



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Severi Heiskanen

Kuivaketju10 osana kattoelementtien asennusvaihetta

Opinnäytetyö

Kevät 2024

Insinööri(AMK), Rakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri(AMK), Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Severi Heiskanen

Työn nimi alaotsikoineen: Kuivaketju10 osana kattoelementtien asennusvaihetta

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2024

Sivumäärä: 24

Liitteiden lukumäärä: 6

Opinnäytetyössä käsitellään lyhyesti kosteusvaurioita rakennusvaiheessa sekä aiheeseen liittyvän Kuivaketju10 toimintamallin periaatteet, joista erityisesti keskitytään työmaalla tapahtuvaan kosteuden hallintaan ja Kuivaketju10 toimintatapaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli parannella kohdeyrityksen asennussuunnitelmaa ja itselleluovutuksen asiakirjaa kosteudenhallinnan osalta siten, että molemmat tukisivat Kuivaketju10 mukaista toimintamallia.

Lopputuloksena asennussuunnitelmaan lisättiin kosteudenhallintaa sisältävä osio ja itselleluovutuksen asiakirjaan lisättiin riskilistan ja todentamisohjeen mukainen tarkistuslista, jolla voidaan varmistua siitä, että kohdeyrityksen tuotteet ovat kosteusteknisesti toimivia, ja asiakkaalle voidaan toimittaa todentamisasiakirjat kohteen kosteudenhallinnasta.

¹ Asiasanat: ylläpito, toimintamallit, puu, kosteudenhallinta, todentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Severi Heiskanen

Title of thesis: Operation model for the construction assembly of roof elements

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year:2024

Number of pages:24

Number of appendices:6

The thesis briefly discussed moisture damage during the construction phase and the principles of the related operating model Kuivaketju10, with a special focus on moisture management and Kuivaketju10 operating method.

The main goal of the thesis was to improve the installation plan of the target company and the handover documentation regarding moisture management, in a way that both would support the Kuivaketju10 approach.

As a result, a moisture management section was added to the installation plan and the risk list and verification instructions were added to the handover document. To ensure that the target company's products were moisture-technically functional. The handover document also function as proof document, so that the product is moisture-technically functional and it is simple to send to a customer.

¹ Keywords: maintenance, operating model, timber, moisture management, authentication

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva- ja Kuvioluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Opinnäytetyön tausta	8
1.2 Miksi Kuivaketju10 on olemassa	9
1.3 Tavoitteet	10
1.4 Toimeksiantaja	10
2 KUIVAKETJU10 MENETELMÄNÄ	11
2.1 Kuivaketju10.....	11
2.2 Suunnittelu	11
2.3 Toteutus ja dokumentointi	12
2.4 Ylläpito	12
2.5 Vastuut	12
2.6 Perehdytys	13
2.7 Olosuhdehallinta.....	13
2.8 Käyttöönotto	14
2.9 Käyttö	14
2.10 Riskit Kattoelementeille	16
2.11 Riskilistan kohta 3	16
2.12 Riskilistan kohta 4	18
3 KUIVAKETJU10 OSAKSI ASENNUS- JA ITSELLELUOVUTUSSUUNNITELMAA.....	19
3.1 Olosuhdehallinta.....	19
3.2 Välivarastointi	19
3.3 Työmaa-aikainen sääsuojaus.....	19
3.4 Reikä	20
3.5 Itselleluovutus.....	20

4 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	21
LÄHTEET	22
LIITTEET	24

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Rästään aluslaudoituksen homevaurio. **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**7

Kuvio 1. Riskilista..... **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**6

Käytetyt termit ja lyhenteet

Tilaaja	Tilajalla tarkoitetaan yritystä tai yksityistä tahoa, joka ostaa kohdeyrityksen tuotteita.
Kuivaketju10	Kuivaketju10 on kymmenen kohdan toimintamalli, joka ehkäisee kosteusvaurioiden syntymistä rakennuksen elinkaaren aikana.
Loiva katto	Katto, jonka kattokulma on 1:80-1:10.
Jyrkkä katto	Katto, jonka kattokulma on vähintään 1:10.
Rakenteen käyttöikä	Rakenteen käyttöikä määräytyy siinä käytettävien materiaalien käytöstä.
Kosteusteknisesti toimiva	Sisäinen tai ulkoinen kosteus ei pysty vaurioittamaan rakennuksen rakenteita.
Rakenne	Eri materiaaleista tehty kokonaisuus.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Siikanen (2014, s. 65) määrittelee kosteuden siten, että kosteus tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, kiinteässä tai nestemäisessä muodossa. Kosteus ilmoitetaan aina prosentteina, joka kuvaa aineeseen sitoutuneen kosteuden massan suhdetta aineen massaan.

Siikasen (2014, s. 65-66) mukaan meitä ympäröivä ilma, sekä kaikki huokoiset materiaalit ja rakenteet sisältävät normaalioloissa kosteutta, jonka määrä riippuu materiaalin ominaisuuksista, sekä ilman kosteudesta ja lämpötilasta. Hänen mukaansa rakenteisiin saattaa joutua ylimääräistä kosteutta rakentamisen ja käytön yhteydessä. Olisi myös hyvä tarkastella rakenteiden toimivuutta muuttuvissa olosuhteissa riittävän pitkään, jotta niiden toimivuus antaisi todellista tietoa, yleensä vähintään vuoden (mp). Siikasen mukaan pitkään kosteana pysyvä rakenne aiheuttaa kosteusvaurioita, mutta mikäli rakenne on lyhytaikaisesti kostea ja pääsee hyvin kuivumaan, ei se yleensä aiheuta mikrobien kasvun alkamista. Hänen mukaansa kosteus ei sinällään aiheuta vaurioita, vaan vauriot ovat seuraus väärin suunnitellusta, toteutusta tai huolletusta rakenteesta.

Teriö ja Hämäläinen (2017, s. 54-55) kirjoittavat rakennusten kosteushaitoista, joille rakennus altistuu jo rakennusaikana. He (s. 55) listaavat merkittävimiksi kosteuden lähteiksi esimerkiksi sateen, valuma- ja sulamisvedet, betonin rakennuskosteuden ja maan ja ilmankosteuden. Näiden kosteushaittojen kuivattaminen vaatii usein aikaa, sekä esimerkiksi väliaikaisia sääsuojia, pumppuja, salaojia tai muita rakenteellisia keinoja.

