

Eero Typpö

**UUDISKOHTTEEN RAKENNUSAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA
KUIVAKETJU10-MALLIIN POHJAUTUEN**

**UUDISKOHTTEEN RAKENNUSAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA
KUIVAKETJU10-MALLIIN POHJAUTUEN**

Eero Typpö
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, rakennesuunnittelu

Tekijä: Eero Typpö

Opinnäytetyön nimi: Uudiskohteen rakennusaikainen kosteudenhallinta kuivaketju10-malliin pohjautuen

Työn ohjaaja: Juha-Matti Toppi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 33+3

Viime vuosina rakentamisen aikainen kosteudenhallinta on ollut paljon esillä. Etenkin julkisissa laitoksissa on esiintynyt runsaasti kosteusongelmia, joiden on havaittu aiheuttavan terveydellisiä haittoja ihmisille. Kosteudenhallintaan onkin tärkeä panostaa koko rakennuksen elinkaaren ajan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa uudiskohteen koko rakennusprosessin aikaiset työvaiheet ja niiden kosteudenhallintaan liittyvät asiat. Näistä koostettiin rakentamisaikaisen riskikohtien tarkistuslista, jonka avulla varmistetaan yleisimpien kosteusriskien poistaminen. Tarkistuslistan liitteeksi laadittiin riskikohtiin liittyvä tietopaketti. Tarkistuslistaa liitteineen voidaan käyttää apuna työmaalla.

Työssä keskityttiin puurakenteisen pientalon (omakoti-, rivi-, luhti- ja paritalo) rakentamisen laadunvalvontaan tyypillisten kosteusriskien osalta. Riskien kartoitus ja niiden poistaminen pohjautuivat Oulun rakennusvalvonnan ja ympäristöministeriön alulle laittamaan yhteishankkeeseen, Kuivaketju10:een.

Riskilista laadittiin Kuivaketju10-mallin, eri lähteistä löydetyn teoretiedon sekä työkokemuksesta saadun tiedon pohjalta. Työn lopputuotteena syntyi koko rakentamisajan kattava apuväline kosteudenhallintaan Invera Oy:n käyttöön.

Asiasanat: Kosteudenhallinta, Kuivaketju10, kosteusriskit

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Structural Engineering

Author: Eero Typpö

Title of thesis: Moisture Management Using Kuivaketju10 in a New Building Project

Supervisor: Juha-Matti Toppi, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 33+3

Moisture management in construction has been a lot present in recent years. Especially in public facilities has been a lot of moisture problems and it is noticed that they cause a lot of health disadvantages to humans. Therefore, it is important to apply moisture management throughout the building's lifespan.

The aim of the thesis was to find out the work stages of a new object during the whole building process and the issues related to their moisture management. These consist of a checklist for risk points during construction time to ensure the removal of the most common moisture risks. An information packet was attached to the checklist regarding the risk points. A checklist with appendices can be used on site.

The thesis focused on the quality control of the construction of a timber-framed small house (balcony access block, detached, semi-detached and row houses) for typical moisture risks. Risk mapping and their removal is based on a joint project by the Oulu Building Control and the ministry of the Environment, Kuivaketju10.

The risk list was drawn up on the basis of the Kuivaketju10 operating model, various sources of the internet and printed guides, as well as the work experience. The end product of the work resulted in a comprehensive tool for the moisture management of Invera Oy, covering the entire construction period.

Keywords: moisture management, risk mapping, Kuivaketju10

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 KOSTEUDENHALLINTA TYÖMAALLA	8
2.1 Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus	8
2.1.1 Maanpinnan kallistukset	9
2.1.2 Salaojitusjärjestelmä	10
2.1.3 Poikkeustilanteet	11
2.2 Ulkoseinän vesivuodot	11
2.3 Vesikate	12
2.3.1 Tuulettuva yläpohja	12
2.3.2 Loivat katot	13
2.3.3 Jyrkät katot	13
2.4 Ilmansulku	14
2.5 Rakennuksen ilmanvaihto	15
2.6 Putkistojen vesivuodot	16
2.7 Märkätilat	17
2.7.1 Seinärakenteet	17
2.7.2 Lattiat	17
2.7.3 Katto	18
2.7.4 Vedeneristys	18
2.7.5 Läpiviennit ja lattiakaivot	19
2.8 Kosteat betonirakenteet	19
2.9 Suojaus työmaalla	20
3 KUIVAKETJU 10	22
3.1 Kuivaketju10:n käyttöönotto	22
3.2 Suunnittelu ja työmaatoteutus	23
3.3 Rakennuksen käyttöönotto	23
3.4 Käyttö ja ylläpito	24
4 KOSTEUSRISKIEN KARTOITUS	25

5 TARKISTUSLISTAN LAATIMINEN	28
6 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Kosteudenhallinta rakentamisessa on viime vuosina noussut todella tärkeään rooliin. Etenkin Suomen eri vuodenaikoihin liittyvät kosteusriskit on otettava huomioon kaikissa rakentamisvaiheissa. Rakentamisen laatuun kiinnitetään entistä enemmän huomiota, ja kaikki kosteusriskit tiedostetaan ja pyritään minimoimaan.

Oulun rakennusvalvonta ja ympäristöministeriö ovat luoneet yhteistyössä muun rakennusvalvonnan, rakennusalan tilaajien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä rakennusalan etujärjestöjen kanssa Kuivaketju10-toimintamallin, jonka avulla rakennustyömaan kosteudenhallintaa valvotaan ja riskejä kartoitetaan. Malli perustuu kymmeneen yleisimpään kosteusriskiin. Nämä riskit ehkäisemällä vältetään yli 80 % kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista.

Työssä kartoitetaan rakennustyömaan aikaiset kosteuteen liittyvät riskit ja pyritään etsimään niihin ratkaisut, joiden avulla mahdolliset kosteusvauriot voidaan välttää. Työssä esitellään myös Kuivaketju10-malli, jonka pohjalta työn lopputuote, työmaan riskilista, muodostetaan.

Opinnäytetyön tilaaja on nuori kehittyvä rakennusliike Invera Oy. Yritys rakentaa rivi-, luhti- ja paritaloasuntoja Oulun talousalueelle. Yritys haluaa panostaa laadukkaaseen ja terveelliseen rakentamiseen ja varmistaa rakennusten toimivuuden ja terveellisyyden rakennuksen koko käyttöajan ajan. Tältä pohjalta on syntynyt tarve laatia yrityksen käyttöön laadunvalvontaan rakennuksen suunnittelua ja rakentamista ohjaava kosteudenhallintatyökalu.

2 KOSTEUDENHALLINTA TYÖMAALLA

Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteena on estää kosteusvaurioiden syntyminen rakenteisiin. Rakennuksen kosteusvauriot johtuvat joko suunnittelussa, rakentamisvaiheessa tai käytössä tulleesta virheestä. Rakennuttaja ja ammattitaitoinen urakoitsija voivat ehkäistä näistä kaksi ensimmäistä vaihtoehtoa panostamalla hyvään kosteustekniseen suunnitteluun ja rakentamiseen. Rakentamiselle täytyy varata tarpeeksi aikaa, jotta vältetään kiireestä johtuvilta virheilta ja varmistetaan, että esimerkiksi betonivaluilla on riittävästi aikaa kuivua. (1, s. 3.)

Rakentamiseen on suotavaa omaksua ns. ”kuivaketjuperiaate”, jota voidaan verrata elintarvikkeiden kylmäketjuperiaatteeseen. Rakennuksen kuivaketjusta huolehtiminen tarkoittaa käytännössä mm. sitä, että hankkeeseen on sidottu osaavat suunnittelijat, rakentajat ja valvojat sekä hankkeen eri vaiheisiin on varattu riittävästi resursseja ja aikaa toimenpiteille. Asiantuntijat voivat hoitaa tehtävänsä laadukkaasti. Kun suunnittelu ja rakentaminen ovat määräysten vähimmäistasoa ja toteutus on totuttua rakennustapaa, voidaan saada toimiva lopputulos, mutta epäonnistumisen riskit ovat erittäin suuret. (2, s. 6.)

