



Ahmad Alaeddine

Rakennusaikainen kosteudenhallinta korkeissa rakennuksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

1.5.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Ahmad Alaeddine
Otsikko:	Rakennusaikainen kosteudenhallinta korkeissa rakennuksissa
Sivumäärä:	49 sivua + 2 liitettä
Aika:	1.5.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine:	Rakennetekniikka
Ohjaajat:	Projektipäällikkö Skanska Talonrakennus Oy Mikko Borg Lehtori Tapani Järvenpää

Korkea rakentaminen on yleistymässä yhä enemmän Suomessa. Rakennusaikainen kosteudenhallinta on tärkeässä roolissa korkeissa rakennuksissa, sillä runkovaihe jatkuu vuodenaikojen ympäri kertaalleen ennen kuin vesikatto valmistuu. Tämä vaatii tarkkaa suunnittelua ja toteutusta. Pienikin vesivahinko tai muu kosteusvaurio saattaa vaikuttaa moninkertaisesti kustannuksiin ja aikatauluun.

Skanska on perustettu Ruotsissa ja on yksi maailman suurimmista rakennusalan yrityksistä. Skanska toimii 11 eri maassa ja on tunnettu yrityksenä, joka toimii eettisesti, avoimesti sekä ympäristöarvoja noudattaen.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan korkeissa rakennuksissa ja niiden menetelmiin. Työn tavoitteena oli saada työstä ohjekirja, jonka avulla voidaan toteuttaa tulevaisuudessa vastaavia kohteita samanlaisilla kosteudenhallintamenetelmillä.

Opinnäytetyö toteutettiin Skanska Talonrakennus Oy:lle. Työ toteutettiin haastattelemalla Skanskan tutkimuskohteen työnjohtajaa ja avoimella keskustelulla kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa. Ennen sitä perehdyttiin aiheen kirjallisuuteen ja artikkeleihin vastaavista hankkeista. Tietojen pohjalta toteutettiin haastattelukysymykset.

Avainsanat: Kosteudenhallinta, Talonrakentaminen, Korkeat rakennukset

Abstract

Author: Ahmad Alaeddine
Title: Moisture Management During Construction of High-Rise Buildings
Number of Pages: 49 pages + 2 appendices
Date: 1 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Structural Engineering
Supervisors: Mikko Borg, Project Manager Skanska Talonrakennus Oy
Tapani Järvenpää, Senior Lecturer

High construction is becoming increasingly common in Finland. Moisture management during construction plays an important role in the construction of high-rise buildings, for the frame erection phase continues around the seasons before the roofing work is completed. This requires accurate planning and execution. Even the slightest water damage or other moisture damage may significantly increase costs and extend the schedule.

Skanska was founded in Sweden and is one of the largest construction companies in the world. Skanska operates in 11 different countries and is well known as a company, acting ethically, transparently and in accordance with environmental values.

This thesis studies moisture control during the construction of high-rise buildings and the methods used to control moisture during construction. The aim of the thesis was to create a manual, the implementation of future high-rise projects by using similar moisture control methods.

The thesis was conducted for Skanska Talonrakennus Oy. The foreman of the studied Skanska site was interviewed, and an open discussion was held with the moisture management coordinator. Before that, the source literature on the subject and articles on similar projects were studied. On the basis of the data compiled, interview questions were written.

Keywords: Moisture control, Housebuilding, High-rise building

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimusmenetelmät	2
2	Kosteus rakentamisessa	4
2.1	Kosteuslähteet	4
2.2	Kosteuden esiintyminen ja siirtyminen	5
2.2.1	Diffuusio	6
2.2.2	Konvektio	7
2.2.3	Kapillaarinen siirtyminen	7
2.2.4	Painovoimainen siirtyminen	8
2.2.5	Rakennusaikainen kosteus rakenteissa	8
3	Kosteudenhallinta yleisesti	11
3.1	Kosteudenhallintaa koskevat asetukset ja viranomaismääräykset	13
3.2	Kosteudenhallintaprosessi	15
3.3	Kosteudenhallintaselvitys	16
3.4	Kuivaketju10	18
3.5	Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	20
4	Ratkaisumallit rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan	21
4.1	Kosteuden siirtymisen estäminen välipohjassa	21
4.2	Hissikuilu ja porrashuone	23
4.3	Työmaa-aikainen vesi	24
4.4	Aukot ja läpiviennit	25
4.5	Rakenteiden ja materiaalien suojaus	25
5	Case Study kosteudenhallintamenetelmät Hyperionissa	27
5.1	Kohteen kuvaus	27
5.2	Menetelmien valinta	31
5.3	Menetelmien toimivuuden seuranta	31
5.3.1	Läpivientiaukot	31
5.3.2	SW-elementit	32

5.3.3	Porrashuone	34
5.3.4	Hissikuilu	36
5.3.5	Hormi (talotekniikkaelementti)	38
5.3.6	Työaikainen käyttövesi	40
5.3.7	Väliaikainen viemäriinija	41
6	Tulokset	43
7	Yhteenveto	46
	Lähteet	48
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelukysymykset	
	Liite 2: Pohjapiirustus (Case study)	

1 Johdanto

Rakentamisen laatu ja kosteusvauriot ovat nousseet esille korkea rakentamisessa viime aikoina. Korkea rakentaminen lisääntyy huimaa vauhtia Suomessa, jonka seurauksena myös rakennusaikainen kosteudenhallinta korostuu. Tornitalojen rakennusaikainen kosteudenhallinta on vaativampaa kuin matalissa rakennuksissa, syynä on pitkä runkotyövaihe, jonka aikana vuodenajat vaihtuvat kevästä talveen. Haastetta tuottaa runkotyövaiheen ja sisätöiden yhtäaikaisuus. Vesikaton puuttuessa vielä rakennuksesta, täytyy erilaisilla menetelmillä estää veden pääsy alaspäin, jottei se pääse sisätyövaiheessa oleviin kerroksiin. Olosuhdehallinnan lisäksi on tärkeää hallita työmaa-aikaista veden käyttöä esimerkiksi sisävalmistusvaiheessa ja sadeveden hallittua poistamista ylimmillä holveilta. [18.]

Korkeissa rakennuksissa kosteudenhallinnan epäonnistuminen voi aiheuttaa suuria lisäkustannuksia muun muassa korjaustöihin. Esimerkkinä on 2019 tapahtunut vesivahinko Kalasatamassa. Työmaa-aikainen vesilinja oli rikkoontunut, jonka seurauksena vesi oli päässyt pitkään valumaan alaspäin rakennuksessa oleviin valmiisiin asuntoihin. Vesivahinko huomattiin myöhässä, jonka takia se oli ehtinyt leviämään pitkälle. Asuntoihin tehtiin kosteuskartoitus ja ilmeni, että rakenteisiin oli päässyt sen verran kosteutta, jonka takia jouduttiin isoihin korjaustöihin. Tämän seurauksena työmaan valmistumisaikataulu viivästyi. [19.]

Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääsääntöisesti rakennusvaiheen kosteudenhallintaan korkeissa rakennuksissa ja seurataan erilaisten menetelmien toimivuutta tutkimuskohteessa. Kosteusvauriot syntyvät toteutusvaiheessa tai myöhemmin käytössä rakentamisvaiheessa tehtyjen virheiden seurauksena. Rakennusaikainen kosteudenhallinta on tärkeässä roolissa, jolloin korostuu suunnittelun tekniset ratkaisut kosteudenhallinnalle ja työmaan hyvän kosteudenhallintasuunnitelman mukaisella toteutuksella.

Työssä esitellään yleisesti kosteudenhallinnasta ja sitä koskevia asetuksia, määräyksiä ja ohjeita. Työssä myös esitellään rakentamisen aikaiset kosteuslähteet, kosteuskäyttäytymistä kosteusvaurio syitä ja rakenteiden suojaamista. Kesä aikaan runkotyövaiheessa olevia korkeita rakennuksia saadaan yleisesti toteutettua ilman kosteusongelmia, sillä sateiden määrä on vähäisempi, jolloin rakenteiden suojaamisen tarve on vähäisempää. Syksyllä ja talvella kosteudenhallinta on haastavampaa, joka vaatii työmaa toimihenkilöiltä ennakkoon hyvää suunnittelua kosteuden pääsyn estämiseksi rakennukseen.

Työn tarkoituksena on selvittää korkea rakentamisen rakennusaikaisen kosteudenhallinnan riskikohtia ja kuinka voidaan estää veden pääsyä ylimmältä holvilta alempiin kerroksiin. Korkea rakentamisen haasteena on pitkä runkotyövaihe, jonka aikana vuodenajat vaihtuvat kertaalleen ennen kuin on saatu rakennuksen vesikattoa valmiiksi. Runkotyövaiheen aikana sen hetkinen välipohja toimii ”vesikattona” edelliselle kerrokselle. Työssä tutkitaan, miten ja kuinka tutkimuskohhteessa käytettävien menetelmien avulla voidaan estää kosteuden pääsyä ylemmältä holvilta alempiin rakenteisiin ja ohjata hallitusti vedet pois rakennuksesta. Tämän lisäksi tutkitaan erilaisten vesivahinko riskien hallitseminen rakennuksen sisällä, kuten esimerkiksi työmaa käyttöveden hallinta.

1.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuskohteena on Skanska Talonrakennus Oy:n tornitaloprojektiin kuuluva Hyperion tornitalo, johon on tulossa 24 kerrosta. [20.] Työssä käytetään teorian tiedon saamiseksi verkkolähteitä, tutkimustöitä, ohjeita (RIL 250-2020) ja asetuksia ja määräyksiä jne., toimihenkilöiden haastattelujen vastauksia ja opinnäytetöitä.

Tutkimuksessa haastatellaan tutkimuskohteen sisätöiden työnjohtajaa. Haastattelussa käydään läpi menetelmiä, jota käytetään kohteessa vesivahinkojen minimoimiseksi. Korkeita rakennuksia rakentaessa, ylintä holvia on saatava niin tiiviiksi, jotta vesi ei pääse kulkeutumaan alempiin kerroksiin. Erilaisilla menetelmillä ja niiden toimivuudella voidaan säästyä isoilta vesivahingoilta, jonka seurauksena aikataulu viivästyisi lisäen kustannuksia.

Menetelmien seurannan jälkeen haastatellaan myös kohteen kosteudenhallinta-koordinaattoria keskustelumuodossa, jossa käydään läpi eri näkökulmia rakennusaikaiselle kosteudenhallinnalle korkeissa rakennuksissa ja asioita mitä pitäisi huomioida. Haastattelukysymykset ovat opinnäytetyön liitteessä 1.

Lopuksi kirjataan tulokset ja parannusehdotukset kohteen menetelmistä sekä tehdään yhteenveto rakennusaikaisesta kosteudenhallinnasta korkeissa rakennuksissa.

2 Kosteus rakentamisessa

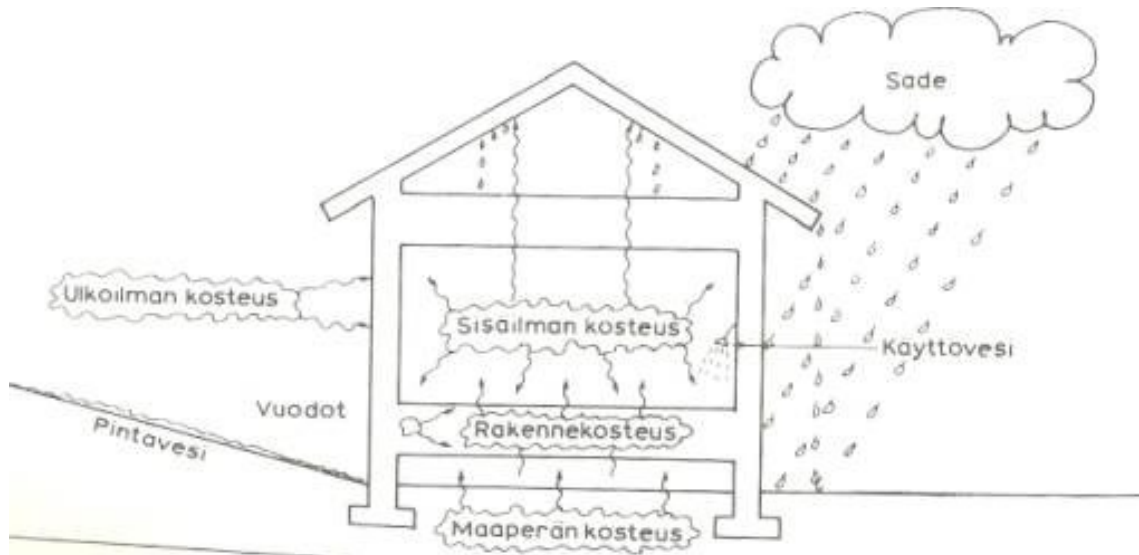
Kosteusongelmat ovat puhuttaneet viime vuosina uudisrakentamisessa. Ongelmalle ei ole yhtä tiettyä syytä, mutta ne johtuvat yleensä puutteellisesta kosteudenhallinnan asiantuntemuksesta tai erilaisista laiminlyönneistä rakennushankkeen osapuolien välillä. Tuore esimerkkinä on työmaa-aikaisen vesilinjaliitoksen rikkoutuminen Kalasataman rakennusvaiheessa olevassa tornitalossa, jonka seurauksena vesi pääsi pitkän aikaa valua rakenteisiin aiheuttaen suuren vahingon alhaalla oleviin valmiisiin asuntoihin. Työmaa-aikaisen kosteudenhallinnan riskejä täytyy ennakoida etukäteen hyvällä kosteudenhallintasuunnitelmalla. [4, 19.]