Teriön ym. (2017, s. 64) mukaan liian pitkään jatkuva kosteusvaurio altistaa rakennuksen myöhemmin mikrobivauriolle, mikäli kosteutta ei poisteta ajoissa. Mikrobivauriot ovat usein haitallisia terveydelle ja niiden haitallisuus voi heidän mukaansa johtua joko mikrobeista itsestään, tai niiden tuottamista itiöistä, soluista, hiukkasista tai kaasuista. Tehokkain keino mikrobivaurioiden ehkäisyyn on rakennusten kunnon seuranta ja mahdollisten kosteusvaurioiden korjaus mahdollisimman nopeasti.

Niemelä (2014, s. 7), mainitsee kirjassaan, että kosteusvaurioihin vaikuttaa edellä mainittujen lisäksi myös oleellisesti aika, lämpötila, sekä kosteudelle altistuneen materiaalin

ominaisuudet. Materiaalit kuten kiviainepohjaiset tuotteet, kestävät pidempää altistumista kosteudelle. Niemelän mukaan on kuitenkin hyvä muistaa, että yksittäinen rakenneosaa voi kestää hyvinkin kosteutta, mutta muut osat eivät välttämättä ole yhtä kosteuden kestäviä. Hän (s. 8) mainitsee myös, että sideaineet, kuten liimat, voivat aiheuttaa kemiallisia reaktioita rakenteessa kosteuden vaikutuksesta. Niemelän mukaan kosteuslähteinä rakennuksessa ovat rakennuksessa tapahtuva toiminta ja ympäristö sekä sääolosuhteet. Hän korostaa, että työmaa-aikaisen kosteudenhallinnan kannalta on tehokkaampaa hallita olosuhteita sekä valita sopivat menetelmät kuin kuivattaa jo kastuneita rakenteita. Niemelän mielestä on myös ensiarvoisen tärkeää ymmärtää, mitkä rakennusvaiheet tai materiaalit vaativat erityisesti suojausta.

1.2 Miksi Kuivaketju10 on olemassa

Vuonna 2013 eduskunta laati kirjelmän, jossa he edellyttivät hallitusta ryhtymään toimenpiteisiin rakentamisen ohjauksen ja neuvonnan uudistamiseksi (Tarkastusvaliokunta, 2013, s. 1). Eduskunta edellytti hallitusta luomaan uuden toimivan ohjaus- ja neuvontajärjestelmän rakennuksen elinkaaren mittaiselle kosteudenhallinnalle. Kirjelmässään eduskunta edellyttää myös hallitusta etsimään tosiasialliset keinot rakennusten terveellisyyttä koskevien säännösten noudattamiseen, rakennusten valvontaan, dokumentointiin sekä todentamiseen rakennuksen eri työvaiheissa.

Vuonna 2017 ympäristöministeriön julkaisemassa asiantuntijalausunnossa kerrotaan Ympäristöministeriön ja Oulun Rakennusvalvonnan yhteisestä hankkeesta, jota kutsutaan nimellä Kuivaketju10 (Ympäristöministeriö, 2017). Hankkeessa on luotu rakennusvalvonnalle kopioitavat menettelytavat rakennusaikaisen kosteudenhallinnan varmistamiseksi. Ohjeissa on laadittu selkeät ohjeet ja yhteistoiminnan malli kaikkiin osioihin sekä vaiheisiin rakennushankkeessa. Toimintamalli lanseerattiin käyttöön 2017 keväällä.

1.3 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana toimii yrityksen tarve parantaa kosteudenhallintaa kattoelementtien asennusvaiheessa työmaalla. Kosteudenhallinta olisi osa asennussuunnitelmaa ja tulisi käyttöön työmailla, joissa halutaan parantaa kosteudenhallintaa ja sen todentamistapoja.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kohdeyritykselle Kuivaketju10 mukainen kosteudenhallintasuunnitelma katto- ja tukiseinäelementtien asennukselle sekä valmiille tuotteelle. Kosteudenhallintasuunnitelmaa on tarkoitus hyödyntää kohdeyrityksessä. Suunnitelma luodaan yhdessä yrityksen henkilöstön kanssa.

Kosteudenhallintasuunnitelman käyttö alkaa kohdasta, jossa kattoelementeistä on tehty muovilla suojattu paketti hallin kuivissa ja lämpötilaseuratuissa olosuhteissa. Edellä mainitusta hetkestä eteenpäin elementit ovat sään armoilla, kunnes lopulta elementit toimivat sääsuojana eli kattona rakennukselle.

1.4 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Nordic Waterproofing. Suomessa kohdeyrityksen toiminta kantaa nimeä Kerabit Oy. Yritys valmistaa kaikentyyppisiä puurakenteisia kattoelementtejä.

Elementit valmistetaan tehdasolosuhteissa ja ne kuljetetaan tehtaalta suoraan rakennustyömaalle ja asennetaan kohteeseen (Kerabit, i.a.). Tällä ratkaisulla minimoidaan työmaalla käytetty aika. Säälle alttiit kattotyöt pystytään toteuttamaan nopeasti. Jopa 1000 m² vedenpitävää kattopinta-alaa pystytään tekemään päivässä, eikä materiaaleja tarvitse varastoida pitkään työmailla. Elementtien avulla saadaan myös suojattua nopeasti kohteen alapuoliset rakenteet.

2 KUIVAKETJU10 MENETELMÄNÄ

2.1 Kuivaketju10

Rakennusprojektin kosteudenhallintaan on luotu toimintamalli, jota kutsutaan nimellä Kuivaketju10 (Laitinen, i.a.). Kyseisellä toimintamallilla torjutaan rakennuksen koko elinkaaren ajan kosteusriskejä. Toimintamalli koostuu Kuivaketju10 riskilistasta ja todentamisohjeesta. Riskilista pitää sisällään kymmenen kosteusriskiä, joiden avulla pystytään ehkäisemään kahdeksankymmentä prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. Kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi tehdyt toimenpiteet pitää pystyä todentamaan luotettavasti ja ymmärrettävästi. Tähän avuksi on luotu Kuivaketju10 todentamisohjeet.

Toimintamallin toteutusta helpottamaan on luotu sähköinen kk10.rala.fi -järjestelmä (Laitinen, i.a.). Järjestelmä sisältää kaikki toimintaohjeet ja se helpottaa hankkeen osapuolten tiedonvaihtoa. Järjestelmän käyttö mahdollistaa kohteen rakentamisen aikaisen RALA Kuivaketju10 -statuksen myöntämisen.

