

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusinsinööri, AMK

2020

Tuomas Kuronen

KOSTEUSTEKNINEN OHJEISTUS PIENTALOTYÖMAALLE

– Riskien tunnistaminen ja kosteusvaurioiden
ennaltaehkäisy

Tuomas Kuronen

KOSTEUSTEKNINEN OHJEISTUS PIENTALOTYÖMAALLE

- riskien tunnistaminen ja kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy

Rakentamisen laatua on tutkittu useiden tutkimusten avulla, eikä rakentamisen laatua voida pitää yksiselitteisen hyvänä. Osassa tutkimuksista syiksi huonoon laatuun on esitetty kireitä aikatauluja, huonoa ammattitaitoa, säästämistä vääristä paikoista sekä kosteuden aiheuttamia ongelmia. Pidempi aikainen kosteusrasitus aiheuttaa erittäin suurella todennäköisyydellä vaurion, sillä rakennusten rakenteissa vallitsee mikrobeille sopivat olosuhteet. Mikrobit pitävät samasta lämpötilasta kuin ihmiset, ja ravinnoksi niille kelpaa melkein kaikki eloperäinen, jopa huonepöly. Oikeiden toimintatapojen noudattamista rakentamisessa ohjeistetaan erilaisten lakien, asetusten, määräysten ja ohjeiden avulla. Osa niistä on velvoittavia ja osa taas antaa ohjeita terveellisten talojen rakentamiseen. Tämä opinnäytetyö käsittelee kosteudenhallintaa pientalotyömaalla.

Skanditalot haluaa parantaa laatua kosteudenhallinnan osalta ja selvittää, miten asiat työmaalla ja osittain suunnittelussakin tulisi hoitaa, jotta ongelmilta vältytään. Työn tuli olla sellainen, että siitä löytyy oikeat toimintatavat eri rakenteille ja se olisi käyttökelpoinen koko yrityksen henkilöstölle. Opinnäytetyössä pohditaan asioita kosteuden siirtymisestä rakenteisiin ja siitä lopulta aiheutuviin mahdollisiin terveysongelmiin. Työssä on painotettu syy-seuraussuhdetta.

Työmaalta löytyy rakennuskosteutta ja muuta kosteutta. Rakennuskosteudella tarkoitetaan kosteutta, joka on rakenteissa sen valmistustavan takia ja se tulee kuivattaa sieltä mahdollisimman nopeasti pois. Muulla kosteudella tarkoitetaan kosteutta, joka erilaisten sateiden, vuotojen tai muun kulkeuman kautta päätyy rakenteisiin. Myös nämä kosteudet tulee kuivattaa nopeasti pois, mutta näiltä tulisi lähtökohtaisesti suojautua erilaisten toimitatapojen ja suojausten avulla. Kosteusmittaaminen on normaali työtapo tämän päivän rakentamisessa, jolla rakenteiden riittävä kuivuus voidaan todentaa. Kosteusmittauksia voivat tehdä yrityksen omat työntekijät tai ulkopuolinen ammattilainen riippuen tilaajan vaatimuksista.

Kosteustekninen ohjeistus luotiin tutkimalla lähteistä oikeaoppisia toimintatapoja eri rakenteille. Tutkimuksen perusteella löytyneet ohjeet koottiin yhdeksi paketiksi, joka kattaa työt aina maatoista sisätöihin asti. Ohjeista luotiin vielä liitteeksi (liite 1) tiivistetty taulukko, josta rakenteiden ohjeet löytyvät tiiviisti koottuna. Tiivistetty taulukko voidaan pitää seinällä esillä, jossa se ei pääse unohtumaan, eikä ohjeita tarvitse etsiä. Ohjeistukselle voisi tulevaisuudessa vielä luoda taulukon, josta löytyvät eri rakenteet ja johon tekijät ja valvoja kuittaisivat nimensä, kun ovat kohdan osalta valmiita.

ASIASANAT:

home, kosteus, kosteusmittaus, mikrobi, rakennuskosteus, suhteellinen kosteus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

2020 | 29 pages, 3 appendices

Tuomas Kuronen

MOISTURE CONTROL IN BUILDING CONSTRUCTION

- determining risks and practices

Depending on research the quality of construction is either good or bad. Usually people think that the reasons for bad quality are bad workmanship, too short schedules or moisture problems. This thesis is about moisture control. The subscriber wanted to improve the expertise of their employees. The thesis is based on the idea of cause and effect. Lengthy exposure of moisture in structures will affect microbial appearance. Microbes live in the same kind of conditions as humans. Microbes eat every kind of organism, even house dust. Authorities control construction with different kind of laws, regulations and instructions so that constructors would build healthy buildings. Some of them are binding and others are assistive.