Lukuun 2 on koottu tietoa kosteuteen liittyvistä seikoista rakentamisessa. Niitä ovat kosteudenlähteet, rakentamisvaiheet sekä erilaiset rakenteet ja rakennuksen osat. Luvuissa 2.1-2.8 käydään läpi nykyajan rakentamistapoja ja niihin liittyviä riskejä. Lisäksi kerrotaan ilmanvaihdon merkityksestä rakennuksen kosteustekniseen toimivuuteen sekä työmaan materiaalisuojauksista.

2.1 Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus

Rakennuksen ulkopuolelta tulevaa kosteutta ovat sade- ja sulamisvedet, jotka valuvat pintavetenä rakennuksen perustuksiin. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kosteusvauriot→ Kosteusvaurioituminen→ Perustus ja alapohja.)

Rakennuksen korkeusasemaan, pihan yleistason valintaan ja korjausmahdollisuuksiin vaikuttavat monet ympäristöasiat, kuten

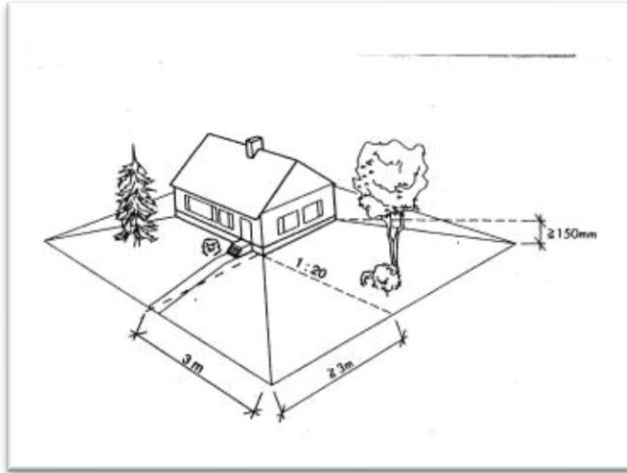
- tontilla vallitsevat pohjasuhteet

- tontin muoto ja korkeussuhteet
- salaojituksen purku- tai liitostasot
- sade- ja jätevesiviemärien purku- ja liitostasot
- ympäröivien tonttien ja rakennusten tasot sekä sijainti
- rakennuksessa ja piha-alueella tapahtuvat toiminnot
- liikenneväylien sijainti sekä niiden korkeusasemat ja kaltevuudet. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Pihantasaus ja sadevedet.)

Rakennuksen korkeusasema ja pihan yleistaso tulee valita siten, että sadevedet saadaan ohjattua pois rakennuksen viereltä kallistusten ja sadevesiviemärien avulla. On myös huolehdittava, että rakennukseen on toteutettavissa riittävän korkea sokkeli, jolloin pinta- ja roiskevedet eivät kastele seinärakenteita. Perusedellytys toimivalle pintavesisuunnitelmalle on rakennuksen korkeusaseman valinta ympäristöön nähden riittävän korkealle vaikeuttamatta kuitenkaan pintavesien hallintaa viereisten rakennusten kohdalla. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Pihantasaus ja sadevedet.)

2.1.1 Maanpinnan kallistukset

Jotta sade- ja sulamisvedet eivät valuisi rakennuksen perustuksiin, on ne johdettava pois rakennuksen vierestä. Maanpinta muotoillaan vähintään 1:20 kaltevaksi 3 metrin etäisyydelle rakennuksesta poispäin kuvan 1 mukaisesti. Rakennuksen läheisyydessä vesi poistetaan sadevesiviemäreillä, ojittamalla tai muulla sopivalla tavalla. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Pihantasaus ja sadevedet.)



KUVA 1. Maanpinnan muotoilu rakennuksen ympärillä (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Pihantasaus ja sadevedet)

2.1.2 Salaoitusjärjestelmä

Perustuksen viereen asennettavalla salaoituksella johdetaan maassa rakennuksen lähellä liikkuva vesi hallitusti pois siten, että estetään kosteuden haitallinen pääsy rakenteisiin ja tiloihin. Salaoituksen yhteyteen tulee rakentaa kapillaarikatko, jolla estetään veden nousu rakenteisiin. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Salaojat.)

Salaojat sijoitetaan pääsääntöisesti rakennuksen ulkopuolelle kuvan 2 mukaisesti. Salaojat sijoitetaan aina perusmuurianturan alimman tason alapuolelle ja anturan alle tehdään kapillaarisen nousun katkaiseva salaoituskerros, jota pitkin maassa liikkuva vesi johdetaan salaojiin. Perusmaan pinnat kallistetaan siten, että perusvedet kulkeutuvat painovoimaisesti kapillaarikatkokerroksessa salaojiin. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Salaojat.)



KUVA 2. Salaoitusjärjestelmä (4, linkit→ Perustus→ Salaoja- ja sadevesiputket)

Salaojista vedet valuvat perusvesikaivoihin. Perusvesikaivoissa on padotusventtiili, joka estää veden valumisen takaisin rakennusta kohti esimerkiksi tulvan valitessa. Jos salaojat sijaitsevat alempana kuin kunnalliset sadevesiviemärit, joudutaan perusvedet pumpaamaan. Salaojat huolletaan kaivojen, tarkastuskaivojen sekä tarkastusputkien kautta. (3, linkit→ Terveelliset tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Kuivatusjärjestelmät→ Salaojat.)

2.1.3 Poikkeustilanteet

Poikkeustilanteita varten tulee olla suunnitelma pinta- ja sadevesien pois johtamiseksi katoilta ja pihan vettä läpäisemättömiltä pinnoilta. Jos esimerkiksi sadevesiviemärit tukkeutuvat, tulee vedet johtaa kallistusten avulla pintoja pitkin riittävän kauaksi rakennuksesta. (5, s. 2.)

2.2 Ulkoseinän vesivuodot

Yleensä kosteusvauriot ulkoseinissä johtuu ulkoapäin seinään tunkeutuneesta vedestä. Vesi voi päästä seiiniin joko pintavaluntana, katon vuotokohdista tai viistosateena seinän verhouksen vuotokohdista ja ikkunoiden ja seinien liitoskohdista. Räystäättömässä rakennuksessa viistosade pääsee helpommin kastelemaan seinää. (3, linkit→ Terveelliset-tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Ulkoseinät→ Rankarakenteiset ulkoseinät.)

Seuraavassa on esitelty yleisimmät ulkoseinien kosteusriskien aiheuttajat:

- tuuletusraon puuttuminen seinärakenteesta
- tuuletusaukkojen puuttuminen ilmaraon ala- tai yläosasta (heikentää tuuletusta ja hidastaa rakenteeseen joutuneen kosteuden poistumista)
- liian matala sokkeli
- liian lyhyt räystäs ja räystäsvuodot
- ilmapuodot rakenteen läpi ulkoa sisälle
- seinän ulkoverhouksen vuotaminen viistosateesta tai räystäältä valuvasta vedestä
 - vuoto julkisivun liitoskohdista
 - vuotavat ikkunapellit
 - tuulensuojamateriaali ei estä veden tunkeutumista seinän sisäosiin
 - vuodot välipohjien liittymistä. (3, linkit→ Terveelliset-tilat→ Kunnossapito ja korjaaminen→ Ulkoseinät→ Rankarakenteiset ulkoseinät.)

2.3 Vesikate

2.3.1 Tuulettuva yläpohja

Tuulettuva yläpohja voi olla joko puuristikkorakenteinen tai kantavan betonirakenteen (paikalla valettu laatta, ontelolaatta) päälle rakennettu puinen vesikattorakenne. (6, linkit→ rakenteet→ yläpohjat ja vesikatto→ tuulettuva yläpohja.)