2.2 Suunnittelu

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden tulee ottaa huomioon riskilista sekä heidän on pystyttävä todentamaan sen huomiointi (Rala, 2018c, s. 1-3). Eri osa-alueiden suunnittelijat tarkentavat riskilistaa ja todentamisohjeita rakennuksen erityispiirteitten osalta, jotta rakennuksen kosteusriskit pystytään hallitsemaan riittävän laajasti.

Kun suunnittelija on täydentänyt riskilistaan ja todentamisohjeeseen kohteen erityispiirteistä (Rala, 2018c, s. 1-3). Riskilista ja todentamisohjeet tulee käydä läpi urakoitsijan, kosteuskoordinaattorin ja muiden suunnittelijoiden kanssa. Suunnitelmien läpikäynnissä keskitytään suunnitelmien toteutuskelpoisuuteen. Valmiit riskilistat ja todentamisohjeet tulee hyväksyttävä lopuksi kosteuskoordinaattorilla.

2.3 Toteutus ja dokumentointi

Riskilistan riskikohtien toteutuksen dokumentointi jää urakoitsijan, kosteuskoordinaattorin tai kosteuskoordinaattorin valitseman pätevän henkilön hoidettavaksi kuitenkin niin, että dokumentoinnin kokonaisvastuu on vain yhdellä henkilöllä, joka kuuluu pääurakoitsijan työntekijöihin. (Rala, 2018g, s. 1-3). Dokumentoinnista pitää käydä ilmi, että riskikohta on toteutettu suunnitelmien mukaan.

Rakennusprojektin kosteuskoordinaattorilla tulee hyväksyttää dokumentoinnit (Rala, 2018b, s. 1-3). Koordinaattori kommentoi dokumentointia ja antaa korjauskehotuksen, jos näkee sen tarpeelliseksi.

Lopullisen todentamisen ja dokumentoinnin tekee pääurakoitsija ennen rakennuksen käyttöönottoa (Rala, 2018b, s. 1-3). Tämän jälkeen kosteuskoordinaattori tekee yhteenvedon kohteessa käytetyn Kuivaketju10-toimintamallin käytöstä. Mikäli kohteessa on onnistuneesti käytetty Kuivaketju10- toimintamallia, voidaan kohteelle hakea Kuivaketju10-statusta. Kuivaketju10-statuksen myöntää Rakentamisen Laatu RALA ry.

2.4 Ylläpito

Toimintamalli vaikuttaa rakennukseen koko sen elinkaaren ajan (Rala, 2018e, s. 1-3). Rakennukselle luodaan ylläpito-ohjeet kosteuskoordinaattorin ja suunnittelijoiden toimesta (Rala, 2018d, s. 1-3). Ylläpito-ohjeista pitää käydä ilmi kohteen riskikohdat ja niiden tarkistaminen sekä huoltotoimenpiteet. Rakennukselle luodaan myös kunnossapitojaksot, joissa käydään läpi tarvittavat toimenpiteet. Näillä toimenpiteillä varmistetaan, että rakennus säilyy kuivana ja terveenä koko elinkaaren ajan. Rakennus voi myös menettää Kuivaketju10-statuksen, jos ylläpitoimenpiteitä laiminlyödään. Jotta status säilyisi tulee toimintamallin käyttöä säännöllisesti tarkastella.

2.5 Vastuut

Tilaaaja päättää toteuttaa kohteen Kuivaketju10:n mukaan ja vaatii urakoitsijoita ja suunnittelijoita toteuttamaan kohdetta toimintamallin mukaisesti (Rala, 2018f, s. 1-3). Kuivaketju10-

toimintamallin käyttäminen pitää olla osa tarjouspyyntövaihetta eli tarjouspyynnöistä pitää käydä ilmi, että kohde tullaan toteuttamaan Kuivaketju10 mukaisesti.

Suunnittelijoiden ja kosteuskoordinaattorin vastuulla on perehdyttää pääurakoitsijan työmaaorganisaatio suunnitelmiinsa, sekä osallistuvat suunnittelualojaan koskeviin työmaakokouksiin (Rala, 2018g, s. 1-3).

Kuivaketju10:n toteutusvastuu työmaaolosuhteissa on pääurakoitsijalla, jonka tehtävinä rakennusprojektin aikana on perehdyttää urakoitsija ja tämän työntekijät Kuivaketju10:n mukaiseen toimintaan, sekä huolehtia olosuhdehallinnasta (Rala, 2018g, s. 1-3).

Onnistuneen toteutuksen työvaiheiden todentaminen ja dokumentointi kuuluu kosteuskoordinaattorin hyväksymälle, tarvittavat resurssit omaavalle henkilölle, mutta päävastuu kokonaisdokumentoinnista on pääurakoitsijalla (Rala, 2018g, s. 1-3). Toteutusten dokumentoinnin tarkistus on kosteuskoordinaattorin tärkeimpiä tehtäviä. Dokumentointi on suoritettava urakoitsijan tarkistuslistan mukaan.

2.6 Perehdytys

Perehdytyksessä tulee käydä ilmi seuraavat asiat (Rala, 2018g, s. 1-3). Työntekijöiden pitää tietää Kuivaketju10:n rakenne ja sen toimintaperiaate. Työt, joihin toimintamalli ottaa kantaa urakoitsijan tarkistuslistassa tai riskilistassa on käytävä työvaiheiltaan läpi, koska työvaiheet tullaan todentamaan onnistuneen toteutuksen takaamiseksi.

2.7 Olosuhdehallinta

Olosuhdehallintaa tuodaan esiin Kuivaketju10:n työmaatoteutuksen ohjekortissa (Rala, 2018g, s. 1-3). Materiaalien toimituksessa tulee suosia täsmällistä toimitusta, eli rakennustuotteet tuodaan työmaalle vasta sitten, kun niitä tarvitaan, eikä niitä varastoida työmaalla yhtään pidempään kuin tarpeellista. Materiaalien kuljetuksen aikainen suojaus on myös osa onnistunutta olosuhdehallintaa. Rakennusmateriaalit eivät saa kärsiä kosteusvaurioita kuljetuksen aikana sen enempää kuin työmaallakaan. Rakenteilla, joiden kastuminen voisi vaurioittaa koko rakennusta tulee olla rakennusaikainen suojausohje. Materiaalien ja rakenteiden sääsuoja tulee olla työmaalla työskentelevien työntekijöiden yhteinen asia.