In construction there are two kinds of humidity; one is in structures because of their construction method and the other is there, for example as a result of rain or leaks. Moisture should be dried fast. Humidity measuring is a standard procedure in construction and can be performed by an employee, or ordered from a different company. Usually relative humidity (RH) is measured. It shows the amount of moisture in the air in grams compared to the amount of moisture the air contains as water vapor at a specific temperature.

For the instruction section different sources were studied. The instruction section presents proper construction methods for different structures. The construction methods are presented from the foundation to the interior work. Based on the instructions an appendix (liite 1) was compiled, which is a reduced table of the instructions. The table could be hanged on the wall for easy use. A future addition could be a table, where every structure would be separated and signatures of workers and supervisor would be placed there after specified structures are made.

KEYWORDS:

humidity, humidity measuring, microbe, moisture, mould, relative humidity

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KOSTEUS	9
2.1 Kosteuden eri muodot ja mittaustavat	9
2.2 Suhteellinen kosteus ja sen mittaaminen	10
3 PIENTALON RAKENNUSVAIHEET KOSTEUDENHALLINAN NÄKÖKULMASTA	13
3.1 Maapohja	13
3.2 Perustukset ja alapohja	15
3.3 Kantava runko	16
3.4 Julkisivuverhous	18
3.5 Yläpohja ja vesikatto	20
3.6 Märkätilat	21
3.7 Aikataulut ja ajankohta	23
3.8 Materiaalien käsittely	24
4 KEHITTÄMISHANKE	26
5 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1. Kosteustekninen ohjeistus.

KAAVAT

Kaava 1. Suhteellisen kosteuden (RH) laskemisen kaava.	11
Kaava 2. Ryömintätilan tuuletusaukkojen laskentakaava.	16

KUVAT

Kuva 1. Vaisalan porareikämittauskalusto.	10
Kuva 2. Maanvaraisen alapohjan salaojitus.	14
Kuva 3. Ryömintätilaisen alapohjan salaojitus ja tuuletus.	14
Kuva 4. Höyrinsulkumuovin ja seinän eristelevyn liitos.	17
Kuva 5. Alaohjauspuun eristäminen bitumikaistaleella.	18
Kuva 6. Tuuletusvälillä varustettu julkisivurakenne.	20
Kuva 7. Rakennushankkeen sijoittaminen vuodenaikojen mukaan.	24
Kuva 8. Rakennusmateriaalien vaatimat suojaukset.	25

TAULUKOT

Taulukko 1. Suhteellinen kosteus ja absoluuttiset vesimäärät.	11
Taulukko 2. Eri tilojen kosteuseristys vaatimukset.	22

1 JOHDANTO

Rakentamista ei pidetä kansan keskuudessa kovinkaan laadukkaana. Huonoon laatuun on esitetty syiksi kireää aikataulua, huonoa ammattitaitoa, säästämistä vääristä paikoista ja urakoiden pilkkomista. (Malmi 2013.) Näiden seurauksena valmistuu rakennuksia, joissa esiintyy kosteusvaurioita. Lait ja asetukset ovat vuosien saatossa kiristyneet ja niiden avulla on pyritty parantamaan laatua, mutta ongelmista ei kuitenkaan ole täysin päästy. Tilaajayritys Skanditalot Oy on rakennusyrittäjä, joka toimii Turun talousalueella. Yritys valmistaa puurunkoisia pientaloja, joiden osalta se hoitaa työt aina suunnittelusta myyntiin saakka. Tässä työssä on lähdetty selvittämään, mitkä asiat työmaalla, ja osittain suunnittelussakin, tulisi ottaa huomioon, sekä miten saada henkilöstö ymmärtämään rakennusvirheistä aiheutuvan kosteuden ja rakennusten käyttäjillä myöhemmin esiintyvien terveysongelmien yhteys.

Kosteuden käsite on laaja-alainen pitäen sisällään rakennuskosteuden ja muun kosteuden. Rakennuskosteutta ei erinäisten rakenteiden valmistamisen tai rakentamisen takia voida välttää, mutta niidenkin osalta voidaan valita eri tyyppisiä ratkaisuja, joiden avulla kosteutta voidaan tarvittaessa vähentää. (Kosteudenhallinta 2015.) Muuhun kosteuteen luetaan valmistumisen jälkeen tulevat vesi- ja lumisateet, maasta nouseva kosteus, pintavedet ja ilman kosteus. Kosteuden aiheuttamiin ongelmiin voidaan oikeaoppisella rakentamistavalla vaikuttaa ja sen avulla pienentää kosteusvahinkojen riskiä. (Kosteudenhallinta 2019.) Työmaalla kosteutta mitataan erilaisilla mittausmenetelmillä ja laitteilla.