Työmaan olosuhdehallintaa täytyy myös hankkeen suunnitteluvaiheesta lähtien huomioida sillä, Suomessa sää vaihtelee paljon vuodenaikojen mukaan. Lämpötilaerot voivat olla kesän ja talven välillä jopa yli 50 °C aiheuttaen ilmankosteuden vaihtelevuutta eri vuodenaikoina. Erilaiset ulko- ja sisäpuolen aiheuttamat kosteuslähteet pääsevät aiheuttamaan kosteus- ja homeongelmia. Seuraavissa luvuissa käydään läpi rakentamisvaiheessa esiintyvien kosteuslähteiden siirtymistapoja ja niiden aiheuttajia. [4.]

2.1 Kosteuslähteet

Rakentamisvaiheessa esiintyviä kosteuslähteitä ovat vesi- ja lumisade, maaperän kosteus, pintavedet, ulkoilman sisältämä kosteus sekä rakennusaineiden valmistuksessa käytettävä vesi. Tuulen voimakkuus vaihtelee rakennuksen korkeudesta ja ympäristöstä riippuen esimerkiksi rakennuksen sijaitseminen meren lähettävyydellä. Etenkin rakentaessa korkeita tornitaloja, tuuli on voimakkaampaa ja vesisade muuttuu sen seurauksena viistosateeksi. Viistosade lisää rakennuksen ja erityisesti julkisivun kosteusrasitusta. Rakenteissa olevia kosteuslähteitä ovat rakennusaineiden, kuten betonin ja tasoitteiden valmistuksessa käytetty vesi. Merkittävin rakenteiden kosteusrasitus muodostuu tyypillisesti betonirakenteissa olevasta rakennekosteudesta ja rakenteisiin pääsevästä sadevedestä.

Myös rakennusaikaisten vesilinjojen vuodot sekä muut vesivahingot ovat mahdollisia kosteusvaurion aiheuttajia. Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty rakennukseen vaikuttavat kosteuslähteet [5.]



Kuva 1. Rakennukseen kohdistuvat kosteuslähteet. [7.]

Rakennusvaiheessa kosteusrasituksen vähentämiseksi rakennus tulee suojata vesisateelta ohjaamalla vesi hallitusti pois päin rakenteista. Myös lumi ja jää tulee poistaa mekaanisesti mahdollisimman pian, ettei sulamisvedet pääse kastamaan ja vaurioittamaan rakenteita. Maaperästä nouseva kosteus tulee estää kapillaarikatkolla. Pihan pintavedet tulee johtaa rakennuksesta pois päin kallistuksien avulla. Rakennuksen vaippa tulee tiivistää, ettei ulkoilman korkea kosteuspitoisuus pääse rakenteisiin. Kuivaa ulkoilmaa voidaan kuitenkin käyttää rakenteiden kuivattamiseen tehostamalla rakennuksen tuuletusta ja ilmanvaihtoa. [5.]

2.2 Kosteuden esiintyminen ja siirtyminen

Kosteus voi esiintyä kolmessa eri muodossa:

- kaasuna eli vesihöyrynä
- nesteinä eli vetenä
- kiinteänä eli lumena tai jäänä.

Kosteus voi siirtyä rakenteisiin ja rakenteissa useilla eri tavoilla ja eri voimien vaikutuksesta. Tärkeimpiä niistä on lueteltu seuraavassa:

- diffuusio
- konvektio
- kapillaarinen siirtyminen
- painovoimainen siirtyminen. [1.]

Näiden ilmiöiden ymmärtäminen ja huomioonottaminen ovat tarpeellisia arvioi-
dessa rakenteisiin kohdistuvia kosteuskuormia, kuivumisnopeutta sekä kosteu-
denhallintaa työmaalla. Rakentamisvaiheessa merkittävin kosteuden siirtymisen
muoto on veden painovoimainen siirtyminen rakenteisiin esimerkiksi vesisateet.
Tuuli on yksi sadeveden kuljettava muoto, joka esiintyy etenkin korkeissa raken-
nuksissa kovana viistosateena pyrkien kuljettamaan sadeveden rakenteisiin esi-
merkiksi tiivistämättömiin aukkoihin.

2.2.1 Diffuusio

Vesihöyrypitoisuuksien ero rakenteiden sisä- ja ulkopuolella saa aikaan dif-
fuusion. Vesihöyrypitoisuudet pyrkivät tasoittumaan suuremmasta pienempään
vesihöyrypitoisuuteen rakenteen läpi. Diffuusiovirtaus kasvaa pitoisuuserojen
kasvaessa. Diffuusiovirtaus on voimakkaampaa mitä suuremmat rakenteiden pi-
toisuuserot ovat. Myös materiaaliominaisuus eli vesihöyrynläpäisevyys vaikuttaa
vesihöyryn kulkuun. Jokaisella materiaalilla on eri vesihöyrynläpäisevyys. [7.]

Kosteusvaurioiden kannalta ongelmallisin tilanne syntyy, jos rakenteen sisäpuo-
lelta pääsee vesihöyryä diffuusiolla rakenteisiin kuin rakenteesta pois aiheuttaen
kosteuspitoisuuden kasvua eli vesihöyry tiivistyy vedeksi (kondensoituu) ajan
mukana. Diffuusio voidaan estää rakenteissa asettamalla rakenteen oikeisiin
kohtiin vesihöyrynvastuksen omaavia ainekerroksia, kuten esimerkiksi höyrynsulku
mahdollisimman lähelle ulkoseinän sisäpintaa. [7.]

2.2.2 Konvektio

Vesihöyry siirtyy ilmavirtauksien mukana ilman osakaasuna. Konvektio syntyy, kun rakenteen eri puolilla on ilmanpaine-eroja. Näitä eroja rakenteen eri puolilla aiheuttavat tuuli, lämpötilaerot sekä IV-järjestelmä. Ilmavirtaus voi olla tuulen paine tai muu ulkoinen voima, jonka avulla vettä siirtyy. Tuulenpaine on suurimmillaan korkeilla rakennuksissa. Tuulen vaikutuksesta voi kosteutta siirtyä ylöspäin ja päätyä jo pienestäkin rakenteen vuotokohdasta rakenteen sisään esimerkiksi puutteellisista tiivistyksistä ikkunoissa ja ovissa sekä seinien ja yläpohjien liittymien huonosta tiivistyksestä johtuen. Konvektiolla siirtyvä kosteus määrä rakenteen läpi voi olla huomattavasti suurempi verrattuna diffuusiolla siirtyvän.

Suurimmat konvektiosta aiheutuvat kosteusvaurioriskit kohdistuvat seinien yläosiin ja yläpohjarakenteisiin, johtuen rakennuksen yläosan ylipaineesta. Ilmavuotohtia sisältävässä rakenteessa konvektiosta aiheutuva vesihöyryn tiivistyminen vedeksi rakenteen sisään on merkittävä tekijä kosteusvaurion syntyyn. [8.]

2.2.3 Kapillaarinen siirtyminen

Veden kapillaarisella siirtymisellä tarkoitetaan veden kykyä nousta pintajännitysvoiman vaikutuksesta huokosessa. Veden tapahtuva kapillaarinen liike riippuu aineen huokosrakenteesta, jonka takia vesi voi siirtyä mihin suuntaan vain, myös ylöspäin. Kosteus määrä voi olla hyvin suuri kapillaarisessa siirtymisessä ja sen kosteustasapaino on saavutettu, kun vesi on noussut korkeudelle, jossa huokosalipaineen aiheuttama kapillaarinen imu ja painovoimat ovat yhtä suuret.

Kapillaarisen nousun katkaiseva kerros on maanvastaisissa rakenteissa tärkeä, sitä kutsutaan kapillaarikatkoksi. Esimerkiksi 6–32 mm halkaisijaltaan karkea sepele, jota laitetaan vähintään 200 mm maanvastaisen betonilaatan alle on huomattavasti parempi estämään kapillaarisen veden nousemista ylöspäin verrattuna pesemättömään salaojasoraan. Kapillaarikatkon päälle tehtävä tiivis melkein kosteutta imemätön lämmöneristekerros, kuten esimerkiksi EPS parantaa

huomattavasti rakenteen kosteusteknistä toimintaa, sillä se hidastaa kosteuden kapillaarista nousua laattaan ja toimii toisena kapillaarikatko kerroksena. [7.]

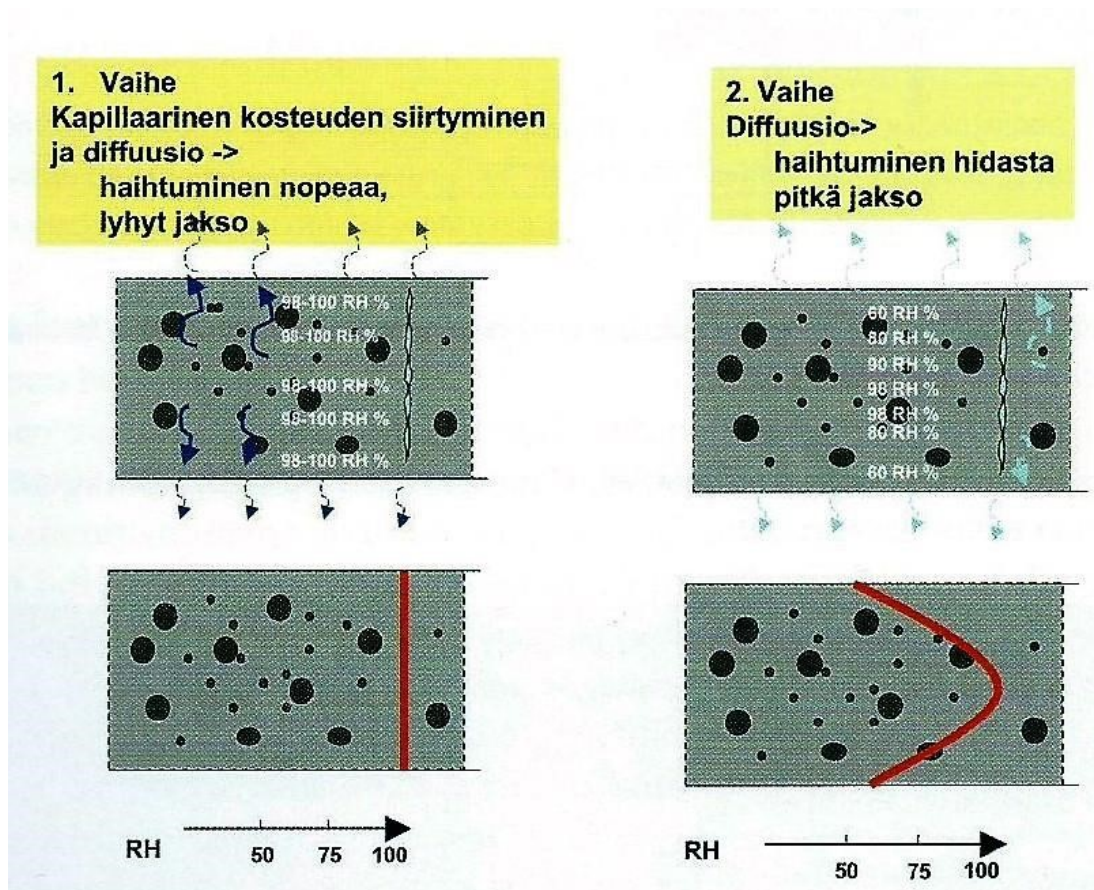
2.2.4 Painovoimainen siirtyminen

Painovoiman vaikutuksesta vesi pyrkii kulkeutumaan alaspäin maata kohden saateena, tai valumalla rakenteiden ja materiaalien pinnoilla. Materiaalien karkeus vaikuttaa veden kulkemiseen alaspäin, koska kapillaarivoimat ovat suurempia kuin painovoima. Mitä vähemmän kapillaarisuutta materiaalissa on sitä helpommin, vesi kulkeutuu alaspäin. Painovoimainen siirtyminen ja sen hallitseminen on merkittävä osa rakennuksen kosteusteknillistä toimintaa. [7.]

