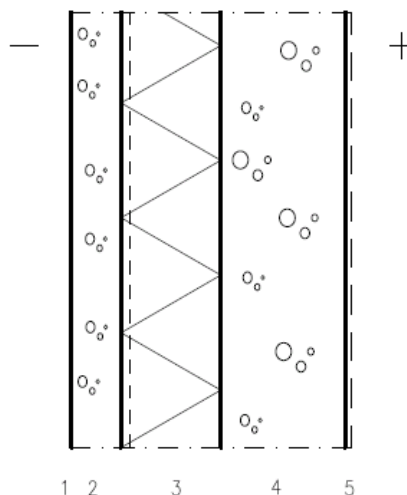
TAULUKKO 5. SW-elementtien eristetilän kosteudenmittaus

Mittapiste	Mittaus pvm	Mittauskohta	Anturi	Syvyys	RH%	Lämpötila	Abs.kost	Syvyys	RH%	Lämpötila	Abs.kost
A1	15.7.2014	US/eriste	HMP44	200 mm	94	20 °C	16,2 g/m ³	70 mm	98	20,0 °C	16,9 g/m ³
A2	15.7.2014	US/eriste	HMP44	200 mm	91	20 °C	15,7 g/m ³	70 mm	97	20,0 °C	16,8 g/m ³

TAULUKKO 6. SW-elementtien eristetilän seurantamittaus

Mittapistete	Mittauspvm	Mittauskohta	Anturi	Syvyys	RH %	Lämpötila	Abs.kost	Syvyys	RH %	Lämpötila	Abs.kost
A1	30.9.2014	US/eriste	HMP42	200 mm	76	20 °C	16,2 g/m ³	70 mm	75	10,5 °C	7,3 g/m ³
A2	30.9.2014	US/eriste	HMP42	200 mm				70 mm	72	13,0 °C	8,2 g/m ³

Sandwich–betonielementit valmistettiin Luja-yhtiöihin kuuluvan Lujabetoni Oy:n sisähalleissa, joissa ulkopuolisen kosteuden joutuminen rakenteeseen oli epätodennäköistä, sillä halliolosuhteet ovat ympäri vuoden suhteellisen tasaiset. SW-elementtien tuulettuvuus oli varmistettu vaakaurilla (kuva 9). SW-elementteihin asennettiin valmiiksi tarpeelliset puuosat ikkunakarmien sekä julkisivujen kiinnitystä varten siten, etteivät puuosat tulleet kiinni elementin ulkokuoreen. Tehtaalla elementtien yläpäästä suojattiin Tyvec–kankaalla.



- 1 Pintamateriaali ja –käsittely rakennusselityksen mukaan
- ≥ 80 mm 2 Teräsbetoni betoni arkkitehti- ja rakennepiirustusten mukaan
- 240 mm 3 Ristiin uritettu urasuojattu mineraalivilla: ryhmä 02.005 (nimellismitta 245 mm) lambda_D = 0,037
- ≥ 200 mm 4 Teräsbetoni rakennepiirustusten mukaan
- 5 Pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

KUVA 9. Leikkaus SW-seinäelementistä

5.2.3 SW-elementtien kuljetus

Betonielementtiin valmistusvaiheessa sitoutunut kosteus lähtee poistumaan rakenteesta heti sen valmistuttua ja elementin sisäkuoren suhteellinen kosteus laskeekin eniten ensimmäisten kuu-kausien aikana. (Ormiskangas 2009, 50 – 51.) Betonielementtejä on siis suojattava ylimääräiseltä

kosteudelta sekä varmistettava, että elementeistä vapautuvalla kosteudella on mahdollista päästä ulos rakenteesta.

Kosteuden pääsyä SW-elementtien eristetilaan pyrittiin minimoimaan siten, että elementit määrättiin kuljetettavaksi laitasuojatulla kuljetuskalustolla. Tällä estettiin tuulen aiheuttaman sivuttaispaineen vaikutus kosteuden siirtymisessä rakenteeseen. Laitasuojatulla kuljetuskalustolla saatiin rakenteen kuivaketju jatkumaan aina elementin valmistamisesta työmaalle, minkä jälkeen urakoitsijan tehtävänä oli huolehtia, että elementit ovat suojattuna asiaankuuluvalla tavalla.