Työvaiheet, jotka ovat arkoja olosuhteille tulee suorittaa sääsuojassa, koska muuten työn laatu ja rakennusmateriaalit voivat kärsiä sääolosuhteista (Kattoliitto ry, 2022, s. 11).

2.8 Käyttöönotto

Käyttöönoton ensivaiheessa Kuivaketju10:n rakennuksessa tehtävät ovat samat kuin työmaatoteutuksessa (Rala, 2018b, s. 1-3). Urakoitsijan tarkistuslistan avulla pääurakoitsija tarkistaa riskejä sisältäneiden työvaiheiden onnistumisen, sekä todentaa ja dokumentoi riskikohdat. Urakoitsijan tarkistuslista pitää sisällään myös käyttöönottoon sisältyviä riskejä, jotka tulee käydä läpi.

Käyttöönoton toinen vaihe koostuu arvioinnista (Rala, 2018b, s. 1-3). Arvioinnin tärkeimmät osat ovat kosteuskoordinaattorin tekemä seuranta ja siitä tehdyt raportit, sekä urakoitsijan tarkistuslistaan sisältyvät dokumentoinnit.

Kun hanke on pystytty tekemään Kuivaketju10-toimintamallin mukaan, voidaan kohteelle hakea Kuivaketju10-status (Rala, 2018b, s. 1-3). Statuksen saamiseksi kohteen tilausvaiheessa on pitänyt mainita, että kohde toteutetaan Kuivaketju10:n mukaan. Ilman mainintaa tilausvaiheessa ei kohteelle voida hakea Kuivaketju10-statusta.

Lopuksi kohteelle tehdään yhteenveto, jossa käydään läpi toimintamallin onnistuminen (Rala, 2018b, s. 1-3). Jos riskilistan riskikohtien toteutusta on jouduttu muuttamaan suunnitellusta, tulee tämä kohta raportissa todistaa merkityksettömäksi tai sille on määriteltävä käytön aikainen seurantatoimenpide.

2.9 Käyttö

Onnistuneella toimintamallin käytöllä on tarkoitus pitää rakennus kuivana ja terveenä koko sen elinkaaren ajan (Rala, 2018d, s. 1-3). Tätä varmistamaan suunnittelijat ja kosteuskoordinaattori tekevät rakennuksen huoltokirjaan myös Kuivaketju10-osion.

Osio koostuu käytönaikaisista ylläpito-ohjeista, jotka on kerätty toimintamallin riskilistasta sekä materiaalivalmistajien ohjeista (Rala, 2018d, s. 1-3). Lopuksi osioon on luotu ohjeistus rakennuksen riskilistasta, jonka mukaan rakennuksen huoltotoimenpiteet, säännölliset tarkastukset, ylläpitotoimet ja kunnossapitokaksot toimenpiteineen tulee dokumentoida.

Rakennusaikainen Kuivaketju10-staus on voimassa takuuajan loppuun eli kaksi vuotta (Rala, 2018d, s. 1-3). Kuivaketju10-statusta voi jatkaa takuuajan jälkeen käytönaikaisena Kuivaketju10-statuksena, mikäli käytössä on RALA:n käytön sekä ylläpidon riskilista ja toimintamalli, sekä niiden toteutumista on arvioitu säännöllisesti. Ensimmäinen arviointi tehdään ennen takuuajan umpeutumista ja siitä eteenpäin arvio pitää tehdä viiden vuoden sykleissä.

2.10 Riskit kattoelementeille



Kuvio 1. Riskilista (Rala, 2018a, s. 1).

Kymmenen kohdan riskilista on tehty koko rakennukselle (Rala, 2018a, s. 1-3). Tässä opinäytetyössä rajoitutaan tarkastelemaan vain niitä kohtia, jotka liittyvät kattoelementteihin. Näitä kohtia ovat listan kohta 3 ”Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan”, sekä kohta 4 ”Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin” (Kuvio 1).

2.11 Riskilistan kohta 3

Väärinymmärretty aluskate -artikkelissa paneuduttiin aluskatteiden asennusvirheisiin ja niiden tuomiin ongelmiin (Rakennustaito, 2019). Aluskatteen asentaminen tulee suorittaa ohjeiden mukaan, jotta välttyttäisiin yläpohjaan tulevilta kosteus- ja rakennevaurioilta. Yksi yleisimmistä aluskatteen asennusvirheistä on aluskatteen eristämisen veden poiskuljetuksen keskeneräisyys. On tyydytty siihen, että aluskate tuo veden ulkoseinän ulkopuolelle eikä ole sen tarkemmin mietitty veden poistoa. Tästä syystä vesi on päässyt kastelemaan räystäsrakenteita ja aiheuttanut niiden puuosiin homevaurioita, kuten kuvassa 1.



Kuva 1. Räystäään aluslaudoituksen homevaurio (Rakennustaito, 2019)

Aluskatteen tulee olla yhtä vedenpitävä kuin itse päävesikatteen (Rala, 2018a, s. 1-7). Vaikka katto olisi pelkällä aluskatteella, tulee sen olla täysin vesitiivis. Aluskatteen läpi menevät läpiviennit tulee tehdä siten, että aluskatteen vedenpitävyys ei niistä huonone. Mahdolliset ylösnostot tulee toteuttaa aluskatteella, kuten myös päävesikatteella. Aluskatteessa tulee myös huomioida mahdollinen tuulenpaineesta aiheutuva sadevesien nousu ylöspäin katteen pintaa pitkin. Kaikki edellä mainitut asiat tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

Perusasioita aluskatteen suunnittelussa on, että vesi pitää tuoda ulkoseinän ulkopinnan ulkopuolelle niin, että se ei pääse vaurioittamaan rakennuksen rakenteita (Rala, 2018a, s. 1-7). Aluskatteen ja sen yhteydessä käytettävien materiaalien käyttöiät tulee olla mahdollisimman lähellä päävesikatteen käyttöikää, koska aluskatetta vaihdettaessa joudutaan yleensä purkamaan itse päävesikatto pois tieltä.

Samat vesikattokriteerit koskevat myös aluskatteettomia vesikatteita, kuten huopakattoja ja pvc-katteita.