Veden poistuminen painovoimaisena siirtymisenä tapahtuu kouruissa, putkistoissa, kuten veden poistaminen viemäreillä ja maapohjan kuivattamista salaojituksilla. Vahingollista painovoimaista siirtymistä esiintyy, kun kosteus pääsee rakenteiden rakoihin, saumoihin ja halkeamiin valumaan aiheuttaen rakenteisiin vaurioriskin. Huolellinen tiivistäminen saumojen ja läpivientien kohdalla estää veden pääsemistä vaurioittamaan rakenteita. [7.]

2.2.5 Rakennusaikainen kosteus rakenteissa

Rakennusaikaisella kosteudella tarkoitetaan kosteutta, joka on jäänyt rakenteeseen tai rakennusmateriaaliin valmistusprosessissa käytetystä vedestä, varastoinnin, kuljetuksen tai työmaa-aikaisesta kastumisesta. Rakennusaikainen kosteus haihtuu materiaalista, kunnes se on saavuttanut sen tasapainokosteuden ympäristön kanssa. Rakennekosteuden määrä vaihtelee eri materiaalien välillä, riippuen materiaalin ominaisuuksista. Esimerkiksi betonin kuivuminen on nopeaa aluksi veden haihtuessa ympäröivään ilmaan kapillaarisen ilmiön avulla, kunnes tasapainokosteus on saavutettu aiheuttaen kuivumisen hidastumisen ja rakenteissa olevan kosteuden poistumisen ympäröivään ilmaan. Alla olevassa kuvassa 2 esitetään betonin kosteuden siirtyminen ympäröivään ilmaan.

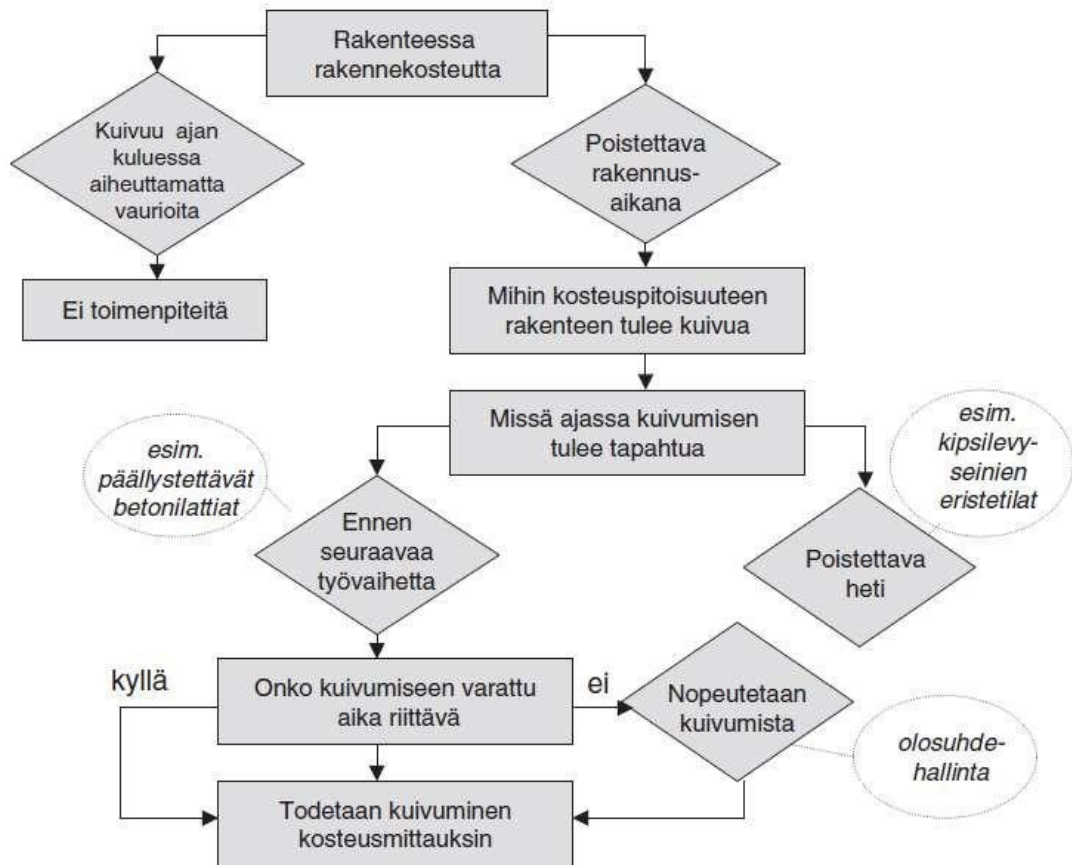


Kuva 2. Betonin kosteuden haihtuminen ympäröivään ilmaan kapillaarisesti ja diffuusio ilmiöllä. [9.]

Lähes kaikki rakennusmateriaalit ovat huokoisia ominaisuudeltaan ja siten ne pystyvät sitomaan kosteutta ympäröivästä ilmasta sekä luovuttamaan sitä ilmaan. Tasapainokosteuden saavuttaminen tietyssä ajassa riippuu monista eri tekijöistä, kuten materiaalin laadusta, rakenteesta ja ympäröivän ilman suhteellisesta kosteudesta ja lämpötilasta. Käytännössä olosuhteet ulko- ja sisäilmassa vaihtelevat jatkuvasti niin, että rakenne ei voi olla koskaan täydellisessä tasapainotilassa ympäristön kanssa. [1.]

Rakenteesta pois pyrkivä kosteus voi olla määrältään niin suuri ja esimerkiksi sen on poistuttava riittävin määrin ennen lattia pinnoitusten aloittamista. Betonin suurimmat sallitut huokosilman suhteelliset kosteudet sanelevat yleensä sen päällystemateriaalin ominaisuudet, joka tulee betonialustan päälle. Niitä täytyy tarkis-

taa materiaalin toimittajalta. Betonialustan tulee olla kuivunut suhteellisen kosteuden alle ennen pinnoitus töiden aloittamista. Kuvassa 3 on esitetty kaavio, jonka avulla voidaan rakenteiden kuivatustarpeita ja kuivumisaikoja arvioida. [1.]



Kuva 3. Rakenteiden kuivatustarpeen ja kuivumisaajan arviointi. [1.]

Rakennekosteuden tyypillisimmät aiheuttamat vauriot rakenteisiin johtuvat siitä, kun kosteutta ei ole hallitusti poistettu rakenteista. Esimerkiksi betonialustaa päällystetään liian varhain, jolloin kosteus ei pääse rakenteesta pois riittävän nopeasti ja päällyste vaurioituu. [7.]

3 Kosteudenhallinta yleisesti

Kosteudenhallinnan päätarkoitus on estää kosteus- ja homeongelmien syntymistä rakenteissa rakentamisvaiheen aikana ja sen jälkeen. Yleensä hankkeen rakentamisvaiheessa tapahtunut laiminlyönti, virhe tai vaurio, jota ei ole havaittu aiheuttaa kosteusvaurioita. Usein syy on monen tekijän summa. Kaikkien erilaisten veden olomuotojen (vesi, höyry, jää, lumi) estäminen rakenteisiin kuuluu kosteudenhallintaan. [1.]

Kosteudenhallinta luullaan yleensä vain työmaalla tehtävä toimenpide, joilla estetään kosteusvaurioiden syntymistä ja varmistetaan työvaiheiden toteutuksen edellytyksiä. Projektin kosteudenhallinta tulee kuitenkin ymmärtää laajemmin, sillä jo alkuvaiheessa tehty ratkaisut voivat vaikuttaa esimerkiksi siihen, onko rakennusprojekti edes mahdollista toteuttaa teoriassa sille esitetyle toteutusajalle. Myös rakennuspaikan olosuhteet ja sijainti voivat vaikuttaa siihen, mitkä rakenneratkaisut ovat käyttökelpoisia tai sen käyttötarkoituksessa. Tämä kaikki tulee ymmärtää kokonaisvaltaisena prosessina, jotta estetään kosteusrasitusten ja vaurioiden syntymistä koko rakennuksen elinkaaren aikana. [6.]

Kosteus tulee huomioida jo suunnittelu- kuin myös rakentamisvaiheessa muun muassa asiantuntevalla suunnittelulla ja huolellisella toteutuksella sekä valvonnalla, jotta rakennuksesta tulee kosteusteknisesti toimiva ja kosteus ei pääse vaurioittamaan rakenteita. Kosteudenhallinta on tärkeä osa onnistunutta rakennushanketta, siksi sen prioriteettia on korostettava jo hankkeen alussa niin rakentamisesta vastaaville urakoitsijoille, suunnittelijoille kuin materiaalitoimittajille. Alla olevassa kuvassa 4 esitetään kosteudenhallinnan pääkohdat rakennushankkeessa. [1.]



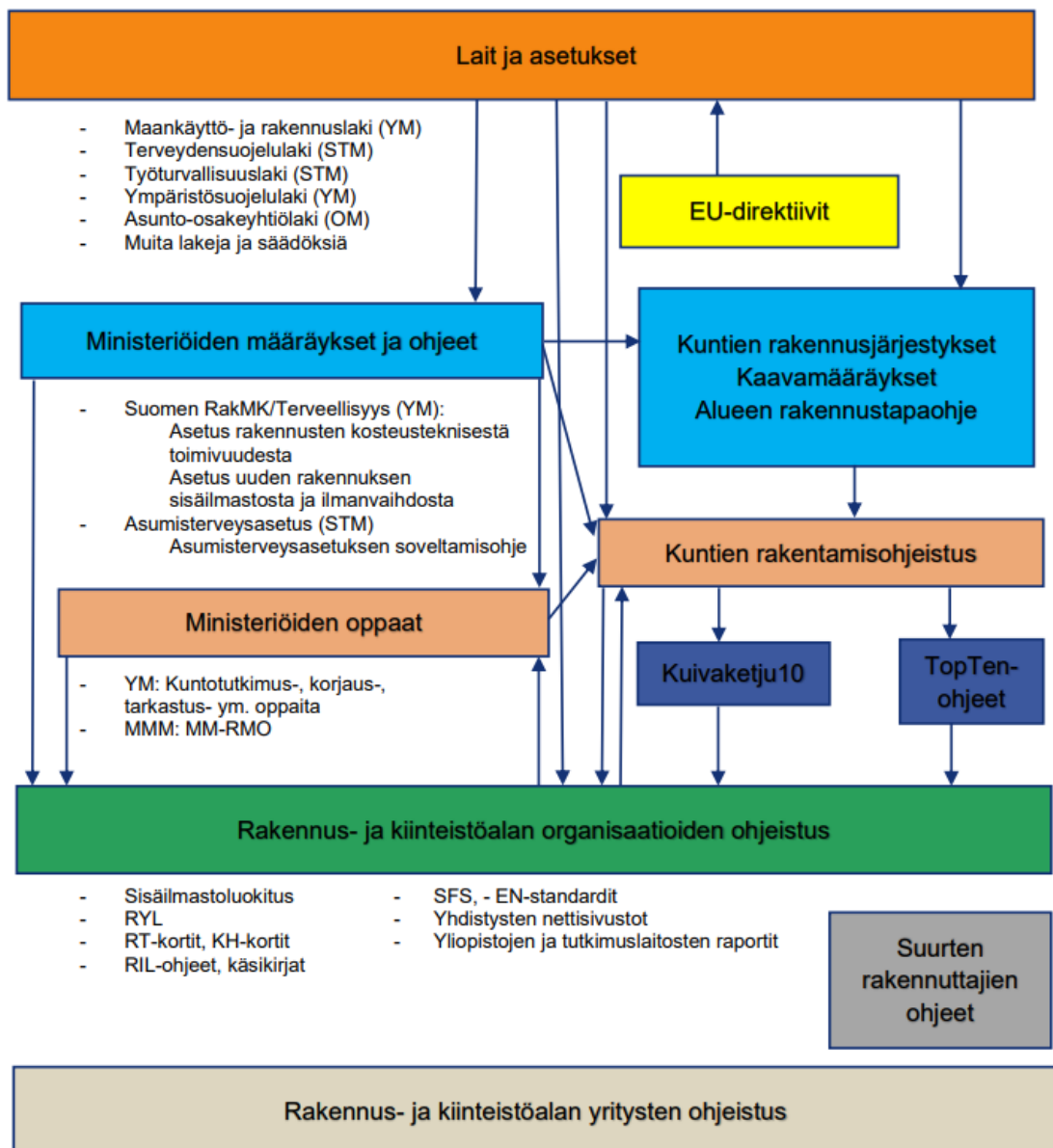
Kuva 4. Kosteudenhallinnan ja homevaurion estämisen pääkohdat rakennushankkeessa. [1.]