5.2.4 SW-elementtien välivarastointi työmaalla

SW-elementit purettiin kuljetuskalustolta välivarastoitavaksi työmaalle elementtivakkeihin. Välittömästi purkamisen jälkeen ikkunapenkit suojattiin vanerilevyllä ja ikkunakarmin ulkoreunalle asennettavalla muovilla (kuva 10). Nämä toimenpiteet oli tehtävä siten, että elementille suunniteltu tuulettuvuus toimii edelleen.



KUVA 10. Ikkunapenkkien suojaksi asennetaan muovikalvot sekä vanerit ohjaamaan veden kulua

Elementin yläosaan elementtien nostokoukkujen kohdalle asennettiin Tyvec-kangas suojaamaan elementin sisäosia sateen aiheuttamalta kosteudelta (kuva 11). Materiaalivalintaa veden pääsyn estämiseksi rakenteen sisään tukee se, että Tyvec on pintajännitteen ansiosta vedenpitävä mutta silti hengittävä materiaali, joten se mahdollistaa rakenteesta kosteuden haihtumisen. (RT 38380. 2013, 1.).



KUVA 11. Elementtien välivarastoidaan työmaalle elementtivakkiin. Tyvec-kangas ja vanerit asennetaan suojaksi

Koska betoniin jäi joka tapauksessa valmistusvaiheesta kosteutta, joka poistuu rakenteesta ajan kanssa, ei ollut syytä käyttää liian tiivistä materiaalia kosteuden pääsyn estämisessä. Ralf Lindberg toteaa Rakennusosien rakennusfysikaalinen toiminta –tutkimuksessaan, että rakenteen hengittävyuden estäminen voi aiheuttaa myöhemmässä vaiheessa ilmeneviä kosteusvaurioita. (Lindberg 2004, 434.) Rankempien sateiden sattuessa elementtien lisäsuojana käytettiin esimerkiksi muovipeitteitä.

5.2.5 SW-elementtien asennusaikainen kosteudenhallinta

Elementtien kosteudenhallinta oli sisällytettävä myös elementtien asennussuunnitelmaan, jotta tarvittavat toimenpiteet tehdään mahdollisimman hyvällä rytmityksellä. Tämä takaa sen, ettei yksittäisten elementtien suojaus jää huolimattomuuden vuoksi tekemättä. Ennen seuraavan elementin asentamista poistettiin alemman SW-elementin yläosasta Tyvec-kangas, jotta elementin tuuletusraot toimisivat suunnitellulla tavalla. Kun seuraava seinäelementti oli nostettu paikalleen,

asennettiin välipohjan ja seinäelementin sisäkuoren väliin elementtisaumanauha ja vedenohjauslankku (kuva 12). Näin saatiin SW-elementin eristetilaan menevä kosteus minimoitua.



KUVA 12. Seinäelementin ja välipohjalaatan risteyskohtaan on asennettu elementtisaumanauha ja lankku ohjaamaan sadevesiä poispäin liitoksesta

Yläpohjaa tehtäessä oli näkyvillä olevien elementtien eristeet suojattiin esimerkiksi muovipeitteiden avulla (kuva 13). Tämä toimenpide ei ollut elementtien kosteudenhallintasuunnitelman mukaan välttämätön, mutta työnjohtajien mielestä tällainen varotoimenpide olisi hyvä toteuttaa syksyn rankkasateiden varalta.



KUVA 13. SW-elementtien eristeet oli suojattava väliaikaisesti muovipeitteellä

Lisäksi julkisivuelementtien vaakasaumaan asennettiin lisätiivistys. Tällä lisätiivistyksellä pyrittiin estämään vedenpääsy rungon kasaamisaikana rakenteen sisään. Kuorielementin kaikkien saumojen tukkiminen ei olisi ollut järkevää, sillä elementin rakentamisaikaisen kosteuden poistuminen olisi hidastunut merkittävästi.