Riskilistan kolmannelle riskille on luotu riskilista ja todentamisohje (liite 1), jonka avulla pyritään luomaan vesikatteesta ja aluskatteesta toimiva kokonaisuus, joka palvelee tarkoitustaan eli estää sadeveden pääsyn yläpohjaan sekä muihin rakenteisiin koko rakenteen käyttöajan.

Kolmannen riskin riskilista ja todentamisohje (liite 1) on jaettu neljään osaan: loivat katot, jyrkät katot, katejärjestelmän käyttöikä ja käännetyt katot. Kohdeyrityksen tuotteista löytyy ratkaisuja loiviin ja jyrkkiin kattoihin.

2.12 Riskilistan kohta 4

Riskilistan neljännessä kohdassa käsitellään ilmansulussa ilmeneviä kosteusongelmia (Rala, 2018a, s. 1-7). Riittävän ilmatiiveyden saavuttamiseksi läpivienneistä ja liittymistä täytyy suunnittelijan luoda detaljikuvat mittakaavassa 1:5. Näin pystytään toteuttamaan ilmatiivis ilmansulku, joka kestää rakennuksen koko käyttöajan. Ilmansulkuna voi toimia tiivis runkorakenne, kuten pelti-villa-pelti seinärakenne tai höyrynsulkumuovi.

Sisäpuolisen ilmanvuotoluvun pitää olla yksi riskilistan kohdan 4 mukaan (Rala, 2018a, s. 1-7). Ilmanvuotokohdista ylimääräinen kosteus voi päästä siirtymään rakennuksen rakenteisiin. Riittävällä ilmantiiveydellä varmistetaan, ettei vuotokohtia ole päässyt syntymään. Ilmansulkurakenteen tiiveyden todentamiseksi tulee toteuttaa lämpökuvaus siten, että ilmansulkurakenne on vielä näkyvässä ja kyseinen tila on alipaineistettu puhaltimilla. Lämpökuvaus voidaan liittää osaksi rakennuksen käyttöönotossa tehtävää virallista ilmantiiveysmittausta.

Neljänteen riskiin on neljätoistakohtainen riskilista ja todentamisohje (liite 2), jonka avulla pystytään estämään ylimääräisen kosteuden siirtyminen ilmassa rakenteisiin.

3 KUIVAKETJU10 OSAKSI ASENNUS- JA ITSELLELUOVUTUSSUUNNITELMAA

3.1 Olosuhdehallinta

Kerabit-kattoelementtien alkuperäisessä asennussuunnitelmassa (liite 3) ensimmäinen kosteudenhallintaa koskettava kohta on säävaraus, joka on osa olosuhdehallintaa. Kattoelementtien asennus tulee keskeyttää jatkuvan sateen tai märän lumisateen aikana, koska asennusvaiheessa elementit ovat osittain vallitsevan sääolosuhteen armoilla. Riskeinä tässä ovat kosteuden joutuminen eristekerrokseen ja tätä kautta rakenteen vahingoittuminen. Kova tuuli ja pakkanen luovat huomattavat turvallisuusriskit ja aiheuttavat asennuksen keskeytyksen.

Liitteen 3 kohdassa ”suojaus ja välivarastointi” keskitytään kattoelementtinipun sääsuojaan ja sen avaamiseen. Sääsuojaus poistetaan nipun päältä vasta asennuksen alkaessa. Näin kattoelementit altistuvat mahdolliselle sateelle mahdollisimman lyhyen ajan. Suojamuovi tulee poistaa niin, että sitä on mahdollisuus käyttää sääsuojana asennuksen keskeytyessä.

Kattoelementtien asennuksessa tarvittavat rakennusmateriaalit pitää toimittaa työmaalle sääsuojattuna. Materiaalien saapuminen työmaalle tuulee ajoittaa mahdollisimman lähelle asennuksen alkamista.

3.2 Välivarastointi

Keskeytymisen pitkittyessä kattoelementtinippu pitää pystyä laskemaan maahan pukkien päälle niin, että se ei ole kosketuksissa kosteaan maaperään, mikä voisi aiheuttaa kosteusvaurion elementtiin.

3.3 Työmaa-aikainen sääsuojaus

Keskeneräisessä kattoelementtiasennuksessa tulee kattoelementeille tehdä työmaa-aikainen sääsuojaus. Työmaa-aikaisessa sääsuojauksessa voidaan käyttää hyödyksi kattoelementeissä jo valmiina olevaa alushuopaa. Kattoelementit tulee suojata siten, että vesi ei pääse vaurioittamaan rakenteita. Suojauksessa tulee myös huomioida veden poisto ja rakenteiden

tuulettuminen. Vesikattopinnalta pitää poistaa kaikki mahdolliset patoutumisriskiä aiheuttavat materiaalit tai kohoumat.

3.4 Reikä

Kattoelementtien aluskermissä havaitaan reikä. Reikä tulee merkitä välittömästi värikkäällä liidulla kermiin. Kun reikä on paikannettu, tulee reikä tämän jälkeen paikata välittömästi. Jos reiän aiheuttaja on tiedossa, tulee vastaavat muutkin kohdat tarkistaa mahdollisen reiän varalta.

3.5 Itselleluovutus

Kattoelementtien itselleluovutukseen (liite 4) lisätään Kuivakeju10-riskilistalta ja todentamisohjeista riski 3 (liite 1) sekä riski 4 (liite 2), jotka sisältyvät kattoelementteihin tai niiden asennusvälialueeseen.

Riski kolmosesta (liite 1) voidaan käyttää loivien sekä jyrkkien kattojen riskejä, koska samat riskit ovat kattoelementeissä. Katejärjestelmässä käytettävien aluskatteen ja pääkatteen yhteiseen käyttöön liittyvät riskit eivät varsinaisesti kosketa kohdeyritystä, koska heidän tuotteensa pitävät sisällään vain aluskatteen. Myöskään käännetyt katot ja pihakannet eivät kuulu yksikön tuotteisiin.

Riski nelosen (liite 2) riskilistasta ja todentamisohjeista voidaan käyttää toista, neljättä, seitsemättä, kymmenettä ja yhdennettätoista kohtaa. Nämä edellä mainitut kohdat tarkistamalla pystytään luovuttamaan asiakkaalle tuote, joka on kosteusteknisesti toimiva.