Suurimmat virheet tehdään rakennusvaiheen aikana. Syinä ovat yleensä asennusten laiminlyönti, kuivumisaikojen laiminlyönti, puutteelliset sääsuojaukset, kii-reinen aikataulu sekä huono logistiikka. Päätehtävänä on rakennusaikana pitää materiaalit ja rakenteet kuivina ja suorittaa asennukset huolellisesti. Kosteusongelmia voi myös syntyä käytön aikana rakennukselle, jotka voivat johtua säännöllisten huoltojen laiminlyönneistä, asukkaan välinpitämättömyydestä ja vääristä asennuksista.

Kosteudenhallinnantoinenpiteet nostavat todennäköisesti suunnittelu- ja rakentamiskustannuksia, mutta tämä kustannuslisä on pientä verrattuna hyötyyn: es-tetään kosteusongelmien syntyä rakentamisvaiheessa, käytön ja ylläpidon ai- kana ja niin säästetään huomattavia kustannuksia tuottaen lopputulokseksi terveellinen asuinpaikka käyttäjilleen. [1.]

3.1 Kosteudenhallintaa koskevat asetukset ja viranomaismääräykset

Rakennusten terveellisyttä ja kosteudenhallintaa ohjataan kattavasti laeilla, asetuksilla ja viranomaismääräyksillä, jotka muodostavat kokonaisuuden terveellisen rakennuksen toteuttamiseksi. Näiden erilaisten säädösten, määräyksien ja ohjeiden tarkoituksena ovat selkeän kokonaisuuden saavuttaminen kosteudenhallinnassa, kuten kuvassa 5 on esitetty. [1.]



Kuva 5. Rakennusten kosteudenhallintaan liittyvien lakien, määräysten sekä alan ohjeistuksien muodostama kokonaisuus. [1.]

Ne kattavat hyvin laajasti rakennusten terveellisyyteen liittyviä eri näkökulmia ja niissä käsitellään mitä jokaisen rakennushankkeen osapuolen on otettava huomioon ja noudettava kosteusteknisesti toimivan rakennuksen saavuttamiseksi. Rakennushankkeeseen ryhtyvän eli rakennuttajan kannalta lait, asetukset yms. ovat olennaisia, sillä niiden noudattamisen vastuu ja huolehtimisvelvollisuus on hänellä. Muiden rakennushankkeen osapuolien täytyy tuntea pääsisältö, koska ohjeistukset perustuvat näiden vaatimusten täyttämiseen. Rakennusten terveellisyys, sisäilmasto ja kosteudenhallinta käsitellään erityisesti seuraavissa laeissa:

- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999
- Terveysturvallisuuslaki 763/1994
- Työturvallisuuslaki 738/2002
- Työterveyshuoltolaki 1383/2001
- Ympäristönsuojelulaki. [1.]

Kosteudenhallinnan kannalta tärkeä määräys on ympäristöministeriön uusi asetus, joka astui voimaan 1.1.2018. Asetukselle on laadittu peruspalvelumuistio, jonka tarkoitus on tukea asetuksen soveltamista ja auttaa ymmärtämään vaatimuksia kosteudenhallintaprosessille, että tekniselle toteutukselle kattaen useimpia suunnittelualoja. Uusi asetus korvasi rakennusmääräyskokoelman osan C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet 1998. [2.]

Asetuksessa keskitytään rakennushankkeen kosteustekniselle toimivuudelle asetettuihin vaatimuksiin ja kuinka hankkeen vastuualueet jakautuvat eri tekijöihin. Tarkoituksena on estää rakenteisiin ja rakennukseen kosteusvaurioiden syntymistä sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä. Suunnittelijan tehtävänä on huolehtia, että suunnittelu täyttää sille asetetut tekniset vaatimukset, sillä suurin osa asetuksista koskeekin suunnittelijoita, joiden rooli vielä korostuu kosteudenhallintaselvityksen myötä. Sisäisiin kosteuslähteisiin kuuluu sisäilman vesihöyry, vesivahingot, esimerkiksi putkivuodot. Ulkoisiin kosteuslähteisiin kuuluu ulkoilmanvesihöyry, vesi- ja lumisateet, rakennuskosteus, pinta- ja pohjavesi ja maaperän kosteus. [3.]

3.2 Kosteudenhallintaprosessi

Rakennushankkeen kosteudenhallinta on kokonaisvaltainen prosessi, joka alkaa tarveselvityksestä ja jatkuu rakennuksen käyttö ja ylläpitoon asti. Kosteudenhallintaprosessi toimii laadunhallintaprosessina ja olennaisena osana rakennushanketta. Hankkeen pääprosessin muodostavat rakennuttaminen, suunnittelu ja rakentaminen. Jokaisessa vaiheessa käydään läpi kosteusteknisen toimivuuden varmistamisen kannalta tärkeät kosteudenhallinta asiat mikä jatkuu rakennuksen elinkaaren ajan.

Prosessi perustuu rakennuttajan asettamiin laatutavoitteisiin hankesuunnittelu- vaiheessa. Nämä laatutavoitteet ohjaavat suunnittelijoiden kosteusteknisten ratkaisujen valintoja ja suunnittelua. Työmaan osalta varmistetaan ratkaisujen toteutusta suunnitelmien mukaisesti ja sen valvontaa, jolloin rakennus täyttää viranomaismääräyksiä ja rakennuttajan laatimaan kosteudenhallinta-asiakirjaan asettamat laatutavoitteet ja vaatimukset kosteudenhallinnalle. Kuvassa 6 esitetään kaaviota kosteudenhallintaprosessin ketjusta, joka alkaa rakennuttajan laatimasta tavoiteasettelusta, joka antaa ehdot rakennushankkeen kosteudenhallintaan. [10.]



Kuva 6. Kosteudenhallintaprosessin eteneminen. [5.]

3.3 Kosteudenhallintaselvitys

Kosteudenhallintaprosessin tärkeä työkalu on kosteudenhallintaselvitys, joka tuli pakolliseksi 1.1.2018 lähtien alkavissa hankkeissa. *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta /13/* edellyttää, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava kosteushallintaselvityksen laadinnasta.

Kosteudenhallintaselvitys on laadittava rakennuslupahakemuksen yhteydessä, jotta rakennusvalvonta voi varmistaa rakennushankkeeseen ryhtyvän pätevyyden kosteudenhallinnan suhteen rakennusluvan myöntämistä varten. Asetus ei siis määrää, missä vaiheessa selvitys täytyy laatia. Viranomaisen eli rakennusvalvonta voi edellyttää rakennuslupahakemuksen yhteydessä, jonka takia selvitykset tehdään jo siinä vaiheessa. Selvitys toimii työkaluna jo tavoiteasetteluvaiheessa ja koko hankkeen kosteudenhallinnan suunnittelussa, jota voi täydentää hankkeen edetessä. [1, 10.]

Yllä mainittu asetus on määrittänyt kosteudenhallintaselvitykseen sisällyttävät asiat, kuten hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle eri vaiheessa hanketta, toimenpiteet ja menettely kosteudenhallinnan vaatimusten saavuttamiseen sekä henkilöresurssit kosteudenhallintaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on myös sisällytettävä selvitykseen tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaava henkilö. [1.]

Selvityksen huolehtimisvastuu on rakennushankkeeseen ryhtyvällä ja sitä tehdään eri osapuolten yhteistyönä. Selvityksen laatijalle toimitetaan eri suunnittelijoiden alakohtaista (LVIS, RAK jne.) tietoa kosteusteknisistä vaatimuksista ja niiden hallinta-, toteuttamis- ja valvontatavoista. Laadinnan vetovastuu voi olla esim. kosteudenhallinta asiantuntijalla (rakennusfysikaalinen suunnittelija, kosteudenhallintakoordinaattori, vastaava rakennesuunnittelija), mutta loppukädessä selvityksen allekirjoittaa rakennuslupavaiheessa rakennushankkeeseen ryhtyvä. [1.]

Kosteudenhallintaselvityksen laajuus ja tarkkuus riippuu rakennushankkeen laajuudesta ja rakennusfysikaalisesta vaativuudesta. Kun selvitys on laadittu, niin se liitetään tarjouspyyntöjen ja sopimuksien liitteeksi. Silloin selvityksen asettamat vaatimukset ja tavoitteet ovat sitovia jokaiselle rakennushankkeen osapuolelle. [1.]

Kuivaketju10-toimintamalli on tullut käyttöön, joka on toiminut vahvana työkaluna kosteudenhallinnalle rakennushankkeessa. Jos rakennushankkeessa on otettu

alusta alkaen käyttöön kyseistä toimintamallia kosteudenhallinnalle, sitä tulee mainita selvityksessä. Kosteudenhallintaselvityksen sisältö voi pelkistää huomattavasti sen ansiosta noudattaen toimintamallin toimenpiteitä ja hyödyntäen sitä rakennushankkeen kosteudenhallinnassa. [1, 10.]

3.4 Kuivaketju10

Kuivaketju10-toimintamalli on Oulun rakennusvalvonnan ja alan toimijoiden kehittämä kosteudenhallintasystematiikka, joka tähtää kosteusvahinkojen ja ongelmien vähentämiseen. Malli ohjeistaa toimenpiteisiin hankkeen eri vaiheissa:

- tilaamisessa
- suunnittelussa
- työmaatoteutuksessa
- käyttöönotossa
- käytössä. [1.]

Mallin käyttöönoton määrää rakennushankkeeseen ryhtyvä laadittaessa kosteudenhallintaselvitystä viranomaisille ja sopia hankkeen osapuolten kanssa toimintamallin käytöstä jo tarjouspyyntövaiheessa. Hankkeen vaativuus tasosta riippuen tilaaja voi toimia itse kosteushallintakoordinaattorina suunnitteluvaiheeseen asti, ellei vaativuus ole määritelty tavanomaista vaativammaksi hankkeeksi kosteudelle. Yleensä tilaaja nimeää hankkeelle kosteudenhallintakoordinaattorin koko rakennushankkeen ajan ja toimii samalla tilaajan luottohenkilönä. Nimetyn henkilön tehtävänä on valvoa ja ohjata koko rakennushankkeen ajan toimintamallin mukaista toteutusta hankkeen eri osapuolten välillä. [1, 11.]

Toimintamallissa on lueteltu kymmenen yleisintä kosteusriskiä, joita ehkäisemällä vältetään yli 80 prosenttia kosteusvauriosta syntyviä kustannuksia. Kymmenen yleisintä kosteusriskiä on esitettyä seuraavasti kuvassa 7.



Kuva 7. Kuivaketju10-toimintamallin kymmenen yleisintä kosteusriskiä. [11.]