Seuraavassa on esitelty tuulettuvan yläpohjan riskit lyhyesti:

1. kosteuden tiivistyminen vesikatteen alapintaan
2. vääränlainen tuuletus (suositeltu ilmanvaihtokerroin on 0,5-1,0 1/h)
3. betonilaatan ja puurakenteisen katon alajuoksun välisen kapillaarikatkon puuttuminen
4. epätiivit vesikatteen liitokset, läpiviennit ja saumat

5. rakennusaikana huonon suojauksen takia rakenteeseen päässyt vesi
6. räystään kautta rakenteeseen pääsevä vesi ja lumi. (6, linkit→ rakenteet→ yläpohjat ja vesikatto→ tuulettuva yläpohja.)

Jos käytetään aluskatteita tai -kermejä, tulee niiden olla vedenpitäviä sekä kestää rakenteen muodonmuutokset repeytymättä. Läpiviennit, kaivot ja muut yksityiskohtat tulee sijoittaa vähintään 500 mm:n päähän toisistaan, katolle nousevista rakenteista sekä räystäistä. (6, linkit→ rakenteet→ yläpohjat ja vesikatto→ tuulettuva yläpohja.)

2.3.2 Loivat katot

Loivia kattoja ovat katot, joiden kaltevuus on 1:10 tai vähemmän. Loivempia kattoja kuin 1:80 ei tulisi suunnitella. Kallistukset tulisi suunnitella jo kantaviin rakenteisiin. Loivien kattojen vesikatteet ja niihin liittyvien yksityiskohtien tulee kestää vedenpainetta. (7, s. 7.)

Loivissa katoissa tulee ottaa huomioon rakentamisen ja käytön aikana tulevat erilaiset rasitukset, esimerkiksi lumikuormat. Vesikatteiden tulee olla jatkuvia ja niiden tulee kestää vedenpainetta. Materiaaleina käytetään yleensä erilaisia kermejä. Katevalinta vaikuttaa suoraan katon käyttöikänsä. Oikeilla katevalinnoilla saavutetaan hyvinkin 50 vuoden käyttöikä. (7, s. 27.)

Bitumikermit tulee asentaa siten, että niistä muodostuu yhtenäinen ja tiivis vedeneristys. On tärkeää katon kosteusteknisen toimivuuden kannalta, että kermit ovat tiiviisti asennettuna eri liittyimiin ja rakenteisiin sekä läpivienteihin tarkoitukseen suunniteltuja asennustarvikkeita käyttäen. Kermien kiinnitykseen voidaan käyttää joko bitumia, hitsausta, mekaanisia kiinnikkeitä tai näiden yhdistelmää. (7, s. 31.)

2.3.3 Jyrkät katot

Jyrkän ja loivan katon rajaa ei ole määritelty tarkasti. Jyrkinä kattoina voidaan pitää 1:20 ja sitä jyrkempiä kattoja, mutta loivat katot ovat määritelty kuitenkin

alueelle 1:10-1:80. Siksi on tärkeää kiinnittää huomiota katon vesitiiveyteen kaltevuusalueella 1:10-1:20 jos käytetään jyrkkien kattojen katemateriaaleja. (7, s. 61.)

Jyrkillä katoilla käytetään pääasiassa epäjatkuvia katteita. Niitä ovat katteet, joiden saumat eivät kestä suurta vedenpainetta. Epäjatkuvia katteita voidaan käyttää vain katoilla, joissa on ulkopuolinen vedenpoisto. Epäjatkuvia katteita ovat esimerkiksi pelti-, tiili- sekä muut erityyppiset aaltolevykatteet. Bitumikatteista kolmiorima- ja kattolaattakate ovat epäjatkuvia katteita. Epäjatkuvien katteiden alla käytetään yleensä erillistä aluskatetta tai -kermiä. Näillä varmistetaan katteen vesitiiveys ja estetään kondenssihaitat. (7, s. 62.)

2.4 Ilmansulku

Rakennuksen vaipan tiiveydellä on tärkeä merkitys rakenteiden kosteudensiirtoon ja ilmanvaihtoon. Rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden kannalta on tärkeää, että ilma kulkee rakenteessa oikeaan suuntaan, eli ulkoa sisäänpäin. Etenkin talvella on vaara, että kostea sisäilma virtaa seinän vuotokohdista sisältä ulospäin ja tiivistyy kastepistelämpötilan saavutettuaan vedeksi. Tällöin vesi jää rakenteeseen ja aiheuttaa kosteusvaurion. Tämä voidaan estää tiiviillä höyrynsululla ja oikein säädetyllä ilmanvaihdolla. Kun höyrynsulku on tiivis, ilman virtausta voidaan helpommin hallinnoida, kun kaikki ilma kulkee ilmanvaihtojärjestelmän kautta. (3, linkit→ perustietoa sisäilmasta→ ilmanvaihdon perusteet.)

Yleisin ilman- ja höyrynsulku on 0,2 mm:n paksuinen höyrynsulkumuovi. Höyrynsulun eheyttä tulee seurata tarkasti, ettei se reikiinny esimerkiksi sähköasennuksien aikana. Höyrynsulun jatkokset ja liitokset tulee tehdä 150 mm:n limityksellä ja puristavalla liitoksella. Läpivientien tiivistykset tulee tehdä huolella. Läpivientien tiivistykseen on olemassa solumuovista valmistettuja kauluksia ja lisäksi tiiveys varmistetaan polyuretaanivaahdolla. (6, linkit→ rakenteet→ rakenteet→ ulkoseinät→ puu- ja teräsrankaseinät.)

Kosteusteknisesti paras ja turvallisin ratkaisu on jättää lämmöneristys pois höyrynsulun sisäpuolelta. Mikäli höyrynsulun sisäpuolelle tulee kuitenkin lisäeristys, tulee huomioida mahdollinen kosteuden tiivistyminen höyrynsulkumuovin sisäpintaan. (6, linkit→ rakenteet→ ulkoseinät→ puu- ja teräsrankaseinät.)

Energiatehokkuus on noussut suomalaisessa rakentamisessa tärkeään asemaan 2000-luvulla. Rakennuksen vaipan tiiveyttä tarkkaillaan tiiveysmittauksilla ja energiatehokkuutta pyritään parantamaan. Tiiveysmittaukseen tulee ottaa mukaan vähintään 75 % rakennuksen bruttoalasta. Asuinkerrostaloissa ja rivitaloissa mittaus tehdään vähintään 20 %:ssa huoneistoista. Jokaisesta rakennuksesta tulee kuitenkin mitata vähintään yksi asunto. (8, s. 1.)

Passiivitaloissa vaadittu ilmanvuotoluvun arvo $n_{50} < 0,6$ 1/h saavutetaan vain erittäin huolellisella työllä. Arvoa $n_{50} = 1$ 1/h voidaan pitää hyvänä (ilma vaihtuu tilassa kerran tunnissa 50 Pa:n paine-eron vallitessa). (9, s. 109.)

2.5 Rakennuksen ilmanvaihto

Ilmanvaihto perustuu paine-eroihin ilmassojen välillä. Ilma virtaa korkeammasta paineesta matalampaan. Rakennuksessa voi olla joko koneellinen tai painovoimainen ilmanvaihto. Koneellisessa ilmanvaihdossa paine-ero saadaan aikaan puhaltimilla. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilma vaihtuu lämpötilan ja tuulen vaikutuksesta. (3, linkit→ perustietoa sisäilmasta→ ilmanvaihdon perusteet.)

Nykyään uudisrakennuksissa ilmanvaihto toteutetaan lähes poikkeuksetta koneellisesti. Ilmanvaihdon säätäminen oikeaksi on tärkeää rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden kannalta. Rakennuksen sisäilma paineistetaan alipaineiseksi, jotta kosteampi sisäilma ei virtaa vaipan läpi ulospäin. Jos rakennuksessa kuitenkin on koneellisen ilmanvaihdon säätöjen takia ylipaine, sisäilma virtaa vaipan vuotokohdista ulospäin ja ilma jäähtyy. Ilman jäähtyessä siinä oleva kosteus tiivistyy rakenteen sisälle vedeksi ja aiheuttaa kosteusvaurioita. (10, s. 367-369.)