5.2.6 Kattokaivojen ja läpivientien hyödyntäminen

Rakennuksen holvit altistuvat veden rasitukselle monella eri tavalla rakentamisen aikana. Veden aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi on työmaan toimesta löydettävä erilaisia ratkaisuja. Keskenäinen rakennus on kuitenkin vaikea suojata täysin vedenpitäväksi, joten kaikkien vesilämikoiden syntymistä ei voida käytännössä estää, ainoastaan minimoida.

Kun vesikatto saatiin valettua, asennettiin läpivienteihin kattokaivot paikoilleen ja kaivoihin liitettiin viemäriputkista linjasto, joka johti veden SW-elementtien ikkuna-aukkojen läpi rakennuksen ulko-

puolelle (kuva 14). Näin saatiin kaadot hyötykäyttöön jo rakentamisen aikana eikä vesikatolle jäänyt vesilammikoita. Linjastojen kannakointi oli tehtävä riittävän tiheällä ja lujalla kiinnitysmenettelmällä, jottei väliaikainen sadevesiviemärijärjestelmä tipahda rankan sateen aikana. Kaadot vievät yhdelle kattokaivolle veden jopa kymmenien neliömetrien alueelta, joten veden tuoma kuormitus saattaa olla yllättävän suuri pahimpien kuurojen aikana.



KUVA 14. Vesikaton kaadot johtavat sadevedet kattokaivoille, jotka ovat johdettu väliaikaisesti viemäriputkin elementtien ikkuna-aukkojen läpi rakennuksen ulkopuolelle

Mikäli kattokaivoja ei olisi hyödynnetty tällä tavalla rakentamisen aikana, olisi ne jouduttu tukki-
maan kuitenkin jollain keinolla, etteivät sadevedet olisi päässeet suoraan rakennuksen sisälle.
Tämä ratkaisu vähensi huomattavasti sadeveden tuomaa kosteusrasitusta välipohjissa. Sade-
vesiviemärijärjestelmä purettiin ja asennettiin rakennuksen eri lohkolle, kun erillisrunkoinen sää-
suoja oli vedenpitävässä kunnossa kyseisen lohkon osalta.

Läpivientejä työmaalla hyödynnettiin rungon nostamisen aikana siten, että pesuhuonesyvennyk-
sistä näkyvillä olevien kuorilaattojen läpivienteihin asennettiin viemäriputkista sadevesiviemärijä-
rjestelmä, joka kuljetti veden samalla periaatteella rakennuksen ulkopuolelle ikkuna-aukon läpi.
Tämä mahdollisti rungon nostamisen aikana sadevesien hallinnan.

5.2.7 Avoinna olevat holvin reunat

Avoinna olevien holvien reunat suojattiin kevytrakenteisella seinärakenteella (kuva 15), joka oli siirrettävissä holvilta ilman purkamista myöhemmin seuraavalle holville. Tällä saatiin sateen mukana tulevan veden määrä minimoitua myös niissä päädyissä minne erillisrunkoisen sääsuojan peitteet eivät yltäneet. Väliaikaisen seinän kiinnitys ylä- ja alapohjaan oli tehtävä tarpeeksi varmaksi, jotta tuulikuorma ei kaataisi rimoista kasattua suojaseinää. Tällaisen rakenteen valmistuskustannukset olivat pienet ja samoja suojaseiniä voitiin käyttää uudestaan usealla eri holvilla työmaan edetessä.



KUVA 15. Avoinna olevan holvin reuna suojattiin sadevesiltä väliaikaisella suojaseinärakenteella

Veden pääsy suojaseinän alaosan ja holvin välistä estettiin siten, että suojapeite jatkui holvin yli noin metrin verran (kuva 16). Tämä suojaustyö jouduttiin tekemään siksi että runkotyö jatkui näistä kohdista vasta myöhemmässä vaiheessa. Suojaseinän hyöty tulee esille myös rakennusta lämmitettäessä, sillä suuret aukot ovat joka tapauksessa tehtävä mahdollisimman ilmatiiviiksi lämmön sisällä pitämiseksi.