Toimintamalli perustuu riskilistaan ja todentamisohtjeeseen. Suunnitteluvaiheessa eri alojen suunnittelijat käyvät läpi 10 keskeisintä kosteusriskiä läpi ja täydentävät sitä hankkeen erityispiirteiden mukaan, jonka jälkeen laativat todentamisohtjeen. Todentamisohtjeessa osoitetaan, että riskilistan mukaiset riskit pystytään torjumaan. Kosteudenhallintakoordinaattori hyväksyy lopullisen riskilistan ja todentamisohtjeen yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Hyväksytty riskilistaa ja todentamisohtjetta käytetään suunnittelun tarkistuslistana, jonka tavoitteena on saada riskikohteista kosteusteknisesti toimivan rakenteen. Koko hankkeen ajan suunnittelijat, koordinaattori ja työmaan toteutuksesta vastaava täytyvät olla tiiviissä yhteistyössä. Näin pystytään arvioimaan yhdessä suunnitelmien toteutuskelpoisuutta riskikohtien osalta, jotta ne ovat kosteusteknisesti toimivia ratkaisuja. Suunnittelijan tarkentama todentamisohtje toimii työmaatoteutuksesta vastaavan urakoitsijan tarkistuslistana ja hänen tehtävänänsä on onnistuneen toteutuksen todentaminen suunnitelmien mukaisesti ja sen dokumentointi. [11.]

3.5 Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma on laadittava jokaisessa työmaassa. Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava sen laatimisesta kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Suunnitelman tarkoitus on varmistaa, että rakennusaikaisen kosteudenhallintaan liittyviä asioita on selvitetty ja tutkittu sekä ymmärretään, mitä vaaditaan, jotta saadaan toteutettua kosteusteknisesti toimiva ja kosteusvarma rakennus.

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa sisältävät tiedot ovat seuraavat:

- hankkeen yleistiedot
- rakennuttajan kosteudenhallinnan laatutavoitteet
- kosteusriskien arviointi
- rakenteiden kuivumisaika-arviot
- työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu
- kosteusmittaukset. [1.]

Lähtötiedot saadaan kosteushallintaselvityksestä ja suunnitteluasiakirjoista, jota muokataan rakentamisvaiheen kosteudenhallinnan näkökulman mukaisesti. Suunnitelmaa tehdessä voi ilmetä tekijöitä, joiden vuoksi tavoitetaso ei täyty, kuten esimerkiksi lyhyt rakentamisaika, riskialtis pinnoite jne. Nämä asiat käydään läpi suunnittelijoiden ja tilaajan kanssa, että riskit saadaan eliminoitua ja voidaan toteuttaa rakentamisvaiheen kosteudenhallintaa suunnitelman mukaisesti.

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman tavoitteina on rakentamisvaiheen kosteusvaurioiden syntymisen estämistä ja ehkäisyä, rakenteiden riittävän kuivumisen varmistamista, kuivatustarpeen vähentämistä ja materiaalihukan pienentämistä. Kosteudenhallintaa noudattaen voidaan välttyä suurilta korjauskustannuksista rakennuksen elinkaaren ajalta.

4 Ratkaisumallit rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan

Rakennusaikaista kosteudenhallintaa toteutetaan työmaan kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti. Pääurakoitsijan vastuulla on, että työmaalla kosteudelle kriittiset työvaiheet tehdään suunnitelmien mukaisesti sekä huolehtia työvaiheessa mukana olevien osapuolten pitäminen ajan tasalla kosteudenhallintavaatimuksista ja tavoitteista esimerkiksi perehdytyksen yhteydessä omille työntekijöille. Kosteudenhallinnalla on suora vaikutus aikaan, rahaan ja laatuun. Näitä laiminlyödessä voi rakennusvaihe helposti pitkittyä aiheuttaen lisäkustannuksia. Kosteuden estäminen erilaisina olomuotoina pääsemästä rakennukseen ja rakenteisiin on kosteudenhallinnan keskeisin asia kuin myös sen poistaminen ja kuivaaminen. Rakennusaikainen kosteudenhallinta koostuu näistä asioista:

- kosteusriskien kartoitukseen
- rakenteiden ja materiaalien sääsuojaukseen
- kosteuden poistoon ja kuivatukseen
- lämmitykseen
- kosteusmittauksiin. [6.]

Rakennuksen ja rakennusosien suojaaminen on aina tehokkaampaa kuin sen kuivattaminen, tämän onnistuessa työmaalla vähenee kustannuksien määrä ylimääräisiin kuivatus- ja lämmityskalustoihin. Tässä työssä keskitytään siihen, kuinka voidaan estää veden pääsyä rakennukseen runkotyövaiheessa. Seuraavissa luvuissa käydään tärkeimpiä kohtia kosteuden pääsyn estämiselle.

4.1 Kosteuden siirtymisen estäminen välipohjassa

Uudisrakentamisessa pyritään tekemään runkovaihe mahdollisimman nopeasti, jotta saadaan alttiit rakenteet suojaan kosteudelta. Vaihtoehtoina on koko työmaan sääsuoja tai rakennuksen oman rungon hyödyntämistä. Huputus eli sääsuoja, joka suojaa koko rakennuksen on kustannukseltaan kallista, mutta kosteudenhallinnan näkökulmasta erittäin hyödyllinen, kun taas omaa runkoa hyödyntäen ilman sääsuojausta vaatii tarkkaa ennakkosuunnittelua ja sääolosuhteiden seuraamista.

Sääsuojan tekeminen rakennuksen runkovaiheessa on hyvin harvinaista Suomessa, etenkin korkeita rakennuksia rakentaessa. Rungon täytyy edetä nopeasti eteenpäin kerroksissa, jonka takia väliaikaisen sääsuojan asentaminen hidastaisi ja olisi vain esteenä muun muassa elementtien asentamisessa. Väliaikaisena ”vesikattona” toimii alemmille kerroksille sen hetkinen välipohja, jossa runkovaihe on. Koska sääsuojaa ei ole, niin rakennuksesta suojataan tiettyjä osia, kuten sandwich-elementtien yläpäitä, läpivientejä, aukkoja ja tarpeelliset betonirakenteet sateelta ja valumavesiltä.

Jos rakennuksessa toteutetaan paikallavaluholvia, voidaan materiaalit nostaa ”täsmällisenä nostona” valmiiksi siihen kerrokseen. Tämä vaatii hyvää logistiikka- ja runkotyösuunnittelua, jotta materiaalit ja tavarat saadaan holvitukijärjestelmän alle estämättä työn etenemistä. Paikallavaluholvin etuna on se, että se on tiivis ja estää hyvin sadeveden ja valumavesien pääsyä alas. Ontelolaattaholvia toteuttaessa taas materiaalien varastoiminen ja suojaaminen on haasteellisempaa, koska holvi ei ole yhtä tiivis vaatien enemmän toimenpiteitä kuin paikallavallettu holvi.

Välipohjaan satanut vesi ja lumi tulee poistamaan ensisijaisesti käsipelin eli lumitöillä, lastalla tai imurilla. Holvin teko ollessa kesken on hyvä asentaa lumennostopeite päivän päätteeksi suojaamaan holvia. Lumennostopeite suojaa hyvin lumelta ja nopeuttaa työntekoa vähentäen mekaanista lumen poistoa. Kuvassa 8 on esitettyinä lumennostopeite. [12.]



Kuva 8. Lumennostopeite eli ”lumipressu”, jota käytetään holvin suojaamiseen lumelta. [13.]

Vaikka mekaanisesti saadaan suurimman osan kosteudesta poistettua holvilta, silti vesi pyrkii painovoiman avulla siirtyä alas. Valumavesien poistuminen holvilta varmistetaan rakennuksen omaa viemärijärjestelmää käyttäen tai väliaikaisilla viemäriinjoilla, jotka ohjaavat veden pois rakennuksesta. Näiden lisäksi on hyvä käyttää kuivauslastaa, vesi-imuria ja muita vedenpoistovälineitä.

4.2 Hissikuilu ja porrashuone

Hissikuilu ja porrashuone pysyy koko ajan alttiina vesi- ja lumisateille, sillä rakennuksen rungon noustessa ylöspäin koko ajan, toimii porrashuone kulkutienä holville ja hissikuilusta nostetaan muun muassa alemmasta kerroksesta holvimuotikalustoa seuraavaan holviin nosturin avulla.

Hissikuiluun päässyt vesi yleensä poistetaan uppopumpulla ja vesi-imurilla. Talon korkeudesta riippuen hissikuiluun tehdään rakennusaikainen kosteuskatko, joka

tehdään runkotöiden puolivälissä. Näin tehdään korkeita taloja rakentaessa, sillä runkotöiden edetessä korkealla, alkaa myös sisätyövaiheet alimmissa kerroksissa.

Porrashuoneeseen pääsee samalla tavalla vesi ylhäältä alas, kuten hissikulussa. Sen estämiseksi voidaan esimerkiksi asentaa väliseinärankoja kohtiin, josta vesi valuu alaspäin. Väliseinärangoilla johdetaan vedet viemäreihin.

4.3 Työmaa-aikainen vesi

Korkearakentamisessa käyttöveden hallitseminen on erittäin tärkeässä roolissa, sillä vesivahingon sattuessa voi olla suuria aiheuttamia tuhoja, joka taas tuo lisäkustannuksia ja mahdollisesti aikataulun viivästymistä.

Käyttövedestä mahdolliset vesivahingot voidaan estää ja minimoida erilaisilla ratkaisuilla. Markkinoilla on nykyään paljon automaatiojärjestelmiä, kuten automaattinen veden katkaisu, jonka avulla voidaan ajoittaa vedentuloa ja säätää tarvittaessa nopeasti haluttuun aikaan. Tämä järjestelmä myös havaitsee vesivahingon vesilinjassa ja katkaisee automaattisesti vedentulon myös vahingon sattuessa sähkökatkon aikana.

Vesiputkien suojaus on yksi tapa myös estää suurimmilta vesivahingoilta. Vesiputken hajotessa, vesi ei pääse rakenteisiin vaan se valuu suojaputkea pitkin esimerkiksi vesipisteessä olevaan vesiastiaan. Jokaisen vesipisteen alla tulee olla vesiastia ja vesipisteen on hyvä sijaita kerroksissa tietyssä kohdassa, jossa vesivahinko ei aiheuttaisi suuria vahinkoja valmiisiin rakenteisiin. [14.]

Palloventtiilihanat ovat yleisimpiä vesipisteillä. Hanat toimivat niin, että hana tulee sulkea aina manuaalisesti käytön jälkeen. Riskinä on se, että hana ei suljeta kunnonla tai sillä hetkellä vettä ei ole tullut ja on jätetty hanan auki. Tälle ratkaisuna on jousipalautuksella toimiva palloventtiili, joka estää hanan mahdollisuuden jäädä auki.

Näiden ratkaisujen lisäksi voidaan käyttää kiertovartiointia ja kameravalvontaa, mikä on järkevää suurilla työmailla. Vartijan tehtävänä on valvoa, ettei varkaita ole työmaalla, jonka lisäksi voi tarkastella rakennuksen vesipisteiden tilannetta kierroksen yhteydessä. Kameran ovat yleensä asennettuna työmaan sisäänpääsy kohtiin, mutta asennettaessa vesipisteisiin myös kamerat, voidaan sillä reagoida välittömästi vahingon sattuessa. [14.]

4.4 Aukot ja läpiviennit

Erilaiset aukot kuten, ikkuna-aukot täytyy olla suljettuna, jottei vesisateet pääse huoneiston sisälle. Esimerkiksi, jos ikkuna ei ole valmiiksi asennettuna, voidaan väliaikaisena ratkaisuna sulkea aukon vanerilla ja asentamalla vedenkestävää tiivistysmassaa sauma kohtiin, jottei vesi pääse siitä läpi. Läpivienteihin voidaan myös toteuttaa samalla menetelmällä kosteuskatko, asentamalla vaneria läpivientiin ja tiivistysmassaa ympärille.

4.5 Rakenteiden ja materiaalien suojaus

Rakenteiden suojaus on tärkeässä roolissa kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi. Elementit ovat työmaalla ulkona varastoituna odottaen asennusta, jonka aikana ne ovat alttiita erilaisille kosteuslähteille. Kuljetuksesta lähtien elementit täytyy olla suojattuna, esimerkiksi sandwich-elementin villat muovikalvolla suojattuna. Toimituksen oikea-aikaisuus on tärkeää, jotta välivarastointi työmaalla ei olisi pitkä. Työmaalla varastoituna elementit suojataan sateelta. Elementtien tulee olla irti maasta ja elementtelineeseen ei saa jäädä vettä. Kun elementtiä asennetaan, täytyy olla huolellinen saumauksen kanssa, sillä se määrää rakenteen tiiveyden kosteudelta. [15.]