4 YHTEENVETO JA POHDINTA

Työ sai alkunsa tarpeesta parantaa kohdeyrityksen kosteuden hallintaa työmaaolosuhteissa. Samalla ajateltiin tuoda yrityksen toimintatapoja lähemmäksi Kuivaketju10-toimintamallia. Opinnäytteen tekijä tutustui tarkemmin työmailla käytettyihin asiakirjoihin, asennussuunnitelmaan ja itselleluovutusasiakirjaan. Kävi ilmi, että kosteudenhallintasuunnitelma oli tehty vain joihinkin kohteisiin erillisenä liitteenä ja itselleluovutusasiakirjasta puuttui kokonaan tehtyjen töiden todentaminen.

Kuivaketju10:n työmaakäytännöt lepäävät pääurakoitsijan, kosteuskoordinaattorin ja kosteuskoordinaattorin nimittämän pätevän henkilön harteilla. He informoivat ja kertovat Kuivaketju10-toimintamallista työntekijöille. Kun toimintamallin käytännöt ovat osa kohdeyrityksen tekemistä on työntekijöiden helpompi ymmärtää ja sisäistää Kuivaketju10-toimintamallin periaatteet.

Yksi pääurakoitsijan tehtävistä on huolehtia olosuhdehallinnasta. Olosuhdehallintaan oleellisena osa kuuluu rakennustöiden ajoittaminen niin, että asennettavat tai rakennettavat rakenteet eivät kärsi rakenteellisia kosteusvaurioita töiden aikana. Täten on hyvä, että luodaan työsuunnitelma, jonka kosteudenhallintasuunnitelma tukee pääurakoitsijan olosuhdehallintaa sen jokaisella osa-alueella.

Kuivaketju10-toimintamallissa on kymmenen kohdan riskilista, jonka perusteella on luotu pääurakoitsijalle riskilista ja todentamisohje, jonka avulla seurataan Kuivaketju10-toimintamallin toteutumista. Riskilista antoi hyvän pohjan kehittää kohdeyrityksen itselleluovutusasiakirjaa. Itselleluovutusasiakirjaan kerättiin kohtia, jotka koskettavat kohdeyrityksen tuotteita ja aikaisempia urakkasisältöjä.

Lopputuloksena saatiin kosteudenhallinnallisesti paranneltu asennussuunnitelma sekä itselleluovutusasiakirja, joita tullaan hyödyntämään kohdeyrityksessä.

LÄHTEET

- Eduskunnan Tarkastusvaliokunta. (22.5.2013). *Eduskunnankirjelmä: Rakennusten kosteus ja homeongelmat*. https://www.eduskunta.fi/fi/vaski/eduskunnanvastaus/documents/ek_5+2013.pdf
- Kattoliitto ry. (2022). *Toimivat katot 2022*. https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/2022/03/Toimivat_katot_2022.pdf
- Kerabit.fi. (i.a.). Kerabit kattoelementit. <https://tuotteet.kerabit.fi/tuotteet/katto-ja-raystaselementit/kattoelementit>
- Laitinen, M. (i.a.). *Kuivaketju10 auttaa ennakoimaan ja ehkäisemään kosteusvaurion riskejä*. RALA. <https://www.rala.fi/fi/palvelut/kuivaketju10>
- Niemelä, T. (2014). *Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa*. Suomen rakennusmedia Oy.
- Rakennustaito. (20.11.2019). *Väärin ymmärretty aluskate*. <https://rakennustaito.fi/vaarinymmarretty-aluskate/>
- Rala. (13.3.2018a). *Kuivaketju10 Riskilista*. https://www.rala.fi/application/files/7716/6567/3568/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf
- Rala. (13.3.2018b). *Kuivaketju10: Käyttöönotto*. https://www.rala.fi/application/files/3516/6567/3296/Kuivaketju10-Kayttoonotto_150313.pdf
- Rala. (13.3.2018c). *Kuivaketju10: Suunnittelu*. https://www.rala.fi/application/files/7316/6567/2519/Kuivaketju10-Suunnittelu_150313.pdf
- Rala. (13.3.2018d). *Kuivaketju10: Käyttö*. https://www.rala.fi/application/files/7616/6567/3319/Kuivaketju10-Kaytto_150313.pdf
- Rala. (13.3.2018e). *Kuivaketju10: Toimintamalli*. <https://www.rala.fi/fi/palvelut/kuivaketju10/kuivaketju10-toimintamalli>
- Rala. (13.3.2018f). *Kuivaketju10: Tilaaminen*. https://www.rala.fi/application/files/6516/6567/1574/Kuivaketju10-Tilaaminen_150313.pdf
- Rala. (13.3.2018g). *Kuivaketju10: Työmaatoteutus*. https://www.rala.fi/application/files/7216/6567/3060/Kuivaketju10-Tyomaatoteutus_150313.pdf

Siikanen, U. (2014). *Rakennusfysiikka perusteet ja sovelluksia*. Rakennustieto Oy.

Teriö, O., & Hämäläinen, J. (2017). *Kestävä rakentaminen: rakennusaikainen kosteudenhallinta ja energiatehokkuus*. Opetushallitus

Ymparistö. (29.3.2023). *Asemakaavat*. <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kaavoitus-ja-alueidenkaytto/kaavoitus/asekaavat>

Ympäristöministeriö. (26.9.20217). *Asiantuntialausunto: Ajankohtaiskatsaus hallituksen käynnistämästä terveiden tilojen vuosikymmen -toimenpideohjelmasta*. <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaistuMetatieto/Documents/EDK-2017-AK-141443.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Riski 3

Liite 2. Riski 4

Liite 3. Asennussuunnitelma

Liite 4. Itselleluovutus

Liite 5. Asennussuunnitelma kosteudenhallinnalla

Liite 6. Itselleluovutus- ja tarkistuslista

Liite 1. Riski 3

Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan					
Aluskate on tehtävä niin vedenpitäväksi, että se toimisi myös ainoana katteena					
Suunnittelutehtävä			Todentamistehtävä		
<u>Suunnitteluratkaisu</u>	<u>Suunnittelija(t)</u>		<u>Työmaatodentaminen</u>	<u>Todentamisdokumentti</u>	
-	-	-	-	-	
Loivat katot (1:80 - 1:10)					
Esitetään katteen saumaus, kiinnitys vedeneristyskerrosten välillä ja kiinnitys alustaan (mekaaniset kiinnitykset).	RAK			Tarkastetaan, että katteen saumaus on yhtenäinen ja käytettävässä monikerroskatteita, että kerrokset ovat kauttaaltaan toisissaan kiinni ja kiinnitykset on varmistettu mekaanisesti.	Valokuva(t)
Esitetään ylösnostojen vesitiivis toteutustapa. Ylösnostot tehdään erillisillä ylösnostokaistoilla. Kattopinnan kermit nostetaan holkassa noin 5 cm:n korkeuteen, ja kermit katkaistaan holkan yläreunasta. Ylösnosto vähintään	RAK			Varmistetaan, että toteutus vastaa suunnitelmia (suunnittelija täydentää osion).	Valokuva(t)