KUVA 16. Peitteiden tuli ylettyä holvin reunan yli

5.2.8 Rakentamisen aikainen vedenkäyttö

Rakentamisen eri vaiheissa tarvittiin vettä esimerkiksi muurauslaastin tekemiseen. Suurimmat vahingot, kuten esimerkiksi vesihanan rikkoutumisen tai sen päälle jäämisen takia tulevien vahinkojen laajuus pyrittiin minimoimaan viemällä vesilinjat sellaisista paikoista, joista vesi ei pääse leviämään laajalle alueelle. Kaikkien pienten vesilammikoiden syntyminen estäminen oli kuitenkin mahdotonta, joten vesien vesi-imurointia oli suoritettava ajoittain.

Työnjohdon tuli ottaa rakentamisvaiheessa huomioon rakentamiseen tarvittavan veden hallittu käyttäminen. Varsinkin siinä vaiheessa, kun pinnoitettavat materiaalit olivat asennettuina, oli suuri riski, että pienikin vesivahinko tuottaa valtavan määrän ylimääräistä työtä ja kustannuksia rakenteiden purkamisen, kuivaamisen ja uudestaan asentamisen johdosta.

Mahdollisten vahinkojen kustannuksia lähdettiin minimoimaan sillä, että rakennuksen sisälle tuotavat väliaikaiset vesilinjat vedettiin pohjakerroksesta ylimpään kerrokseen sellaisista paikoista, ettei laaja vesivahinko ole riskinä. Paras ratkaisu kesällä olisi vetää vesilinjat rakennuksen ulko-

puolella ja tuoda sisälle vain tarvittava haara linjastosta. Tällä tavalla suurin osa linjaston liitoksista jäisi rakennuksen ulkopuolelle. Talvella tämä ei kuitenkaan onnistu vesiputkien jäätymisvaaran takia, vaan vesilinjasto on tuotava esimerkiksi putkikuilua tai muita läpivientejä hyväksikäyttäen. Paras keino suurien vesivahinkojen estämiseksi on tehdä vesijärjestelmä paineettomaksi aina työpäivän päätteeksi. Rakentamisen loppuvaiheessa pyritään käyttämään valmiita vesireittejä hyväksi.

5.2.9 Rakennusmateriaalien säilytys työmaalla

Rakennusmateriaalien työmaasäilytystä pyrittiin ensisijaisesti välttämään, mutta osa materiaaleista oli järkevää tilata suurena eränä työmaalle ja järjestää niille kunnollinen säilytyspaikka. Mikäli kyseessä oli materiaali, joka ei kestä veden (tai auringonvalon) räsitystä, oli sille syytä etsiä suojassa oleva säilytysalue. Mikäli materiaalit olivat selkeästi kastuneet varastoinnin tai kuljetuksen aikana, oli huolehdittava, että ne heitettiin roskalavoille.

Espon sairaalan työmaalla ei ollut käytössä erillistä katettua varastoa, vaan kosteudelle arkoja materiaaleja säilytettiin joko erillisten suojien tai holvien alla suojassa. Holville varastoitaessa oli huomioitava betonirakenteisen välipohjan kuivuminen. Rakennusmateriaalien varastointi oli hajautettava siten, ettei siitä aiheudu betonilaatalle liian suurta kuormitusta tai kuivumista haittaavaa vaikutusta. Tämän lisäksi kuivatettavat betonipinnat oli pidettävä puhtaina, sillä rakennuksen sisällä oleva ilmavirtaus pääsee paremmin kosketuksiin puhtaana kuin likaisen pinnan kanssa, ja näin kuivuminen on nopeampaa.

Työmaan aluesuunnitelmasta oli nähtävissä alueet, joissa materiaalien säilytys oli sillä hetkellä mahdollista. Työmaan jatkuva betonielementtirekkaliikenne oli otettava jokaisessa vaiheessa huomioon, sillä koko työmaan aikataulu pohjautui pitkälti elementtiasennuksen aikataulutukseen. Näin ollen rakennusmateriaalien säilytykseen pyrittiin varaamaan sellaiset alueet, joille tavarankuljetus on mahdollista ilman, että betonielementtiliikenne olisi häiriintynyt.

5.3 Organisointi ja valvonta

Kohteen kosteudenhallinnasta vastaava henkilö oli Lujatalon työnjohtaja Petri Mursu. Hänen tehtävänsä oli huolehtia, että tarvittavat katselmukset, mittaukset ja suojausten asennukset tulivat hoidettua asianmukaisella tavalla. Tämän lisäksi oli tehtävä tarvittavat dokumentoinnit valokuvien ja raporttien muodossa kosteudenhallinnan osalta.