Rakennuksen ilmankosteutta on säädeltävä siten, että se ei ole pitkiä aikoja haitallisen korkea. Liiallinen kosteus ilmassa voi tiivistyä rakenteisiin, viileämmille pinnoille tai ilmanvaihtojärjestelmään aiheuttaen kosteusvaurion ja terveydellistä haittaa pieneliöiden kasvun ja mikrobien muodossa. (11, s. 7-8.)

Kosteutta syntyy monista toiminnoista rakennusten sisälle. Ihmisten hengitys, ruuanlaitto, peseytyminen ja pyykinkuivaus tuottavat kaikki paljon kosteutta sisäilmaan. Ilmankosteus saattaa nousta hetkittäin liian korkeaksi esimerkiksi juuri pyykinkuivauksen tai saunomisen takia. Ilmanvaihdon tulee olla riittävän tehokas poistamaan liiallisen kosteuden sisäilmasta, ennen kuin se aiheuttaa vahinkoa. (3, linkit→ perustietoa sisäilmasta→ homevaurioiden ehkäisy ja tunnistaminen.)

Vesihöyryn tiivistyminen peili- ja lasipinnoille saunomisen yhteydessä on hyvä esimerkki liian suuresta ilmankosteudesta. Ilmassa on enemmän kosteutta kuin mitä se voi ko. lämpötilassa sitoa, jolloin kosteus tiivistyy kylmemmille pinnoille. (3, linkit→ perustietoa sisäilmasta→ homevaurioiden ehkäisy ja tunnistaminen.)

2.6 Putkistojen vesivuodot

Putkistojen vesivuodot ovat haastava ongelma, koska putket ovat yleensä piilossa rakenteissa, eikä vuotoja välttämättä huomata välittömästi. Vesivuoto saattaa ehtiä aiheuttaa suuren vahingon ennen kuin rikkoutunut putki tai liitos paikannetaan. Putkistot ja vettä käyttävät laitteet tuleekin sijoittaa sellaisiin paikkoihin, että vuodot havaitaan nopeasti. (9, s. 69.)

Vuodon havaitsemista helpottaa, jos virtausputki on asennettu suojaputkeen. Suojaputki kulkee yhtenäisenä vesipisteeltä jakotukille. Jos tällä välillä putki rikkoutuu, vesi purkautuu suojaputkea pitkin näkyville. Piiloasennuksessa voidaan käyttää jakotukkikaappia, johon tulevat kaikki rakennuksen suojaputket. Tällöin kaikki mahdolliset vesivuodot voidaan havaita helposti yhdestä paikasta. Jakotukkikaappi sijoitetaan sopivaan paikkaan. Vesipisteillä olevat hanakulmat tulee tiivistää huolellisesti seinää vasten, jolloin vesi ei pääse purkautumaan rakenteisiin. (12, s. 3.)

Putkiston asentamisen jälkeen tulee suorittaa verkoston tiiveys- ja painekoe. Paine voidaan aikaansaada joko vedellä tai ilmalla. Jos on vaara, että vesi jäätyy, suoritetaan painekoe ilmalla. (13, s. 1.)

2.7 Märkätilat

Märkätilat tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että vesi ei pääse tunkeutumaan ympäröiviin rakenteisiin. Vedenpoiston tulee toimia moitteetta. Märkätiloissa (sauna, kylpyhuone) tulee käyttää vedeneristystä seinissä ja lattioissa. Vedeneristys tulee olla tiiviisti asennettu saumoissa, läpivienneissä ja liittymäkohdissa. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ [märkätilat](#).)

2.7.1 Seinärakenteet

Vedeneristys saattaa repeytyä, jos seinärakenne pääsee liikkumaan. Seinärakenteet tulee toteuttaa siten, ettei mahdolliset lämpötilan ja ilmankosteuden muutokset vaurioita seinän vedeneristystä ja pinnoitusmateriaalia. Materiaaleja valitessa tulee huomioida mahdolliset muodonmuutokset. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ [märkätilat](#).)

Levyrakenteista seinää voidaan jäykistää tihentämällä rankajakoa tai vaakasuuntaisella laudoituksella rankaväleissä. Levyillä voidaan myös lisätä jäykkyyttä. Seinään voidaan laittaa kaksinkertainen levytys tai käyttää jäykempää levytyyppiä. Kaksinkertainen levytys ei aina kannata, koska se on hitaampi kuivumaan. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ [märkätilat](#).)

2.7.2 Lattiat

märkätilan lattian tulee viettää kaivon päin vähintään 1:100 ja suihkun alueella 1:50 0,5 m:n säteellä kaivosta. Märkätilan oviaukon kynnyksen tulee estää veden valuminen muihin tiloihin. Määrätty lattian kaltevuus ei ole pakollinen wc-istuimen ja pyykinpesukoneen kohdalla. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ [märkätilat](#).)

Maanvaraisen betonilaatan valussa tulee ottaa huomioon laatan nurkkien käyristyminen kuivumisen johdosta. Käyristyvät reunat voivat aiheuttaa vedeneristysten rikkoutumisen. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ [märkätilat](#).)

2.7.3 Katto

Märkätilan Katto on yleensä alas laskettu katto. Kattojen välitilaan voidaan piilottaa ilmanvaihto- ja vesiputkistoa. Erityisesti kylmävesiputket tulee eristää diffuusiotiiviillä eristeellä, jotta kosteus ei tiivisty putkiston kylmille pinnoille. Välitilan tulee päästä tuulettumaan kuivaan huonetilaan. Märkätilan katon tulee kestää roiskevettä ja hetkittäistä kosteuden tiivistymistä. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ märkätilat.)

2.7.4 Vedeneristys

Mikäli seinän pinnoitemateriaali ei sovellu vedeneristeeksi, tulee sen alle tehdä erillinen, tarkoitukseen sopiva vedeneristys. Märkätilojen pinnoissa tulee käyttää kosteudenkestäviä materiaaleja. Vedeneristys tulee tehdä huolella etenkin seinän ja lattian liitoksissa ja läpivientien ympärillä. Näihin voidaan käyttää erillistä saumanauhaa. (14; 6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ märkätilat.)

Kaikissa vedeneristettävissä pinnoissa kannattaa käyttää saman järjestelmän vedeneristettä. Mikäli käytössä on erilaisia vedeneristeitä, on niiden yhteensopivuudesta otettava selvää. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ märkätilat.)

Ennen vedeneristyksen laittoa tulee varmistua alustan riittävästä kuivuudesta, tasaaisuudesta, puhtaudesta ja lujuudesta. Kallistukset tulee myös tarkistaa sekä läpivientien oikeanlainen asennus ja sijainti. Mahdollinen levyalustan jäykkyys kannattaa myös tarkistaa. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ märkätilat.)

Lattian vedeneristys nostetaan ympäröiville seinille vähintään 100 mm ja seinien vedeneristys limitetään sen päälle vähintään 30 mm. Seinän vedeneristys tulee olla lattian vedeneristyksen päällä, jotta seinältä valuva vesi ei pääse tunkeutumaan lattian vedeneristyksen alle. (6, [linkit](#)→ [rakenteet](#)→ [erityistilat](#)→ märkätilat.)

Vedeneristeen riittävä paksuus tarkistetaan ottamalla kolmionmallinen näytepala seinä- ja lattiapinnasta. Näytepaloja ei tule ottaa lattiakaivojen tai läpivientien läheisyydestä. Näytepala on sivumitaltaan 30 mm ja siitä mitataan ohuimmat kohdat luupilla. (15.)

Saunan paneeliseinien taakse ei tarvitse erillistä vedeneristettä. Paneelin ja seinässä olevan alumiinipaperin väliin jää tuuletusväli ja se on kosteusteknisesti toimiva ratkaisu. (6, linkit→ rakenteet→ erityistilat→ märkätilat.)