300 mm ja ylösnosto on varmistettava mekaanisella kiinnityksellä.					
Esitetään läpivientien vesitiivis toteutustapa. Läpiviennissä itessään on oltava laippa tai käytetään erillistä laipallista läpivientitiivistettä. Laipan on oltava vähintään 150 mm limityksen osalta, ja laippa liitetään vedeneristeen kahden kermin väliin. Tarvittaessa käytetään ylimääräistä kermipalaa.	RAK			Varmistetaan, että toteutus vastaa suunnitelmia (suunnittelija täydentää osion).	Valokuva(t)
Varmistetaan, että sisäänpäin kaatavalla katolla räystäsrakenteen reunakorotus on vähintään 100 mm korkea ja vedeneristys muodostaa räystäälle niin sanotun tulvakermin, joka johtaa räystään yli mahdollisesti tulvivan veden seinärakenteen ulkopuolelle.	RAK				
Varmistetaan, että räystäsrakenteessa käytettävällä pellityksellä ja myrskysuojauksella estetään veden pääsy tuulettutilaan, mutta ei estetä tuuletuksen toimintaa. Räystäspellin päälle tuleva vesi johdetaan katolle kallistamalla pelti sisäänpäin kaltevuuteen 1:6.	RAK	ARK		Varmistetaan suunniteltujen myrskysuojausrakenteiden tiiveys ja tuuletuksen avoimuus.	Valokuva(t)
Esitetään loivien kattojen riittävät kallistukset. Riittävän kallistuksen määrittämisessä tulee huomioida katteen alustan kaikki taipumat. Kattokuvissa tulee esittää korkeustasot kriittisissä pisteissä.	RAK	ARK		Tarkemmitataan kallistukset ennen vedeneristystyötä huomioiden, että kallistus täyttyy myös jireissä. Kallistusten tarkastus	Mittauspöytäkirja

				myös vedeneristystyön jälkeen.	
Esitetään kattokaivon asennus paikalliseen, muuta kattopin- taa alempana olevaan syven- nykseen sekä kaivon liittymi- nen vesitiiviisti katerakentee- seen. Pisin valumamatka kat- tokaivoon on 15 m.	ARK	RAK	LVI	Varmistetaan suunnittelijan mää- rittämistä kriitti- sistä kohdista kat- topinnan korkeus- tasot. Tarkistetaan vedeneristysliitok- set.	Tarkepiirus- tus
Suunnitellaan vedenpoisto ka- tolta kattokaivon tukkeutu- essa. Vesi voidaan johtaa esi- merkiksi poistokourulla (ulosheittäjällä) julkisivupinnan ulkopuolelle.	RAK	LVI	ARK	Tarkistetaan ulosheittäjän vede- neristykseen liitok- set.	Valokuva(t)
Varmistetaan, että vesikaton katejärjestelmä on toimiva ko- konaisuus. Katemateriaalien, kiinnikkeiden ja katon läpivien- tien tulee olla keskenään yh- teensopivia ja kattokaltevuu- teen soveltuvia. Myös IV-pu- haltimien jalustojen liittymiin on kiinnitettävä huomiota.	RAK	ARK		Varmistus suunnit- telijan määrittele- mistä läpivien- neistä/läpivienti- tyypeistä.	Valokuva(t)
Suunnitellaan kattorakenteen tuuletus. Kattoon ei saa jäädä tuulettumattomia alueita.	RAK			Varmistetaan, että tuuletusreitit eivät katkea eikä jää katvealueita. Tar- kastetaan, että tuuletusvälin kor- keus / -rakojen ja kokoojakanavien koko on suunnitel- mien mukainen ja lämmöneristeet ei- vät estä tuuletusta.	Valokuva(t)

Jyrkät katot (1:10 ja jyrkem- mät)					
Käytetään rakennetta, jolla on riittävä vesitiiviyys katon kaltevuuteen ja vedenpoistumiseen nähden. Riittävän vesitiiviyden tulee toteutua katon kaikilla osilla (esim. sisätaitejiirit). Epäjatkuvien katteiden kanssa on pääsääntöisesti käytettävä aluskatetta.	RAK				
Varmistetaan ulkoseinärakenteen suojaus aluskatetta pitkin valuvaa vettä vastaan. Aluskatteessa ei saa olla veden valumista estäviä pykäliä, ja katteen tulee ulottua vähintään 20 cm ulkoseinän ulkopuolelle.	RAK				
Aluskatteen limitykset, lävistykset ja liittymät tehdään siten, että aluskatteen päältä valuvat vedet ohjautuvat aluskatetta pitkin. Vesikatteen yhdessä aluskatteen kanssa liittymiseen on oltava vesitiivis kaikissa olosuhteissa.	RAK				
Esitetään ylösnostojen ja läpivientien vesitiivis toteutustapa. Pyritään ylösnostoissa vähintään 300 mm katteen ylösnostokorkeuteen. Aluskate on nostettava riittävästi ja varmistettava aluskatteen yläpään tiiveys ja mekaaninen kiinnitys. Aluskatteen läpivienneissä käytetään esimerkiksi läpivientikappaleita.	RAK			Varmistus suunnittelijan määrittelemistä läpivienneistä/läpivientityypeistä. Tarkastetaan aluskatteen ylösnoston tiiveys.	Valokuva(t)
Varmistetaan, että tuuletusmatka ei ole suurempi kuin 10	RAK				