Työmaan kosteudenmittaukset teki Polygon Oy. Myös tilaaja halusi varmistua kosteudenmittauksista omilla mittauksillaan, heidän puolestaan kosteuksia kävi työmaalla mittaamassa Vahanen Oy. Kosteudenhallintaa kävi työmaalla arvioimassa VTT sekä professori Ralf Lindberg.

5.3.1 Kosteudenmittaukset

Rakenteiden osalta tehtiin lähtötasomittaukset sekä seurantamittauksia vähintään 2 viikon välein, koska tällä tavalla saatiin varmistettua, että rakenteiden kosteudentilamuutokset ovat halutunlaiset. Mikäli pinnoitettavien rakenteiden osalta tarvittiin lisätoimenpiteitä, jäi reagointiaikaa lisäkuivatuksen järjestämiseksi tarpeeksi. Työmaalla suoritettiin omia mittauksia, jotta saatiin sisäiseen laadunvalvontaan tietoa rakenteiden kosteudentilasta. Käytettävissä oli puun suhteelliseen kosteuteen mittauslaitteet sekä betonin suhteellisen kosteuden mittaamiseen tarvittavat Vaisalan anturit ja mittalaitteet. Laitteiden tulee olla oikein kalibroituja, sillä muuten tulokset eivät anna luotettavaa kuvaa tilanteesta.

Omien mittausten lisäksi työmaalla käytettiin ulkopuolista yritystä (Polygon Oy) tekemässä viralliset kosteudenmittaukset, joista saatiin objektiivinen arvio rakenteiden kosteusteknisestä tilasta. Myös tilaaja halusi varmistua, että kosteudenmittaukset tulee suoritettua asianmukaisesti, joten heidän laskuunsa työmaan kosteudenmittauksia kävi suorittamassa Vahanen Oy. Kosteuksia mitattiin SW-elementtien osalta eristetilasta, sisäkuoresta sekä ikkunapenkeistä. Lisäksi kosteudentilan muutoksia mitattiin betonivalujen osalta välipohjista.

Betonisandwich-elementtien eristetilan mittaukset suoritettiin ulkopuolelta sääsuojan rungon päältä poraamalla reikä julkisivuelementin kipsilevyn läpi eristeeseen, minkä jälkeen kosteudenmittauslaitteen mittapää työnnettiin eristeeseen tasautumaan (kuva 17). Suurimman kosteuspainoprosentin omaava eriste otettiin esille silmämääräisesti tarkastettavaksi ja samalla nähtiin myös ky-

seisen elementin osalta puuosien kunto. Eristeet ja puurakenteet kuvattiin ja dokumentoitiin sekä aloitettiin kosteuden osalta seuranta näissä paikoissa. Myöhempien mittausten perusteella kosteus olikin lähtenyt myös näiden kohtien osalta tasaantumaan.



KUVA 17. SW-elementin eristetilan kosteudenmittaus

SW-elementin sisäkuoren osalta kosteudenhallinnan kannalta kiinnostavin kohta oli juuri eristeen ja sisäkuoren liittymäkohta, sillä sinne kosteutta oli todennäköisimmin joutunut, mikäli sitä oli elementin sisään päässyt. Sieltä kosteuksia mitattiin samalla tavalla rakennuksen ulkopuolelta käsin, sillä sisäkuoren paksuus oli 200 mm ja porareikiä tuli tehdä useampia, jotta saadaan tarpeeksi vertailuarvoja. Sisäpuolelta poraamiseen olisi kulunut huomattavasti paljon enemmän aikaa. Ulkopuolelta päästiin kipsilevyn ja eristeen läpi nopeasti, minkä jälkeen betoniin päästiin käsiksi nopeasti.