2.7.5 Läpiviennit ja lattiakaivot

Märkätilojen kosteuden kannalta kriittisimmissä paikoissa tulee välttää läpivientien tekoa. Lattiaan tulee tehdä vain viemäröinnin kannalta välttämättömimmät läpiviennit. Seinäpinnan ja läpiviennin väliin tulee jättää minimissään 40 mm:n väli, jotta vedeneristys saadaan tehtyä riittävän hyvin. Jos läpivienti kiinnitetään ruuveilla, tulee ruuvien reiät täyttää vedeneristeen kanssa yhteensopivalla tiivis-tyismassalla. Lattiakaivon tulee olla vähintään 500 mm:n päässä valmiista seinäpinoista, jotta vältetään liian suuret lattiakallistukset. Se sijoitetaan märkätilan kosteusteknisesti rasitetuimpaan kohtaan. (6, linkit→ rakenteet→ erityistilat→ märkätilat.)

2.8 Kosteat betonirakenteet

Rakenteen tulee kuivua riittävästi ennen sen pinnoittamista. Jos rakenne ei ole kuivunut tarpeeksi ja se pinnoitetaan liian tiiviillä pinnoitteella, kosteus voi tiivistyä lattian ja pinnoitteen väliin aiheuttaen kosteusvaurion. Rakenteen riittävä kuivuminen on tarkistettava mittauksen avulla. (6, linkit→ rakenteet→ alapohjat→ maanvastaiset alapohjat.)

Päällystemateriaaleille on yleensä annettu kriittiset arvot, kuinka kuiva alustan tulee olla ennen pinnoittamista. Kosteudenhallintasuunnitelmaan tulee laatia kuivumisaika-arviot sellaisille rakenteille, jotka päällystetään kosteuserkällä materiaalilla. (9, s. 99-100.)

Rakenteen kuivumista seurataan mittauksin. Suhteellista kosteutta mitataan joko anturilla rakenteeseen poratusta reiästä tai rakenteesta otetuista näytepaloista. Lähtökosteus ja riittävään kuivumiseen tarvittava aika saadaan selville ensimmäisellä kosteusmittauksella heti, kun rakennuksen vaippa on saatu umpeen ja kuivattaminen on aloitettu. Rakenteen kuivumista seurataan 2-4 viikon välein mit-

tauksin. Mittauksista voidaan tehdä päätelmiä kuivumisolosuhteiden muutoksista. Laajin ja tärkein mittaus tehdään ennen rakenteisen pinnoitustyön aloittamista. (16, s. 505.)

Kosteusmittaukset kannattaa teettää henkilösertifioidulla rakenteiden kosteusmittaajalla, jos halutaan saada varmuus mittausten luotettavuudesta. Mittaustulosten perusteella tehdään tärkeitä päätöksiä etenkin taloudellisesta näkökulmasta. Tämän takia mittaajan tulee olla erittäin pätevä ja hänellä tulee olla hyvät tiedot mittalaitteistaan sekä itse mittaamisesta. Hänen tulee osata myös tulkita ja tehdä johtopäätöksiä mittaustuloksista. (16, s. 505.)

2.9 Suojaus työmaalla

Rakennuttaja päättää suojauksen tason työmaalla jo hankesuunnitteluvaiheessa. Hän päättää rakennuksen valmiiden ja keskeneräisten rakenteiden sekä rakennusmateriaalien sääsuojauksesta ja varastoinnista. (17, s. 157.)

Rakentamiseen liittyviä riskejä voidaan vähentää hyvällä työmaan olosuhteiden hallinnalla. Olosuhteet tulee huomioida, mikäli halutaan toteuttaa terveellinen ja turvallinen rakennustuote. Tärkeä asia kosteudenhallinnassa ja riskien vähentämisessä työmaalla on huolellisesti toteutettu materiaalien ja rakenteiden suojaaminen. (17, s. 157.)

Suomen vuodenajat vaikuttavat pitkälti suojausmenetelmiin. Kesällä suojaudutaan suoralta vesisateelta sekä pintavesiltä, kun taas talvella suojaudutaan kylmältä ja lumisateelta. (17, s. 159.)

Mahdollisia kosteuden lähteitä ovat

- vesi- ja lumisateet
- kostea maa, jossa materiaali on kiinni
- ilman vesihöyryn tiivistyminen
- pintavedet
- työmaalla käytettävä vesi
- rakennusmateriaalin valmistamiseen käytettävä vesi
- muissa rakenteissa oleva vesi

- vesivuodot. (17, s. 159.)

Materiaaleja voidaan suojata kosteudelta

- irrottamalla rakennusmateriaalit maasta aluspuiden avulla
- varmistamalla alustan lujuus ja veden pois valuminen
- huolehtimalla, että materiaalin päällä on paikallaan pysyvä suojaus
- huolehtimalla materiaalin tuulettumisesta. (17, s. 159.)

3 KUIVAKETJU 10

Kuivaketju10 on rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren ajan. Toimintamallin ovat kehittäneet Ympäristöministeriö ja Oulun rakennusvalvonta yhteistyössä rakennusalan eri toimijoiden kanssa. Kehitystyössä on ollut mukana tilaajia, suunnittelijoita ja urakoitsijoita sekä muita rakennusvalvojia ja alan etujärjestöjä. (18.)

Toimintamallissa keskitytään kymmenen merkittävimmän kosteusriskin torjuntaan ja hallintaan, sillä näiden riskien poistaminen vähentää 80 % kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. (18.)

3.1 Kuivaketju10:n käyttöönotto

Kuivaketju10:n käyttäminen on tilaajan päätös. Tilaajan tulee kiinnittää hankkeeseen kosteuskoordinaattori, joka valvoo toimintamallin toteutumista koko rakennusprosessin ajan. Toimintamallin käytöstä tulee sopia hankkeen kaikkien osapuolien kanssa jo tarjouspyyntövaiheessa. Kuivaketju10:n käyttö tulee kirjata pakollisena vaatimuksena myös lopullisiin suunnittelu- ja urakkasopimuksiin. (19, linkit→ toimintaohjeet→ tilaaminen.)

Rakennusvalvonta vaatii jo lupavaiheessa hankkeeseen ryhtyvältä selvitystä kosteudenhallinnasta. Jos tilaaja aikoo noudattaa Kuivaketju10-toimintamallia, ei selvitykseen tarvitse muuta kuin ilmoitus sitoutumisesta toimintamalliin ja nimetä kosteuskoordinaattori. (20.)

Tilaajan velvollisuuksiin kuuluu antaa hankkeen suunnitteluun, työmaavaiheeseen ja rakennuksen käyttöönottoon realistinen aikataulu. Kokonaisaikataulun riittävyys täytyy arvioida koordinaattorin kanssa ensimmäisen kerran jo tilaamisvaiheessa. Myöhemmässä vaiheessa aikataulun realistisuus täytyy arvioida uudelleen yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa. Aikataulun riittävyttä pitää arvioida suhteessa esimerkiksi toteutuksen ajankohtaan, rakennuspaik-

kaan, arkkitehtuuri- ja rakenneratkaisuihin sekä materiaalivalintoihin. Epärealistinen aikataulu vaikeuttaa merkittävästi toimintamallin onnistumista. (19, linkit→ toimintaohjeet→ tilaaminen.)

3.2 Suunnittelu ja työmaatoteutus

Toimintamallin ytimessä ovat Kuivaketju10-riskilista ja -todentamisohe. Kuivaketju10-toimintamalli koostuu kymmenestä yleisimmästä kosteusriskistä suomalaisessa rakentamisessa. Kuivaketju10-riskilistaan on kirjattu nämä riskit sekä toimenpiteet, joilla nämä riskit voidaan välttää. (19, linkit→ toimintaohjeet→ suunnittelu.)

Todentamisohe koostuu suunnittelijan sekä urakoitsijan tarkistuslistoista. Siinä esitetään mitä tulee ottaa huomioon sekä suunnittelussa, että työmaalla, jotta keskeisimmät riskit saadaan torjuttua. Suunnitteluvaiheessa Kuivaketju10-toimintamalli koskee arkkitehti-, rakenne-, LVI-, sähkö- ja automaatio-suunnittelijoita. Heistä jokainen toteuttaa toimintamallia samalla tavalla. (19, linkit→ toimintaohjeet→ suunnittelu.)