m tai tuuletustiessä ei ole mutkia tai ilmavirtausta haittaavia esteitä, eikä kattoon saa jäädä tuulettumattomia alueita.					
Varmistetaan, että yli 400 mm leveiden läpivientien yläpuolelle on asennettu sadeveden pois johtavat vastakallistukset ja vesiohjurit, jotka johtavat aluskatteelle päässeeseen veden läpiviennin ohi.	RAK				
Varmistetaan, että räystäsrakenteessa käytettävällä pellytyksellä ja myrskysuojauksella estetään veden pääsy tuulettutilaan, mutta ei estetä tuuletuksen toimintaa. Myös seinäpintaa pitkin tuulen vaikutuksesta nouseva veden pääsy estetään myrskysuojauksin.	RAK			Varmistetaan suunniteltujen myrskysuojausrakenteiden tiiveys ja tuuletuksen avoimuus.	Valokuva(t)
Katejärjestelmän käyttöiän pitää olla mahdollisimman lähellä vesikatteen käyttöikä					
Varmistetaan, että valitun aluskatemateriaalin käyttöikä on mahdollisimman lähellä vesikatteen käyttöikä.	RAK			Tarkistetaan käytettävän aluskatemateriaalin tekninen käyttöikä.	Materiaalivalmistajan dokumentti käyttöiästä
Varmistetaan, ettei katejärjestelmässä ole sellaisia ratkaisuja tai kiinnikkeitä tms., jotka lyhentävät vesikatteen ja sadevesijärjestelmän käyttöikä.	RAK				
Käännettyjen kattojen ja pihakansien vedeneristeen ylösnostot ja läpiviennit tulee suunnitella ja toteuttaa vesitiiviiksi					

<p>Määritetään kattojen ja piha-kansien vedeneristeen kiinnitykset ja liittymät sekä vesienpoisto. Pintarakenteiden kiinnitykseen ei saa käyttää tavanomaista sementtiseideaineista, maakostea betonia.</p>	RAK			<p>Vedenpainekoe sekä vedeneristeen kolmioviilto-koe.</p>	<p>Mittauspöytäkirjat</p>
<p>Vedeneristyksen ylösnostokorkeus on vähintään 300 mm valmiin rakenteen pinnasta. Ovien kynnyksen kohdalta varmistetaan vedeneristyksen liitoksen vesitiiviys ovirakenteisiin ja rakenteisiin. Ylösnostot varmistetaan mekaanisella ankkuroinnilla.</p>	RAK				
<p>Ylösnoston liittyminen seinärakenteeseen tulee suunnitella siten, että vesi johtuu kaikissa olosuhteissa vedeneristeen päälle.</p>	RAK				
<p>Läpivienneissä käytetään ruostumattomia, laipallisia läpivientiputkia. Putkien liitokset tulee tehdä rakenteen ulkopuolella.</p>	RAK				

Liite 2. Riski 4

Riski 4:					
Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi					
Ilmansulun läpiviennit ja liittymät tulee suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi					
Suunnittelutehtävä			Todentamistehtävä		
<u>Suunnitteluratkaisu</u>	<u>Suunnittelija(t)</u>		<u>Työmaatodentaminen</u>	<u>Todentamisdokumentti</u>	
-	-	-	-	-	
Esitetään detaljipiirustuksin ulkoseinien sisäkuoren saumojen, liitosten ja läpivientien toteutus siten, että ne ovat ilmatiiviitä.	RAK				
Esitetään detaljipiirustuksin yläpohjan saumojen tiivistystapa esimerkiksi kumibitumikermikaistoilla tai yhtenäisellä höyrynsulkukerroksella.	RAK	LVI	Sähkö	Varmistetaan, että tiivistys on toteutettu suunnitelmien mukaisesti (suunnittelija täydentää osion).	Valokuva(t)

Esitetään detaljipiirustuksin ilmansulun liittyminen ikkunan ja ovien karmeihin.	RAK			Varmistetaan, että tiivistys on toteutettu suunnitelmien mukaisesti (suunnittelija täydentää osion).	Valokuva(t)
Suunnitellaan ilmansulun jatkokset vain kahden kovan pinnan väliin ja varmistetaan jatkokset teippaamalla.	RAK				
Esitetään putkien ja muiden läpivientien toteutus yksityiskohtaisin detaljipiirroksin. Liitosdetaljit tulee esittää riittävän suuressa mittakaavassa. Läpiviennissä tulee käyttää valmiita läpivientiosia.	RAK			Varmistetaan, että tiivistys on toteutettu suunnitelmien mukaisesti (suunnittelija täydentää osion).	Valokuva(t)
Tehdään detaljipiirros alapohjan ja ulkoseinän liittymästä. Ulkoseinän ilmansulun tulee liittyä alapohjan tiivistyskaistaan ("radonkaistaan") riittävän pitkällä limityksellä betoni-laatan alla.	RAK			Varmistetaan, että tiivistys on toteutettu suunnitelmien mukaisesti (suunnittelija täydentää osion).	Valokuva(t)
Tehdään detaljipiirros yläpohjan ja ulkoseinän liittymästä. Ulkoseinän ilmansulun tulee liittyä yläpohjan ilmansulkuun. Limitys tulee puristaa kahden kovan pinnan väliin ja varmistaa teippaamalla.	RAK				
Tehdään detaljipiirros ulkoseinän nurkkaliittymästä. Eri seinäpintojen ilmansulut tulee liittää toisiinsa. Limitys tulee puristaa kahden kovan pinnan	RAK				

väliin ja varmistaa teippaamalla.					
Tehdään detaljipiirros huoneistojen välisen väliseinän liittymisestä ulkoseinään. Ilmansulun täytyy jatkua yhteisenä väliseinän ohitse.	RAK				
Tehdään detaljipiirros ilman sulun liittymisestä rakenteen läpimenevään kannattajaan, esimerkiksi kehän alapaarteeseen. Ilmansulku tulee liittää alapaarteeseen teippaamalla ja liitos pitää varmistaa mekaanisella kiinnityksellä.	RAK				
Tehdään detaljipiirros ilman sulun toteutuksesta kahden eri materiaalin välisessä liitoksessa.	RAK				
Sisäpuolisen ilmavuotoluvun pitää olla alle yksi (<1)					
Suunnitellaan rakenteet niin, että niillä saavutetaan ilmanvuotoluvun vaatimus ennen sisäverhouslevytyksen asennusta/sisäpintojen viimeistelyä.	RAK	ARK	LVI	Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä suoritetaan virallinen tiiveysmittaus, johon voidaan tarvittaessa yhdistää lämpökuvauk.	Mittauspöytäkirja