5.3.2 Katselmukset

Katselmuksia suoritettiin työmaan aikana aina piiloon jäävien rakenteiden osalta, mutta myös esimerkiksi erillisrunkoisen sääsuojan pystytyksestä tehtiin katselmus. Tällä tavalla saadaan tilaajalle myös tieto, milloin sääsuoja on vedenpitävässä kunnossa. Lisäksi saadaan tietoon katselmukseen osallistuvien henkilöiden toimesta heidän mahdollisesti havaitsemat puutteet ja voidaan aloittaa niiden korjaaminen. Myös ennen sääsuojauksen purkamista järjestettiin katselmus, jossa todettiin, olivatko sääsuojauksen purkamisen edellytykset täyttyneet.

Mallikatselmuspöytäkirjaan merkittiin aina läsnäolijat, jotka olivat rakennuttajan edustaja, rakennesuunnittelija, Lujatalon edustaja, mahdollisen aliurakoitsijan edustaja sekä pääsuunnittelija. Kaikille edellä mainituista lähetettiin katselmukseen kutsu hyvissä ajoin ennen sen järjestämistä, jotta asianomaiset saataisiin paikalle. Mallikatselmuspohjasta tuli käydä ilmi katselmuksen kohde ja ajankohta sekä mahdolliset havaitut puutteet kirjattiin katselmuspöytäkirjaan mallikatselmukseen osallistuneiden allekirjoitusten kanssa.

5.3.3 Kosteudenhallinnan dokumentointi

Mallikatselmuspöytäkirjat, valokuvat ja muut kosteudenhallintaan oleellisesti liittyvät asiakirjat dokumentoitiin ja arkistoitiin tarkasti sen varalta, mikäli myöhemmässä vaiheessa tarvitsee selvittää esimerkiksi mahdollisten kosteusvaurioiden syitä ja lähteitä. Esimerkiksi tuulenpuuskien aiheuttamat vauriot sääsuojauksen vedenpitävyyteen valokuvattiin ja korjattiin välittömästi virheen havaitsemisen jälkeen.

Työmaalla valokuvattiin sääsuojauksen pystytyksen etenemistä lähes päivittäin. Tällä tavalla myöhemmässä vaiheessa pystytään etsimään valokuvista tarkkojakin seikkoja, mikäli siihen on tarvetta. Valokuvissa tuli näkyä kuvan ottamisen päivämäärä sekä aika, muutoin valokuvalla ei ole niin sanotusti painoarvoa dokumentoinnin kannalta.

6 POHDINTA

Työn päätarkoituksena oli kertoa työmaan näkökulmasta, miten erillisrunkoisen sääsuojan käyttäminen toimii suuren betonielementtirakenteisen sairaalarakennuksen rakentamisessa. Työssä perehdyttiin kosteudenhallinta- ja sääsuojausratkaisuihin, joita kyseessä olevalla työmaalla käytetään, sekä selvitettiin, mitkä kaikki asiat vaikuttavat hankkeen aikana kosteudenhallintaan.

Työn aikana selvisi, että kosteudenhallintaprosessi lähtee liikkeelle jo hankkeen tarveselvitysvaiheesta, jolloin määritellään, millaista rakennusta lähdetään suunnittelemaan. Oma osansa on myös suunnitteluvaiheella, sillä siinä tehdään kustannuksien kannalta kaikkein suurimmat valinnat myös kosteudenhallinnan suhteen. Valitut materiaalit ja rakenneratkaisut ratkaisevat, millä tavalla rakentamisvaiheen kosteutta on järkevä torjua. Tärkeintä on, että kosteudenhallintaa käsitellään kokonaisuutena, sillä huomion kohdentaminen yhteen osa-alueeseen voi tuottaa ongelmia muiden kosteusriskien hallinnassa. Tiiviillä suojauksella varmistetaan ulkoisten kosteuslähteiden vauriot, mutta samalla heikennetään rakenteiden luovuttaman kosteuden tuulettumista.

Rakentamisaikaiset kosteudenhallintaratkaisut pohjautuvat kosteudenhallintasuunnitelmiin, mutta niiden kehitystyötä tapahtuu myös työmaan edetessä. Työmaan aikana löytyy todennäköisesti sääsuojauksessa yllättäviä kohtia, joihin ei voida soveltaa kosteudenhallintasuunnitelman mukaisia menetelmiä. Siksi työn edetessä joudutaan miettimään vaihtoehtoisia ratkaisuita esimerkiksi varmistamalla ilmankierron toimivuus sekä asentamalla lisäpeitteitä tai suojarakenteita.