Riskilistalta ja todentamisoheesta voidaan poistaa kohtia, jotka eivät ole rakennettavassa kohteessa lainkaan. Kun suunnittelijat ovat muodostaneet kohteeseen sopivan todentamisoheen, se hyväksytään yhdessä kosteuskoordinaattorin kanssa. Pääurakoitsija tulee perehdyttää suunnitelmiin, koska hänellä on työmaalla päävastuu Kuivaketju10:n noudattamisesta. (19, linkit→ toimintaohjeet→ suunnittelu.)

Urakoitsijan tehtävä on todentaa ja dokumentoida riskejä sisältävien työvaiheiden onnistunut toteutuminen. Vastuu todentamisesta tulee antaa yhdelle henkilölle. (19, linkit→ toimintaohjeet→ työmaatoteutus.)

3.3 Rakennuksen käyttöönotto

Käyttöönottoon liittyvien vaiheiden onnistunut toteutus todennetaan urakoitsijan tarkistuslistan mukaisesti. Tämän jälkeen säädetään talotekniset laitteet ja varmistetaan säätöjen onnistuminen mittauksin. Rakennuksen käyttäjät ja ylläpitäjät

perehdytetään rakennuksen käyttöön ja esitetään kohdat, jotka vaativat säännöllistä huoltoa ja tarkkailua. Lopuksi arvioidaan, kuinka hyvin toimintamallin toteutuksessa on onnistuttu. Arviointi perustuu kosteuskoordinaattorin seurantaan ja urakoitsijan dokumentteihin eri rakennusvaiheista. Onnistuneelle hankkeelle voidaan hakea Kuivaketju10-statusta. (19, [linkit](#)→ [toimintaohjeet](#)→ [käyttöönotto](#).)

Hankkeen vaiheista muodostetaan loppuraportti, jossa käydään läpi hankkeen ongelmakohdat sekä poikkeamat suunnitelmien ja toteutuksen välillä. Jos jotakin poikkeamaa ei ole korjattu, tulee se pystyä perustelemaan ja osoittamaan sen merkityksettömyys. Raportin hyväksyvät tilaaja, kosteuskoordinaattori, suunnittelijat ja urakoitsija. (19, [linkit](#)→ [toimintaohjeet](#)→ [käyttöönotto](#).)

3.4 Käyttö ja ylläpito

Toimintamalli asettaa vaatimukset myös rakennuksen ylläpidolle. Rakennuksen huoltokirjaan laaditaan kosteuskoordinaattorin, suunnittelijoiden ja rakennuttajan toimesta Kuivaketju10-osio. Siinä on lueteltu riskikohdat, jotka vaativat huomiota ja huoltoa myös rakennuksen käytön aikana. Näihin kohtiin tulee tehdä säännölliset tarkistukset sekä huollot. Nämä toimenpiteet tulee todentaa ja dokumentoida samalla tavalla kuin rakentamisaikaiset vaiheet. (19, [linkit](#)→ [toimintaohjeet](#)→ [käyttö](#).)

Käytön aikainen toimintamallin toteutuminen tulee arvioida säännöllisesti, jotta Kuivaketju10-status säilyy. Ensimmäinen arviointi tehdään noin kaksi vuotta valmistumisen jälkeen ennen takuuajan päättymistä. Siitä eteenpäin tarkistukset tehdään viiden vuoden välein. Nämä tarkistukset ovat kuitenkin vapaaehtoisia. Mikäli rakennuksella halutaan säilyttää Kuivaketju10-status, kannattaa tarkistukset tehdä. (19, [linkit](#)→ [toimintaohjeet](#)→ [käyttö](#).)

4 KOSTEUSRISKIEN KARTOITUS

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa kosteuteen liittyvät riskit puuelementtirakenteisen pientalon suunnittelussa ja rakentamisen aikana sekä löytää keinot riskien torjuntaan. Työn tilaaja, Invera Oy, on rakennusliike, joka on talonrakennuksen osalta erikoistunut pientalojen (rivi-, luhti- ja paritalo) rakentamiseen. Näin ollen riskien kartoituksessa keskityttiin ainoastaan puurakenteisten pientalojen mahdollisiin riskeihin. Riskejä käytiin läpi siinä järjestyksessä, miten ne tulevat vastaan työmaan edetessä.

Yleisimpiä kosteusriskejä tarkasteltaessa kävi ilmi, että suuri osa riskeistä saa alkunsa jo suunnitteluvaiheesta tulleesta virheestä. (21.) Esimerkiksi jokin seinärakenne voi olla suunniteltu niin, että siihen syntyy kylmäsilta tai viistosade pääsee tunkeutumaan rakenteeseen synnyttäen kosteusvaurion. On tärkeää, että kaikkia mahdollisia riskejä lähdetään tarkastelemaan jo suunnitteluvaiheesta asti ja pyritään suunnittelemaan rakenteet niin, että ne toimivat kosteusteknisesti oikein. Seuraava vaihe vahinkojen torjumisessa onkin toteuttaa rakentaminen suunnitelmien mukaan hyväksi todettua rakentamistapaa noudattaen. Monesti kosteusvauriot johtuvatkin huolimattomasti tehdystä työstä.

Invera Oy vastaa pääsääntöisesti maatoista työmaillaan. Tästä syystä on tärkeää, että kaikki pohjatöistä johtuvat riskit on kartoitettu tarkasti ja ne on otettu huomioon riskilistassa. Perehdyttäessä pohjatöiden riskeihin huomattiin, että suurimmat riskit liittyvät maakerrosten paksuuksiin ja kallistuksiin sekä salaojituksien toimivuuteen. Kun pohjatyöt ovat kunnossa, sade- ja sulamisvedet kulkeutuvat rakennuksista pois päin ja ajautuvat ojiin ja kaivoihin.

Rakennusten ulkoseinät Invera Oy tilaa yleensä suurelementteinä elementtitehtaalta, mikä edesauttaa Kuivaketju10-mallin toteutumista rakentamisessa. Tehtaalla tehtynä seinät ovat varmasti rakennettu kuivissa olosuhteissa eikä näin ollen rakennusvaiheessa ole riskejä kosteuden suhteen. Elementtien oikea-aikainen toimitus työmaalle onkin tärkeää, jotta elementtejä ei tarvitse varastoida työ-

maalla pitkiä aikoja säiden armoilla. Sääsuojien poiston jälkeen, ennen asennusta, on hyvä tarkistaa elementtien kunto kuljetuksen jäljiltä. Erityisesti höyrynsulkumuovi on riskialtis kuljetusvaurioille.

Elementeistä rakennettaessa on myös huomattu se hyvä puoli, että kun elementteihin asennetaan ikkunat valmiiksi tehtaalla, saadaan rakennuksen vaippa nopeammin umpeen ja sisätiloja voidaan alkaa kuivaamaan.

Seinien pystytyksen jälkeen on tärkeää saada nopeasti seinät sateelta suojaan. Pientalokohteessa vesikatto saadaan päivän aikana aluskatteelle, joten työmaalle ei tarvita suuria sääsuoja. Katemateriaalin valinnassa tulee ottaa huomioon katon kaltevuus. Suuri riskitekijä vesikatossa on kattoon tehtävät läpiviennit. Läpivientien asennuksessa tulee noudattaa tarkoin läpivientikappaleiden valmistajan asennusohjeita ja tiivistykset tulee tehdä huolella. (6, linkit → rakenteet → yläpohjat ja vesikatto → tuulettuva yläpohja.)