Rakennusmateriaalien suojauksessa on sama idea, kuin rakenteiden suojaus, eli suojaaminen kosteudelta. Asioita, joita on otettava huomioon rakennusmateriaalien varastoinnissa ja suojauksessa työmaalla:

- Varastointiolosuhte tulee olla lähellä materiaalin käytön aikaista olosuhdetta
- Ei koskaan saa olla suorassa kosketuksessa maahan tai lattiaan, vaan tukipuilla tai lavalla
- Materiaaleihin laitettava suojapeitteet (esim. muovipressut), asennettava kalteviksi ja irti materiaaleista
- Hyvä logistiikkasuunnittelu, mieluiten ”täsmällinen nosto” holvin alle.
[16.]

5 Case Study kosteudenhallintamenetelmät Hyperionissa

Tässä luvussa tarkastellaan esimerkkikohteen kosteudenhallintamenetelmien toimivuutta ja verrataan työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa tehtyihin ratkaisuihin ja kuinka ne täsmäävät toisiinsa. Työmaalla käytössä olevat menetelmät on toteutettu kohteen sisätyönjohtajan kokemuksen ja osaamisen pohjalta. Menetelmät tutkitaan ja niistä käydään keskustelua kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa.

5.1 Kohteen kuvaus

Opinnäytetyön kohteena on Skanska Talonrakennus Oy:n rakennusvaiheessa oleva tornitalo Hyperion Helsingin Vuosaarella, johon tulee 24 kerrosta esitettynä kuvassa 9. Tornitalon runko muodostuu betonisandwich-elementeistä sekä paikallavalu holvista. Kohde poikkeaa pienkerrostalorakentamisesta siten, että ennen vesikatto työvaiheeseen pääsyä ehtii vuodenajat vaihtua, joka taas tuo omanlaisia haasteita olosuhdehallinnassa kosteudenhallinta näkökulmasta. Myös huomioon otettavana ovat työmaa-aikaset vesi- ja putkilinjastot, sillä linjastot kulkevat rakennuksessa pitkiäkin välejä, jolloin pahimmassa tapauksessa väärin asennettu tai vahinko voi aiheuttaa pitkälle matkalle kosteusvaurioita rakenteisiin.



Kuva 9. 24-kerroksinen tornitalo Hyperion rakennusvaiheessa.

Tämän kohteen lisäksi Skanskalla nousee viereen 33-kerroksinen tornitalo Atlas, joka on Suomessa Skanska Talonrakennus Oy:n korkein rakentama talo. Kuvassa 10 näkyy havainne kuva molemmista tornitaloista. Opinnäytetyön tarkoitus on toimia apuvälineenä oikeiden menetelmien käyttämiseen rakennusaikaisen kosteudenhallintaan korkeissa rakennuksissa minimoiden kosteuden pääsyä holvilta alas tehtyihin kerroksiin. Veden pääsy alas voi aiheuttaa suuria kustannuksia ja aikataulun viivästymistä, sillä sisätyövaiheessa olevat kerrokset sisältävät yleensä materiaaleja ynnä muuta mitkä vaurioituvat helposti kosteudesta.



Kuva 10. Havainnekuvan tekijänä Arkkitehtuuritoimisto B&M Oy. Atlas (oik.) ja Hyperion (vas.) tornitalot Helsingin Vuosaarella. [17.]

5.2 Menetelmien valinta

Kohteessa runkotyövaiheen edetessä uuteen kerrokseen, seuraaviin asioihin on toteutettu kosteudenhallinta menetelmiä, jotta vesi ei pääse aiheuttamaan vahinkoa alhaalla valmiina oleviin kerroksiin:

- läpivientiaukot
- porrashuone
- hissikuilu
- elpo-hormit
- SW-elementit
- työaikainen käyttövesi
- väliaikainen viemäriinjo viedä pois ohjaamiseen.

5.3 Menetelmien toimivuuden seuranta

Seuraavissa alaluvuissa on kuvia kohteessa käytetyistä menetelmistä ja niiden toimivuudesta ja vertaillaan työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan.

5.3.1 Läpivientiaukot

Kerroksissa aukkoihin on laitettu vanerilevyt ja ympärille tiivistysmassaa, jonka avulla vesi ei pääse kerroksesta alas valumaan muihin kerroksiin. Jokaisessa kerroksessa on toteutettu samanlaiset toimenpiteet läpivientiaukkoihin. Tiivistysmassan laittaminen saumoihin on tärkeintä, jotta vesi ei pääse pienistä raoista valumaan alas. Tämä menetelmä toimii vesikatkona ja putoamissuojana yhtäaikaaisesti. Kuvassa 11 on esitettyinä kerroksissa tehdyt aukkosuojat.



Kuva 11. Läpivienti aukot toimivat yhtäaikaaisesti kerroksen vesikatkona ja putoamissuojana.

Kosteudenhallintasuunnitelmassa puhutaan vain aukkojen tukkimisesta vanerilla ennen seuraavan välipohjan valua toimien myös putoamissuojana. Näin ol-
 len tämänhetkinen käytössä oleva menetelmä on kosteudenhallinnan näkökul-
 masta tehokkaampi, sillä vanerin saumaan asennettu elementtikitti tai muu vas-
 taava vedeneristävä tiivistysmassa varmistaa veden pääsyn estämistä alas.

5.3.2 SW-elementit

SW-elementit eli sandwich-elementit ovat betoni-villa-betoni-rakennetyyppiä. Työmaalle SW-elementit saapuvat siten, että villakerrokseen on asennettu sää-
 suojaksi muovia tehtaalta asti ja niin myös vaaditaan työmaan kosteudenhallin-
 tasuunnitelmassa. Muovi poistetaan vasta, kun elementit asennetaan paikoilleen. Myös elementtien saumatiivisteet eristävät hyvin kosteuden pääsyä saumojen
 väliin. Kuvassa 12 näkyy tehdasasenteiset muovit SW-elementin villatilassa ja kumisaumatiiviste päällä.



Kuva 12. SW-elementtien villatila suojataan jo tehtaalla.

Villakerroksen suojaamisen lisäksi ikkunat ovat asennettuna valmiiksi SW-elementtiin, koska kyseessä on korkea kohde ja ikkunoiden asentaminen jälkeempään olisi haasteellista ja vaarallista. Ikkunat ovat ulkopuolelta kitattuina ja peltitettyinä. Ikkunoiden ollessa valmiiksi asennettuna SW-elementteihin, ne edistävät

kerroksen vesitiiveyden saantia ja lämmöneristävyyttä nopeammin, kuten työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa on todettu.

5.3.3 Porrashuone

Hyperionin runkotyövaiheen aikana porrashuone toimii kulkureittinä aina ylemmän holviin ja nousee ylös rungon mukana, jonka takia siihen on vaikea asentaa väliaikaista vesikatkoa, esimerkiksi kansia tai muuta vastaavaa menetelmää, jolla saataisiin suljettua porrashuonetta ylhäältä. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa oli alustavasti tarkoitus suojata porrashuonetta nostettavalla katoksella. Väliaikaisen rakenteen asentaminen hidastaisi runkotöitä ja samalla tukkisi ainoan kulkureitin holville. Porrashuone on alttiina vesi- ja lumisateille koko ajan, kunnes vesikatto on asennettuna.

Porrashuoneessa veden valumisen estämiseksi alempiin kerroksiin on tehty siten, että portaiden sauma kohtiin on asennettu pohjanauhaa ja sen alle väliseinärangat, jotka on kiinnitetty seinään betoniruuville ja tiivistysmassalla tiiveyden pitämiseksi. Vesi ja sulanut lumi valuvat pitkin väliaikaiseen putkeen, joka ohjaa vedet alimpaan kerrokseen ja sieltä ulos rakennuksesta. Putkilinjasto ja väliseinäranka systeemi nousee rungon mukana. Kuvassa 13 ja 14 näkyy porrashuoneessa käytettyä menetelmää, joka on toiminut tähän asti hyvin estäen suuren määrän vettä pääsemästä alas.



Kuva 13. Väliseinärangan avulla ohjataan vedet väliaikaiseen putkilinjastoon, joka vie veden pois rakennuksesta.



Kuva 14. Pohjanauhan läpi pääsevä vesi ohjautuu alla asennetun väliseinäransasteemin avulla putkilinjastoon.

5.3.4 Hissikuilu

Hissikuilu on alttiina vesi- ja lumisateelle koko runkotyövaiheen ajan, kunnes vesikatto on tehty. Hissikuilusta siirretään muottikalustoa ja muuta tavaraa alemmasta kerroksesta aina seuraavaan kerrokseen torninosturin avulla, jonka takia sinne on vaikea asentaa mitään väliaikaista rakennetta, joka sulkisi hissikuilua kokonaan.

Hissikuilun kosteudenhallintaan käytetään menetelmää, joka on käytetty Ruotsissa menestyksekkäästi. Menetelmä on käytetty korkeiden rakennuksien rakentamisessa, jossa lopullista hissiä päästään käyttämään jo rakennusvaiheessa. Hissikuiluun asennetaan teräsrakenteinen taso perinteisen vaneritason sijasta. Teräsrakenteisen tason päälle asennetaan vaneria ja vesitiivis rakenne millä saadaan hissikuilua ja lopullista hissiä suojattuun ulkopuolisilta kosteuslähteistä. Tassossa on kaato ja ohjaa vedet rakennuksen väliaikaiseen viemäriin. Kyseinen menetelmä toimii kosteudenhallinnan lisäksi suojana mahdollisesti ylempää tippuvilta esineiltä. Tasoa nostetaan vaiheittain rungon mukana, jonka mukana hissi nousee. Kuvassa 15 on esitettyä kyseistä menetelmää työmaalla toteutettuna.



Kuva 15. Hissikuiluun asennettu taso vedeneristyksellä.

5.3.5 Hormi (talotekniikkaelementti)

Kohteessa käytetään talotekniikkaelementtiä hormoneissa, joka sisältää erilaisia talotekniikkäläpivientejä. Hormissa on laitettu valmiiksi tulpat läpivientiputkiin tehtaalla. Tulppaus ei estä kokonaan veden pääsyä ja tulpat voivat myös irtoa helposti. Hormi asennetaan jokaisessa kerroksessa ja on aina alttiina sateille sen hetkisessä holvintekovaiheessa.

Hormi suojataan laittamalla kannet hormin päälle ja huputtamalla muovisella materiaalilla holvin tekoaikana. Alemmissa kerroksissa hormien saumat kitataan tiivistysmassalla, kuten kuvassa 16. Näin voidaan estää veden pääsy ylhäältä valumaan alas. Hormien pystyjakojohtoihin on asennettu myös vuodonilmaisimet, jonka avulla voidaan havaita mahdolliset vuodot vesijohdoissa. Vuodonilmaisimet asennetaan kerroksittain hormoneihin, kun liitokset on tehtyinä hormoneissa kulkeviin linjoihin. Kuvassa 17 näkyy vuodonilmaisimien hormin vesilinjaan asennettuna.



Kuva 16. Hormi kulkee jokaisessa kerroksessa samaa linjaa pitkin. Saumakohtat on kitattu umpeen, jotta hormi olisi vesitiivis.



Kuva 17. Jokaisen kerroksen pystyjakojohtoihin asennetaan vuodonilmaisimet.

5.3.6 Työaikainen käyttövesi

Vesivahingon riskin pienentämiseksi työmaalla käytetään vesipisteillä palloventtiilihanoja, jossa on jousipalautus. Jousipalautus toimii siten, että venttiili on perusasennossa suljettuna ja avautuu vipua vääntäessä. Jousipalautuksella toimivat palloventtiilihanat estävät tilannetta, jossa hana on jätetty auki, kun vettä ei ole tullut sillä hetkellä.

Jousipalautuksen lisäksi työmaalla on magneettiventtiilijärjestelmä, joka katkaisee automaattisesti vedentuloa sille säädetylle ajalle. Järjestelmä sulkee kokonaan vedentulon, jonka avulla vähenee huomattavasti vesivahingon riski. Järjestelmää voidaan säätää tarvittaessa kauko-ohjattavasti ja siitä vastaa työmaan vedenhallintaan nimetty henkilö. Kuvassa 18 on kuvattuna työmaalla käytettäviä palloventtiilihanoja jousipalautuksella.

Vesipisteiden luona olisi tyypillisesti hyvä laittaa vesiastia ja niin myös vaaditaan kosteudenhallintasuunnitelmassa, mihin ylimääräinen valuma vesi tippuisi, mutta työnjohtajan kokemuksen mukaan vesiastiassa on enemmän haittaa kuin hyötyä, sillä usein vesiastian ollessa täynnä se tuo hankaluuksia tyhjentämisessä sekä pahimmassa tapauksessa vesiastian tippuessa iso vesimäärä pääsee rakenteisiin. Siksi jokainen vettä tarvitseva ottaa sen määrän mitä tarvitsee.