Erillisrunkoinen sääsuoja on uusi ilmiö betonielementtirakentamisessa ja kehityskohteita löytyy jatkuvasti työmaan aikana. Esimerkiksi ilmankierron selvä heikentyminen huputetun suojan alla on yksi asia, jonka ratkaiseminen on kosteudenhallinnan lopputuloksen kannalta oleellinen, sillä vastaavaletusta betonista sisäilmaan vapautuva kosteus on saatava hallitusti ulos rakennuksesta. Vaikka sääsuojaus tuokin kiistatta suojaa vesi- ja lumisateiden aiheuttamalta kosteudelta, täytyy muistaa, ettei se luo täysin tiivistä vaippaa rakennuksen ympärille.

Erillisrunkoisen sääsuojan alla rakennettaessa on selvitettävä, mitkä työvaiheet viivästyvät tai venyvät, mitkä vaiheet nopeutuvat, mitkä riskit saadaan sääsuojauksen avulla eliminoitua, miten toteutetaan ennen sääsuojauksen asentamista tapahtuva kosteudenhallinta ja miten järjestetään riittävä ilmankierto huputuksen aikana. Lisähyötyä saadaan myös erilaisilla täsmäsääennusteilla,

esimerkiksi Ilmatieteenlaitoksen Rakentajan sääpalvelulla, jonka avulla saadaan ennakkoinnin mahdollistavat ennusteet sademääristä ja tuulen puuskista. Näin voidaan järjestää sääsuojauksen avaamiset ja siirtotyöt sellaisille ajankohdille, jotta ylimääräistä kosteusrasitusta ei synny. Suurin hyöty työmaan etenemisen kannalta sääsuojasta saadaan tämän kokoluokan kohteessa nimenomaan yläpohjan eristämistyön aikana. Sääsuojaus nopeuttaa eristystyötä, sillä vesisateet eivät aiheuta lisätyövaiheita asentamisen aikana eikä vesisade pääse kastelemaan asennuksen aikana vedelle herkkiä eristeitä.

Erillisrunkoiselle sääsuojaukselle tulee hintaa suhteellisen paljon, eikä SR-urakkamuodossa voi pärjätä ainakaan hintakilpailussa, mikäli kilpaileviin tarjouksiin sitä ei ole laskettu mukaan. Tämän vuoksi tilaajan on määriteltävä tarkasti jo hankesuunnitteluvaiheessa erillisrunkoisen sääsuojan käyttäminen. Tähän on sisällytettävä tarkkaan ne rakennusvaiheet, jotka ovat ehdottomasti suoritettava suojauksen alla, sekä mainittava aikaisin mahdollinen työvaihe, jonka jälkeen sääsuojauksen voi purkaa. Lopullinen sääsuojauksen kustannus siirtyy joka tapauksessa rakennuksen omistajalle, sillä urakan hintaan joudutaan lisäämään sääsuojauksen kustannukset. Näin ollen pohdittavaksi jää, saavutetaanko sääsuojan avulla lopulta tämän rahamäärän arvoinen laatuero verrattuna tavanomaisempiin suojausratkaisuihin.

Espoon sairaalan kosteudenhallinnan hinnan suuruusluokka on noin muutamia miljoonia euroja, pelkän sääsuojauksen hinnaksi voidaan arvioida 11 €/m³, eli koko rakennuksen osalta noin 1 700 000 € (11 €/m³ * 150 000 m³). Lisäksi hintaan tulee laskea muut kosteudenhallintamenetelmät, kuten avoinna olevien holvien reunojen suojaustyöt ja materiaalit, muut olosuhdehallintaan liittyvät suojaustoimenpiteet ja kosteudenmittauksiin sekä rakennuksen kuivatukseen liittyvät työt. Näiden kustannus on arviolta 150 000 – 300 000 € koko rakennuksen osalta.