Liian tiivis aikataulu tuottaa myös usein ongelmia. Luultavasti suurin kiireestä johtuva riskikohta on betonin kuivuminen. Moni lattian kosteusvaurio johtuu siitä, että maanvarainen betonilaatta ei ole kuivunut tarpeeksi kauan ennen sen pinnoittamista. Näin ollen betonista haihtuva vesi jää pinnoitteen alle ja aiheuttaa kosteusvaurion. Betonin kuivumisen seuraaminen ja mittaaminen onkin todella tärkeää nykyajan rakentamisessa. (9, s. 99.)

Aikaisemmin vesivahinkoja aiheutui paljon rikkoutuneiden tai huonosti liitettyjen vesiputkien takia. Nykyään kaikki käyttövesiputket asennetaan suojaputkeen ja vesiputken rikkoutuessa vesi purkautuu suojaputkea pitkin näkyville, jolloin rikkoutunut putki voidaan helpommin paikantaa eikä vuoto ehdi aiheuttaa suurempaa vauriota. (22. s. 45)

Tärkeä osa rakennusaikaista kosteudenhallintaa on työmaan rakennusmateriaalien oikeanlainen suojaaminen. Mikäli materiaalit pääsevät kastumaan ja niitä käytetään rakennuksen valmistukseen, voi materiaalissa oleva kosteus vaurioittaa rakenteita. Kaikki työmaalla oleva materiaali tulee suojata sääoloilta oikeaoppisesti. Materiaali täytyy olla irti maasta, suojattuna sateelta sekä sen tulee päästä tuulettumaan. (17.)

Nykyään uusiin taloihin tulee lähes poikkeuksetta koneellinen ilmanvaihto. Ilmanvaihdon oikeanlainen säätö ja toimivuus ovat tärkeitä rakennuksen kosteusteknisen hyvinvoinnin kannalta. Ilmanvaihto tulee olla säädettyä hieman alipaineiseksi, jotta ilman virtaussuunta on ulkoa sisälle. Sisäilma saattaa kuitenkin paikoitellen olla ylipaineinen, jolloin on tärkeää, että seinärakenteen höyrynsulkukerros on tehty tiiviiksi. Jos höyrynsulussa on reikiä, pääsee kostea sisäilma virtaamaan ulospäin ja kastepisteen saavutettuaan se tiivistyy vedeksi rakenteeseen. (3, [linkit](#)→ perustietoa sisäilmasta→ ilmanvaihdon perusteet.)

5 TARKISTUSLISTAN LAATIMINEN

Työn tilaaja Invera Oy haluaa panostaa laadukkaaseen ja terveelliseen rakentamiseen sekä varmistaa rakennusten toimivuuden ja terveellisyyden rakennuksen koko käyttöiän ajan. Tästä syystä on syntynyt tarve laatia yrityksen käyttöön rakennuksen suunnittelua ja rakentamista ohjaava kosteudenhallintatyökalu. Työn lopputuotteena syntyi tilaajan käyttöön rakennuksen suunnittelun ja rakentamisaikaisten kosteuteen liittyvien riskikohtien tarkistuslista, jonka avulla varmistetaan yleisimpien kosteusriskien poistaminen. Tarkistuslistan liitteeksi laadittiin teoriaperuste tarkistuslistan tueksi. Se on eräänlainen tietopaketti sellaisista rakentamisvaiheista ja rakenteista, jotka liittyvät kosteudenhallintaan ja voivat olla epäselviä joillekin työmaalla työskenteleville.

Tarkistuslistan kohdat on koostettu yleisimpien kosteusriskien mukaan sekä opinäytetyön tekijän ja tilaajan kokemusten pohjalta. Kohtien koostamiseen vaikuttavat tilaajan rakentamistavat. Tarkistuslistan kohdat ovat pääsääntöisesti siinä järjestyksessä, missä järjestyksessä ne tulevat työmaalla vastaan.

Tarkistuslista koostuu neljästä osa-alueesta, jotka ovat maa- ja perustustyöt, ulkoseinät, vesikate ja sisätyöt. Listaan on kerätty 30 tarkistuskohtaa työmaan eri vaiheista. Listassa on esimerkiksi rakennuksen ulkovaipan eri kerrosten tarkistukset vuotojen varalta sekä pesutilojen vedeneristykseen liittyviä tarkistuskohtia.

Jos tarkistuskohdan perässä on numero, löytyy kohdasta lisätietoa teoriaperusteesta, joka on liitteenä tarkistuslistassa. Lisätietoa on esimerkiksi erilaisista rakenteista ja liitoksista sekä vesikatteen asennuksesta.

Tarkistuslistan tarkoitus on helpottaa jokaisen työmaalla työskentelevän työtä ja muistuttaa rakennuksen kannalta kosteusteknisesti tärkeistä asioista kaikissa työmaan vaiheissa. Työmaan vastaavalle työnjohtajalle se on apuväline riskikohtien läpikäymiseen ja tarkistamiseen. Työntekijöille se taas on tietolähde kosteuteen liittyvissä rakennusvaiheissa.

Tulevaisuudessa lista on aika-ajoin tarpeellista tarkistaa ja päivittää. Säännökset, määräykset ja ohjeet saattavat ajan saatossa muuttua, jolloin uudet rakentamistavat on hyvä päivittää tähän tarkistuslistaan.

Tarkistuslista löytyy opinnäytetyön liitteestä 1. Teoriaperustetta ei julkaista.

6 YHTEENVETO

Työn tilaaja on nuori rakennusliike Invera Oy, joka haluaa panostaa laadukkaaseen ja terveelliseen rakentamiseen. Yritys rakentaa puurakenteisia pientaloja Oulun talousalueelle. Tästä syystä työssä keskityttiin ainoastaan puurakenteisiin pientaloihin (omakoti-, rivi-, luhti- ja paritalo).

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa uudiskohteen yleisimmät rakennusaikaiset kosteudenhallintaan liittyvät riskit sekä keinot, joilla nämä riskit torjutaan. Tavoitteena oli koostaa rakentamisaikaisten riskien tarkistuslista, jonka avulla varmistetaan yleisimpien kosteusriskien poistaminen.

Työn pohjana käytin Oulun rakennusvalvonnan ja ympäristöministeriön luomaa Kuivaketju10-toimintamallia. Aiheesta löytyi paljon materiaalia netistä sekä painetuista oppaista ja rakennustietokannasta. Riskien kartoituksessa käytin hyväksi myös omaa sekä tuttujen alan ammattilaisten tietämystä ja työkokemusta.

Lopputuotteena syntyi rakennuksen rakentamisaikaisten riskikohtien tarkistuslista Invera Oy:n käyttöön (liite 1). Liitteeksi tarkistuslistaan laadin tarvittaviin tarkistuskohtiin teoriaperusteen, josta voi tarkistaa riskeihin liittyviä perusteita. Tarkistuslista liitteineen toimii työmaalla kosteudenhallinnan työkaluna.

Aihe oli todella mielenkiintoinen sen ajankohtaisuuden takia. Viime aikoina kosteus- ja sisäilmaongelmat, etenkin julkisissa rakennuksissa, ovat olleet paljon esillä. Ongelmat johtuvat juurikin kosteusteknisistä virheistä rakentamisessa sekä ilmanvaihdon puutteellisesta toimivuudesta. Näistä syistä nykyään halutaan panostaa entistä enemmän rakennuskannan terveellisyyteen ja pitkäikäisyyteen.

Aiheena rakennustyömaan kosteudenhallinta on todella laaja. Työtä helpotti aiheen rajaaminen pelkästään puurakenteisiin pientaloihin. Yllättävää oli huomata, miten kosteudenhallinta liittyy lähes jokaiseen työvaiheeseen tai rakennuksen osaan jollakin tavalla. Siksi on tärkeää, että se otetaan huomioon koko rakentamisen ajan ja siihen suhtaudutaan vakavasti.