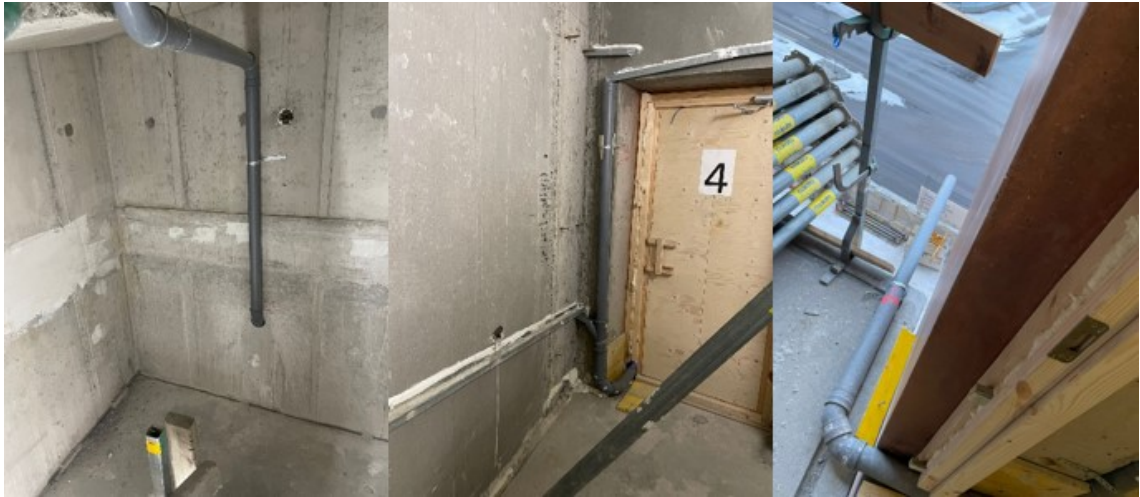


Kuva 18. Jokaisen kerroksen vesipisteessä on palloventtiilihana jousipalautuksella.

5.3.7 Väliaikainen viemäri linja

Runkotyövaiheessa yleensä lopullista viemäriä käytetään hyödyksi veden pois ohjaamiseen rakennuksesta tai tekemällä väliaikaista viemäri linjaa, joka ohjaa vedet parvekkeiden tai muun reitin kautta ulos rakennuksesta. Tässä kohteessa haastetta tuo se, että asuntojen viemäreiden etäisyydet ovat kaukana toisistaan aiheuttaen liian paljon kiertämistä tehdessä väliaikaisia viemäri linjoja ja lopullinen viemäripumppaamo sijaitsee viereen rakennettavassa parkkihallissa, joka valmistuu myöhemmin, jonka takia vedet eivät ohjautuisi mihinkään, jos lopullista viemäriä käytettäisiin.

Ratkaisuksi holvilta pääsevän veden pois ohjaamiseen on tehty kaksi väliaikaista vedenpoistoreittiä, jonka avulla saadaan pääsevät vedet pois rakennuksesta. Kuvassa 19 näkyy molemmat veden pois ohjauksen reitit. Porrashuoneessa on asennettuna putkiliinjasto, joka alkaa alimmasta kerroksesta ja menee ylöspäin rungon mukana. Vedet valuvat ylhäältä suoraan putkiliinjaa pitkin alimpaan kerrokseen, jossa putki heittää vedet ulos rakennuksesta. Toinen väliaikainen vedenpoistoreitti on asennettu rakennuksen hätäpoistumishuoneeseen, joka etenee samalla tavalla kuin porrashuone. Jos holvilta päässyt vesi ei ohjaudu väliaikaiseen viemäriin niin työmaalla on välineet kerroksen kuivaamiseen, kuten kuivauslastat ja vesi-imurit valmiina sitä varten. Vesi-imurilla saadaan poistettua vedet paikoista mihin veden ei kuuluisi päästä.



Kuva 19. Putkiliinjastot kasvatetaan rungon mukana ylöspäin.

6 Tulokset

Työn tarkoituksena oli selvittää mitä rakennusaikaisia kosteudenhallintamenetelmiä käytetään tutkimuskohteessa. Työssä haastateltiin sisätöiden työnjohtajaa, joka on toteuttanut kyseiset menetelmät kohteessa ja niiden toimivuutta seurattiin kuukauden ajan.

Menetelmien seurannassa seurattiin, kuinka käytössä olevat menetelmät toimivat. Kuukauden aikana oli erilaisia säitä etenkin lumisateita, jotka sitten muuttuivat vedeksi ylimmällä holvilla pyrkien alempiin kerroksiin valumavesinä. Porrashuone, hissikuilu ja läpivientiaukot olivat eniten alttiina sateille ja niissä pystyi todeta, parhaiten kuinka käytössä olevat menetelmät eristivät hyvin alempia kerroksia kosteudelta ohjaten porrashuoneesta ja hissikuilusta vedet väliaikaiseen vedenpoistoreittiä pitkin ulos rakennuksesta.

Seurannan jälkeen käytiin keskustelua kohteen kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa näistä menetelmistä ja mihin asioihin pitäisi keskittyä enemmän. Keskustelussa kävi ilmi, että SW-elementtien villatilan suojaaminen kosteudelta on pitkään ollut ongelmana runkotyövaiheissa eri työmailla ja siihen on jokaisen kiinnitettävä huomiota enemmän. Tämän lisäksi kohteesta riippuen olisi hyvä saada rakennuksen kaivot käyttöön, jotta vedet saataisiin rakennuksen lopullisen viemäriin pitkin pois rakennuksesta. Tässä kohteessa on haaste se, että kaivot eivät vedä mihinkään, koska jätevesipumppaamo tulee myöhemmin alla olevan parkkihallin valmistuttua. Kohteessa on tehty kaksi väliaikaista vedenpoistoreittiä, josta saadaan vedet ohjattua pois rakennuksesta. Eli tärkeää on saada lopullista viemäriin käyttöön mahdollisimman nopeasti, jotta välipohjiin tulevat vedet saadaan myös pois huoneistojen kaivojen kautta. Kosteudenhallintakoordinaattorin mukaan kohteessa olevat menetelmät ovat erittäin toimivia ja yksinkertaisia, jolla voidaan ehkäistä vesivahinkojen syntyä. Taulukossa 1 on kirjattu menetelmien etuja ja huonoja puolia.

Taulukko 1. Edut ja riskit-luettelo tutkimuskohteen menetelmistä.

Kohde	Edut	Riskit	Riskien ennaltaehkäisy
1. Läpivientiaukot (s.31)	- Toimii vesikatkona kerrokselle - Toimii putoamissuojana	- Tiivistymassan rikkoontuminen	- Rutiiniomainen tarkastus esim. TR-mittauksen yhteydessä
2. Porrashuone (s.34)	- Vesi ohjautuu väliseinärunkaa (kourua) pitkin putkilinjaan ja ulos rakennuksesta	- Jonkun täytyy aina jatkaa kourujen asentamista ja putkilinjan kasvattamista rungon edetessä (resurssin puute) - Putkilinjan tai kourun vaurioituminen	- Riittävät resurssit kosteudenhallintamenetelmien toteutukseen - Rutiiniomainen tarkastus esim. TR-mittauksen yhteydessä
3. Hissikuilu (s.36)	- Lopullisen hissin käyttöönottona - Toimii vesikatkona alemmille kerroksille	- Vesieristeen rikkoontuminen	- Hissikuilun oven sulkeminen väliaikaisella rakenteella, jotta taso pysyy ehjänä
4. Talotekniikkaelementti (s.38)	- Valumavedet eivät pääse alempiin kerroksiin - Vuodonilmaisimen ilmoittaa mahd. vuodoista	- Puutteellinen hormin suojaus ylimässä holvissa - Hormin vesilinjan vuotaminen	- RU työnjohtaja valvoo hupun asentaminen - Vuodonilmaisimen asentaminen pystyjakojohtoihin.
5. SW-elementti (s.32)	- Villatilan kuivana pysyminen - Ikkunat nopeuttavat kosteudeneristämistä ja lämmöneristävyttä	- Villatilan puutteellinen suojaus	- RU työnjohtaja valvoo villatilan suojausta
6. Työaikainen käyttövesi (s.40)	- Hana sulkeutuu heti käytön lopettamisen jälkeen - Vedentulon aikaa voidaan säätää kauko-ohjattavasti	- Holtiton vedenkäyttö - Puutteellinen perehdytys työmaan käyttövedestä	- Vastuhenkilö työmaa käyttövedelle - Työntekijöitä perehdytetään käyttövedestä
7. Väliaikainen/lopullinen viemäriinija + erilaiset työkalut kosteuden poistamiseen (s.41)	- Veden pois ohjaaminen rakennuksesta varmistettu 2 väliaikaisella veden poisto reitillä ja huoneistojen kaivoilla - akuutti tilanteita varten vesi-imuri ja kuivauslastat työmaalla	- Kaivojen tukkeutuminen - Viemäriinija liitosten pettäminen tai rikkoutuminen	- Putkilinjat on sijoitettu näkössä mahd. vuotojen havaitsemiseen - Kuivauslastan ja vesi-imurin saatavuus - Rutiiniomainen tarkastus esim. TR-mittauksen yhteydessä

Pitää muistaa, että rungon kastuminen ja kuivattaminen on kustannukseltaan suurempi, kuin rungon kuivana pitäminen. Seuraaviin asioihin on aina pyrittävä rungon kastumisen vähentämiseksi:

- rungon nostaminen mahdollisimman nopeasti ylös, jolloin seuraava kerros toimii ”vesikattona” edelliselle kerrokselle.
- veden valumisen estäminen ylemmiltä holveilta alas, sulkemalla läpivientiaukot vesitiiviiksi ja suojaamalla SW-elementtien eristetilaa valumavesiltä
- ulkoseinien välisten liitosten huolellinen teko
- elpo-hormien tiiveyden varmistaminen saumakohdista ja tulppaukset

- ikkunalasiin suojaaminen likaantumiselta
- lumen poisto mekaanisesti holvilta, ei sulattamalla
- veden poisto holvilta mahdollisimman pian esim. kuivauslastalla ja vesi-imurilla
- tekemällä väliaikaisia viemäröintiä välipohjiin (LV-urakoitsijan kanssa sovittava)
- työmaan käyttöveden valvonta
- hissikuilun ja porrashuoneeseen pääsevän veden pois ohjaaminen erilaisilla menetelmillä.

Myös rakennusmateriaalien suojaaminen kosteudelta on tärkeässä roolissa rakennusaikaisessa kosteudenhallinnassa ja sitä voidaan vähentää:

- vaatimalla toimittajilta kuljetuksen aikaista sääsuojaa
- noudattamalla materiaalin valmistajan ohjeita varastoinnin suhteen
- laittamalla aluspuut materiaalin alle
- täsmätoimituksilla
- hyvällä logistiikkasuunnittelulla
- sääsuojien käyttäminen keskeneräisissä rakenteissa
- huolellisella suunnittelulla työvaiheittain.

Vesivahingot voivat sattua aina vaikka on, kuinka varautunut niihin. Siksi on tärkeää, että:

- työmaahenkilöstöä valistetaan veden holtittoman käytön seurauksista, jos pääsee rakenteisiin
- painevesiverkosto liitoksien varmistaminen (LV-urakoitsijan vastuussa)
- työmaakäyttöveden sulkeminen yöt ja viikonloput
- akuutti tilanteita varten vesi-imurin nopea saatavuus työmaalla
- akuutti tilanteita varten kuivatuslaitteiden nopea saatavuus.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyötä tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle, työn taustana oli selvittää korkea rakentamisen kosteudenhallintamenetelmiä rakennusaikana, koska korkea rakentaminen eroaa normaali kerrostalo rakentamisesta sen verran, että sisätyövaiheet alkavat, vaikka vesikattoa ei ole vielä tehty ja siihen tarvitsee erilaisia menetelmiä, jotta voidaan minimoida kosteuden pääsyä sisätyövaiheissa oleviin kerroksiin.