Kosteudenhallintaa voisi kehittää esimerkiksi päätösapuanalyysin avulla. Päätösapuanalyysissä arvioidaan eri kosteusriskeille hinta kertomalla riskin toteutumisen todennäköisyys sen aiheuttaman vahingon arvolla. Tällä tiedolla voitaisiin kiinnittää huomiota riskin hinnan perusteella kallempiin kohtiin. Epätodennäköisten riskien kohdalla vahingon hinta ohjaa kosteudenhallinnan toteuttamista oikeaan mittakaavaan. Tällä tavalla saataisiin kosteudenhallinnan hinta kohtuulliseksi, sillä sen ylimitoittaminen vähenisi.

LÄHDELUETTELO

22.12.2006/1233. 2007. Laki tilaajan selvitysvastuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä. Tilaajavastuulaki. Helsinki: Työministeriö. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2006/20061233>. Hakupäivä 18.3.2015.

60 vuotta Lujaa yrittäjähänkeä. 2015. Luja-yhtiöt. Saatavissa: <http://www.luja.fi/yhtiomme>. Hakupäivä 9.2.2015.

Espoon uusi sairaala. 2014. Espoon kaupunki. Saatavissa http://www.espoo.fi/fi-FI/Sosiaali_ja_terveyspalvelut/Terveyspalvelut/Sairaalahoito/Espoon_sairaala. Hakupäivä 18.2.2015.

Hanhijärvi, Heidi – Kankainen, Jouko 2003. Kokemuksia suunnittelua sisältävistä urakoista. Espoo: Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorion raportteja 218. Saatavissa: http://bes.aalto.fi/en/publications-002/reports/raportti_218. Hakupäivä 18.3.2015.

Kosteudenhallintasuunnitelma kohteeseen Espoon sairaala. Finnmap Consulting. Ei julkisesti nähtävillä.

Kosteudenhallinta rakennushankkeessa –hankintaklinikka. 2013. RAKLI ry. Saatavissa: <http://www.rakli.fi/media/klinikat/kosteudenhallinta-rakennushankkeessa/kosteudenhallinta-projektisuunnitelma-riihen-tulosraportti.pdf>. Hakupäivä 20.2.2015.

Lindberg, Ralf 2002. Rakennusosien rakennusfysikaalinen toiminta. Rakentajain kalenteri 2002. S.425 – 434. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040302.pdf>. Hakupäivä 18.3.2015.

Lämpö- ja kosteustekniikka. 2015. Elementtisuunnittelu. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/lampo-ja-kosteustekniikka>. Hakupäivä 27.1.2015.

Merikallio, Tarja 1998. Kosteusmittaus. Rakentajain kalenteri 1998. S.740 - 746. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s740.pdf>. Hakupäivä 26.2.2015.

Ormiskangas, Petteri 2009. Betonisandwich-elementin kosteustekninen toiminta paksuilla eristeillä. Diplomityö Tampereen teknillinen yliopisto.

Paroc Protection. 2015. Paroc Group Oy. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/kampanjat/PAROC-PROTECTION>. Hakupäivä 6.3.2015.

Ratu S-1232, 2013. Rakennustyömaan sääsuojaus. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/109926.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 25.2.2015.

RIL 250–2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Menettelytavat suunnittelusta ylläpitoon. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

RT 38380. 2013. Tyvek-aluskate/tuulensuoja Tectis Oy. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <http://www.rttuotetieto.fi/rt-tuotekortti/download/38380>. Hakupäivä 18.3.2015.

Sairanen, Sami 2014. Vastaava mestari, Lujatalo. Keskustelut toukokuu – syyskuu 2014 välisenä aikana.

Seppälä, Pekka 2013. Rakentamisprosessin kosteudenhallinta. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/documents/486338/37b496fa-5e69-411d-91f8-f0a45482b291>. Hakupäivä 17.2.2015.

Tilakonsultit vastaa Espoon sairaalan arkkitehti ja pääsuunnittelun ohjauksesta ja valvonnasta. Tilakonsultit Oy. Saatavissa: <http://www.tilakonsultit.fi/index.php/ajankohtaista/48-tilakonsultit-vastaa-espoon-sairaalan-arkkitehti-ja-paasuunnittelun-ohjauksesta-ja-valvonnasta>. Hakupäivä 9.2.2015.

Ylläpitosuunnitelma kohteeseen Espoon sairaala. Lujatalo. Ei julkisesti nähtävillä.