LÄHTEET

1. Huhtamäki, Henri 2017. Rakennusaikaiset kosteudenhallinnan vaatimukset ja menetelmät. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Rakennusalan työnjohto. Saatavissa <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/135086/Rakennusaikaiset%20kosteudenhallinnan%20vaatimukset%20ja%20menetelmat%20Henri%20Huhtamaki.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Hakupäivä 21.3.2018.
2. Seppälä, Pekka 2013. Rakentamisprosessin kosteudenhallinta - rakennuttajan laatuvalinnat, suunnittelu, työmaatoteutus ja ylläpito. Saatavissa: <http://www.rescaoulu.fi/wp-content/uploads/Rakentamisprosessin-kosteudenhallinta-Pekka-Sepp%C3%A4l%C3%A4-11.11.2013.pdf>. Hakupäivä 4.12.2017.
3. Sisäilmayhdistys ry – puolueetonta tietoa sisäilmasta. Saatavissa: www.sisailmayhdistys.fi. Hakupäivä 5.12.2017.
4. Rakentaja.fi. Saatavissa: <https://www.rakentaja.fi>. Hakupäivä 5.12.2017.
5. Kuivaketju10-riskilista. 2017. Kuivaketju10. Saatavissa: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/03/Kuivaketju10-Riskilista_20170308.pdf?x70712. Hakupäivä 5.12.2017.
6. Rakentamisen kosteudenhallinta. 2018. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/>. Hakupäivä 5.1.2018.
7. Toimivat katot 2013. Kattoliitto ry. Saatavissa: http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf. Hakupäivä 5.1.2018.
8. Rakennusten tiiviysmittaus. 2013. Rakennustieto.fi. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130504.pdf>. Hakupäivä 10.1.2018.

9. RIL 250-2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
10. Vinha, Juha 2009. Rakennusten rakennusfysikaalisen suunnittelun ja rakentamisen periaatteet. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090302.pdf>. Hakupäivä 21.3.2018.
11. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187/D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 10.1.2018.
12. Pex-käyttövesijärjestelmä käsikirja. 2009. Uponor. Saatavissa: <https://www.uponor.fi/-/media/country-specific/finland/download-centre/tap-water-pex/installation-manuals/6002-pex-kasikirja-04-2009.pdf>. Hakupäivä 23.1.2018.
13. Putkiston täyttö ja painekoe. Wehopex.fi. Saatavissa: <https://www.wehopex.fi/documents/155143/221843/Putkiston+t%C3%A4ytt%C3%B6+ja+painekoe+ja+ohjeet+ennen+k%C3%A4yt%C3%B6nC3%B6nottoa.pdf/dfbbf6c2-3423-4849-9cca-29b545054e80>. Hakupäivä 23.1.2018.
14. Kylpyhuone oikeaoppisesti. 2016. Suomirakentaa.fi. Saatavissa: <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/kylpyhuone-ja-sauna/maerkautilojen-rakentaminen>. Hakupäivä 23.3.2018.
15. Märkätilojen vedeneristeen tarkistusmenetelmät – Kuivakalvon paksuuden määrittämien. 2016. VTT. Saatavissa: <http://www.vttexpertservices.fi/Documents/Palvelut/Sertifiointi/Mittausohje-%20vedeneristeen%20paksuus.pdf>. Hakupäivä 24.3.2018.

16. Merikallio, Tarja. Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Humittest Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050502.pdf>. Hakupäivä 1.2.2018.
17. Shalstedt, Satu – Lindberg, Rita 2013. Materiaalien suojaus työmaalla. Mittaviiva Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>. Hakupäivä 1.2.2018.
18. Seppälä, Pekka – Saari, Sami 2017. Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. Rakennustekniikka. Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/teemat/kuivaketju10-vahentaa-merkittavasti-kosteusvaurioita.html>. Hakupäivä: 21.3.2018.
19. Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. Kuivaketju 10. Saatavissa: <http://kuivaketju10.fi/>. Hakupäivä 7.2.2018.
20. Kosteudenhallinta Espoossa. Rakennusvalvonnan ohje. Espoo. Saatavissa: <http://www.espoo.fi/download/noname/%7BB0D85235-0F02-441A-A66C-53E87CF1498E%7D/90027>. Hakupäivä 22.3.2018.
21. Vältä kosteusongelmat hyvällä suunnittelulla. 2014. Rakentaja.fi. Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/11980/valta_kosteusongelmat_hyvalla_suunnittelulla.htm#. Hakupäivä 29.3.2018.
22. Kinnunen, Matti 2017. Pientalojen kosteusvauriotutkimus. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka. Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130070/Kinnunen_Matti.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Hakupäivä 22.3.2018.

RAKENNUSAIKAISTEN KOSTEUSRISKIEN TARKISTUSLISTA



RAKENNUS- HANKKEEN TIEDOT	Rakennuspaikan osoite
	Työmaan aloituspäivämäärä
YHTEYSTIEDOT	Vastaava työnjohtaja/puhelin

Työvaihe / tarkistuskohta	Kommentti	Kuittaus ja päivä- määrä
MAA- JA PERUSTUSTYÖT		
Maapohjan kaadot suunnitelmien mukaiset.		
Salaojaputkien asennus suunnitelmien mukainen. Mitataan korot nurkkapisteissä. (1.)		
Kapillaarikatkon peitepaksuus suunnitelmien mukainen.		
Maanpinnan kallistukset rakennuksista pois päin. (2.)		
Piiloon jäävät kaivot dokumentoidaan.		
Betonilaatan alle jäävä höyrynsulkukaista asennettu. (3.)		
ULKOSEINÄT		
Alajuoksun ja perustuksen välinen bitumihiuopakaista asennettu. (3.)		
Elementtien kuljetus- ja asennusajaiset sääsuojat tarkistettu.		
Runkopuun laatu tarkistettu.		
Eristekerroksen tiiveys runkoa vasten tarkistettu.		
Tuulensuojalevyjen saumojen tiiveys tarkistettu.		
Ikkunat, ovet ja läpiviennit asennettu suunnitelmien mukaan.		
Ikkunoiden ja ovien pellitysten kaltevuus ja kunto tarkistettu. (4.)		

Työvaihe / tarkistuskohta	Kommentti	Kuittaus ja päivämäärä
Seinien kulmat ja verhouksen liitokset tarkistettu vuotojen varalta.		
Ulkoverhouksen esteetön tuulettuminen tarkistettu.		
Välipohjien liittymät seinään tarkistettu vuotojen varalta. (5.)		
Ilmansulun jatkokset tehty paineliitoksella. Mahdolliset vauriot ilman sulussa teipattu tiiviisti. (6.)		
Lämpökuvaus ja tiiveysmittaus suoritettu.		
VESIKATE		
Aluskatteen limitys riittävä. Aluskate ulottuu riittävästi ulkoseinän ulkopuolelle. Aluskatteen kunto tarkistettu. (7.)		
Vesikatteen kallistukset suunnitelmien mukaiset.		
Vesikatteen läpiviennit asennettu valmistajan ohjeiden mukaan ja tiivistetty hyvin.		
SISÄTYÖT		
Käyttövesiputket asennettu suojaputkiin ja suojaputkien katkaisukorkeudet suunnitelmien mukaiset. (8.)		
Käyttö- ja lämmitysvesiputket koeponnistettu asennuksen jälkeen. Koe on tehtävä siten, että vesijohdot liitoksineen ovat eristämättömiä ja helposti havaittavissa. (9.)		
Vesijohtoputket kannakoitu ja kiinnitetty suunnitelmien mukaisesti. (10.)		
Lattiapinnan korkeustasot ja tasaisuus tarkistettu ennen vedeneristystä.		
Lattian kallistukset pesutiloissa suunnitelmien mukaiset. (11.)		
Vedeneristyksen liittyminen lattia-kaivoon, hanakulmarasioihin ja läpivienteihin sekä ylösnostot seinillä suunnitelmien mukaiset. (12. ja 13.)		
Betonilaatan suhteellinen kosteus todennettu riittävän alhaiseksi ennen pinnoittamista. (14.)		
Vedeneristyksen laatu tarkistettu ennen laatoitusta.		

Työvaihe / tarkistuskohta	Kommentti	Kuittaus ja päivä- määrä
VARASTOINTI		
Työmaalla varastoitavat materiaalit suojattu. (15.)		