Rakennusaikainen kosteudenhallinta ei ole vain työmaalla tapahtuva toimenpide, se alkaa jo varhaisessa vaiheessa rakennuttajan asettamiin laatutavoitteisiin hankkeensuunnitteluvaiheessa. Nämä laatutavoitteet ohjaavat suunnittelijoiden kosteusteknisten valintoja ja suunnittelua. Suunnittelijoiden on huomioitava kohteen vaativuutta rakennusaikaisen kosteudenhallinnan näkökulmasta, kun kyseessä on erittäin vaativa kohde (korkea rakentaminen). Työmaalla laaditaan kosteudenhallintasuunnitelmaa, joka pohjautuu kosteudenhallintaselvityksestä. Kosteudenhallintasuunnitelman avulla voidaan varmistaa, että rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan liittyviä asioita on selvitetty ja tutkittu, jotta voidaan toteuttaa kosteusteknisesti toimiva ja kosteusvarma rakennus.

Työssä oli tavoite selvittää, kuinka voidaan estää kosteuden pääsyä alempiin kerroksiin runkotyövaiheen ollessa käynnissä. Menetelmien toteutuksesta vastasi sisätyöiden työnjohtaja, jolla on vankka kokemus rakennusaikaisesta kosteudenhallinnasta. Menetelmät olivat yksinkertaisia toteuttaa, mutta erittäin tehokkaita rakennuksen kuivana pitämiseen ja työmaan käyttövedelle on nimettyä vastuuhenkilö, joka valvoo käyttövedenhallintaa. Rakennuksen edetessä ylöspäin, täytyy jokaisen työnjohtajan noudattaa samaa kaavaa, jolloin voidaan varmistaa kosteusteknisesti onnistuneen rakennuksen saamista.

Kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa käydyn keskustelun jälkeen, selvisi, että tutkimuskohteessa käytetyt menetelmät on käytetty muissakin samantapaisissa kohteissa ja ovat toimivia sekä niiden avulla voidaan huomattavasti vähen-

tää rakennusaikaisia kosteusvahinkoja. Esiin nostettiin menetelmää, joka käytetään hissikuilussa ”Crash deck”. Menetelmää on käytetty Skanskan työmailla Ruotsissa, jossa rakennettiin tornitaloa. Menetelmä oli siellä menestyksekkäs ja nyt saatiin se käyttöön meidän tutkimuskohteessamme. Menetelmien lisäksi olisi hyvä ottaa kosteudenhallintaa enemmän osaksi työmaan työntekijöiden perehdytystä.

Korkea rakentamisen yleistyessä Suomessa täytyy myös kosteudenhallintaa kehittää jatkuvasti, sillä kosteusvahinkojen seuraukset ovat painavampia kuin pientaloissa aiheuttaen suuria rahallisia kustannuksia ja aikataulu viivästyksiä. Siihen olisi hyvä ratkaisu, kun olisi työmaalla varattuna rahaa näiden menetelmien tekoon työntekijä, sillä nyt kosteudenhallintamenetelmien teko vie yhden työntekijän päivän työt tehdessä asennuksia yms. Paras tapa välttää erilaisista kosteusvahingoista on ottaa ne mahdollisimman varhaisessa hankesuunnitteluvaiheessa huomioon. Silloin voidaan reagoida mahdollisimman aikaisin ja selvittää ratkaisua, kuinka välttää vahingoilta. Liitteessä 2 on yhteenveto tutkimuskohteesta pohjapiirustuksen muodossa.

Lähteet

- 1 Airaksinen, Miimu. ym. 2011. RIL 250-2020 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 2 Asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>>. Luettu 11.1.2022
- 3 Mikkola, Jari. 2018. Kuivaketju10 rakennushankkeen kosteudenhallinnan toimintamallina. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 4 Teriö, Olli. Hämäläinen, Jari. 2017. Kestävä rakentaminen
- 5 Jalonen, Lauri. 2021. Rakennusvaiheen kosteudenhallinnan toimintamallin kehittäminen. Diplomityö. Tampereen yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu. Trepo-tietokanta
- 6 Niemelä, Tero. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 7 Sisäilmayhdistys ry. 2008. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuslahteet>
- 8 Halonen, Niko. 2014. Kerrostalon rungon rakennusaikainen kosteudenhallinta. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 9 Elo, Samuli. 2017. Nopeasti kuivuvat betonit. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 10 Turunen, Timo. 2019. Toimintamalli kosteudenhallintaan rakennushankkeessa. Diplomityö. Tampereen yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu. Trepo-tietokanta.
- 11 Kuivaketju10. 2022. Verkkoaineisto. RALA ry. <<https://kuivaketju10.fi/>>. Luettu 15.1.2022
- 12 <<http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/vaelipohjat/paikalla-valettu-vaelipohja>>. 2021. Verkkoaineisto. Luettu 22.1.2022
- 13 <<https://www.haucon.fi/tuotteet/talvisuojaustarvikkeet/422/haucon-lumen-nostopeite-lumikassi>>. 2022. Verkkokauppa. Luettu 1.2.2022

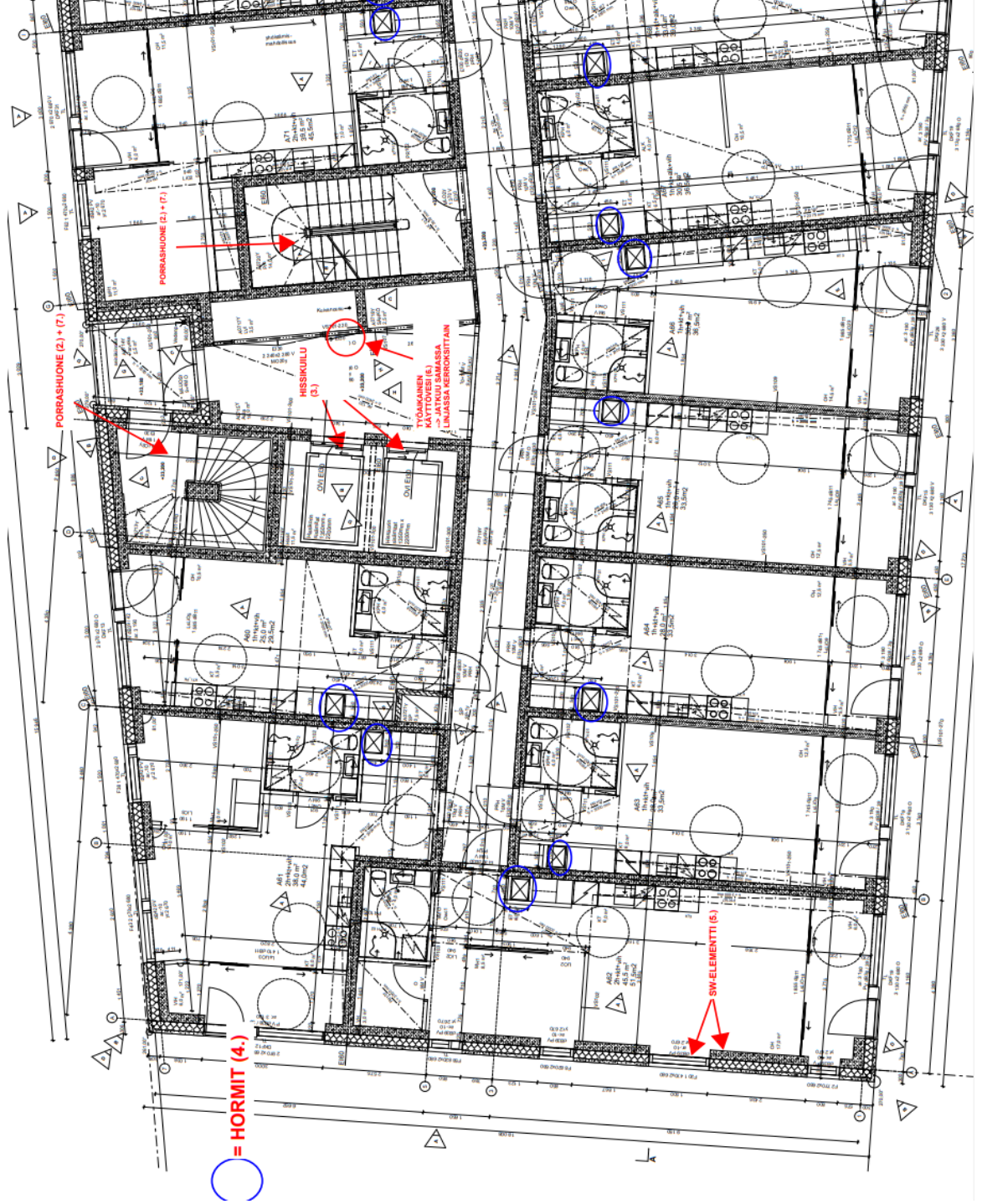
- 14 Jyry Silvennoinen. 2021. Rakennusaikaisen käyttöveden hallinta kerrostalorakentamisessa. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 15 <<http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/suojaus/rakenteiden-suojaus-kosteudelta>>. 2021. Verkkoaineisto. Luettu 4.3.2022
- 16 <<http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/suojaus/materiaalien-suojaus>>. 2021. Verkkoaineisto. Luettu 20.2.2022
- 17 <<https://www.rakennuslehti.fi/2021/10/skanska-urakoi-saksalaisrahastolle-33-kerroksisen-tornitalon-ja-kuittaa-urakasta-68-miljoonaa/>>. 2021. Rakennuslehti. Verkkoaineisto. Luettu 3.1.2022
- 18 Matti Tuunainen. 2020. Korkean rakentamisen haasteet sisävalmistusvaiheessa. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 19 <<https://yle.fi/uutiset/3-10670308>>. 2019. Kalasatamassa vesivahinko. YLE. Verkkoaineisto. Luettu 17.1.2022
- 20 <<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/media/uutiset/251640/Skanska-toteuttaa-24kerroksisen-tornitalon-Union-Investmentin-hallinnoimalle-rahastolle-Helsinkiin>>. 2021. Skanskan sivusto. Verkkoaineisto. Luettu 24.12.2021

Haastattelukysymykset

1. Minkälaisilla menetelmillä voidaan estää veden pääsyä holvilta valmiisiin kerroksiin?
2. Mitkä ovat etuina kyseisessä menetelmissä, entä huonot puolet?
3. Miten rakennukseen pääsevä vesi ohjataan pois ja mitä toimenpiteitä, jos vesi pääsee kumminkin holvilta?
4. Millä menetelmillä ehkäistään ja varmistetaan, että työmaa-aikainen vesi ei aiheuta vesivahinkoja?

TUTKIMUSKOHDE (HYPERION)
 TIVIN RAKENUSVAIPAN SAAMISEKSI JA VEDEN
 PÄÄSYN ESTÄMISEKSI YLIMMÄLTÄ HOLVILTA
 ALAS, NÄMÄ RATKAISUT OVAT SUOSITELTAVIA
 UUTEEN KERROKSEEN EDESSÄ:

1. PAIKALLA VALETULLA HOLVILLA SAADAAN
 TIVIT SAUMAT JA VÄLIPOHJA
2. LÄPIVIENTAUKKOJEN TUUKKIMINEN VANERILLA
 JA TIVISTYMASSALLA HETI, KUIN SEURAAVA
 KERROKSEN HOLVITYÖT ALKAVAT
3. HISSIKUILUUN VESIKATKO, KÜTEN ESIM
 "CRASH DECK" 7. KRS VÄLEIN
4. HORMIEN HUOLELLINEN SUOJAUS JA
 SAUMOJEN KITTAUS HOLVITOIDEN JA
 KERROSTEN EDESSÄ, KUNNIES
5. SV-ELEMENTIN VILLATILAN SUOJAAMINEN
 HOLVITYÖVAIHEEN AIKANA, KUNNIES MENNÄÄN
 SEURAAVAAN KERROKSEEN, IKKUNAT
 PIDETTÄVÄ HYVÄSSÄ, KUNNOSSA
6. VÄLIAIKAISET VIEMÄRILINJAT JA KAIVOT
 VEDEN POIS OHJAAAMISEEN RAKENNUKSESTA
 ALEMMISSA KERROKSISSA
7. PORRASHUONEISSA KOURU SYSTEEMI, JOLLA
 VAHENNETÄÄN VEDEN PÄÄSYÄ ALEMPIIN
 KERROKSIIN. SYSTEEMI NOUSEE KERROKSIEN
 MUKANA.
8. HÄTÄTILANTEISIIN VESI-IMURIT JA
 KUIVAUSLÄSTÄT
9. LUMET MEKAANISESTI POIS HOLVILTA



○ = HORMIT (4.)