Ymmärtääkseen oikeaoppisen rakennustavan merkityksen, työntekijän tulee ymmärtää väärän rakennustavan aiheuttamat seuraukset. Kosteus ja sopiva lämpötila, yhdessä orgaanisen aineksen kanssa, saavat aikaan otollisen alustan mikrobikasvustolle. Mikrobeiksi luetaan muun muassa bakteerit, sienet, virukset, levät ja alkueläimet. Mikrobeiksi luettavat eliöt voivat olla keskenään hyvin erilaisia, mutta niitä yhdistää hyvä lisääntymiskyky. Mikrobien yleisyyttä rakennuksissa voidaan selittää niiden hyvällä muuntautumiskyvyllä, joka auttaa niitä selviytymään vaihtuvissakin olosuhteissa. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Bakteerit ovat sieniä pienempiä ja niiden läpimitta on luokkaa 1 µm. Streptomyces-lajin bakteerit aiheuttavat maakellarin ja mullan tyyppistä hajua. Sienille on ominaista rihmasto ja lisääntymiseen käytettävät itiöt. Yksi sienipesäke voi tuottaa satoja tuhansia itiöitä. Homeet ovat rihmasieniä ja ne lisääntyvät suvuttomasti itiöiden avulla. Homeet

elävät materiaalien pinnoilla eivätkä sinänsä aiheuta rakenteiden lujuuden menetystä. Homehtuneeseen materiaaliin ilmestyy kuitenkin myöhemmin lahottajasientä, joka tuhoaa rakenteita. Lahottajasieni käyttää ravinnokseen puusta saatavaa selluloosaa ja ligniiniä, jonka takia voidaankin kuvata sen syövän rakenteita. (Sisäilmayhdistys 2008.) Sinistäjäseni on yleinen sienilaji, jota esiintyy rakentamisessa. Se kasvattaa rihmastonsa sienille normaaliin tapaan rakenteen sisään, mutta ei kuitenkaan aiheuta rakenteen lujuuden menetystä. Mänty on erityisen altis sinistäjäsenielle ja yleensä sinistäjäsiientä tulee puuhun työmaalla sen varastoinnin aikana. (Puuinfo 2019.) Ihmisen terveydelle haittaa tuovat mykotoksiinit ovat sienten aineenvaihduntatuotteita. Kaikki mikrobit eivät kuitenkaan tuota terveydelle haitallisia yhdisteitä kasvun aikana. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Mikrobikasvuston synty edellyttää riittävää kosteutta, lämpötilaa ja ravintoa. Ilmankosteuden ollessa alle 30 % ei mikrobien kasvu ole enää mahdollista. Suhteellisen kosteuden ollessa yli 70 % voidaan mikrobikasvuston syntyä pitää oletettavana. Suhteellista kosteutta tärkeämpi on kuitenkin materiaalin kosteus. Tästä syystä mikrobikasvustoa voi esiintyä suhteellisen kuivissakin tiloissa. Lyhytaikainen kosteusrasitus ei yleensä aiheuta ongelmia, mutta pidempiaikainen kosteus aiheuttaa sitä erittäin suurella todennäköisyydellä. Lyhytaikaisena kosteusrasituksena voidaan pitää muutaman vuorokauden mittaista jaksoa. Mikrobit sietävät $-5-50\text{ C}^\circ$ lämpötiloja. Homesienelle otollinen kasvulämpötila on $+5-35\text{ C}^\circ$, mutta parhaiten ne kasvavat $+20-25\text{ C}^\circ$:een lämpötiloissa. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Homesienille ja aktinobakteereille kelpaa varsin laaja pH-alue, sillä ne voivat elää 1,4–10 pH:n happamuudessa, mutta otollisin kasvuolosuhde on, kun pH on 4–7. Betoni on materiaalina erityisen emäksinen. Sen pH on juuri valettuna luokkaa 13–14 ja karbonisoituneenakin 12. Sen emäksisyyden takia bakteerit eivät siinä elä, mutta sen pinnalta löytyvät epäpuhtaudet antavat niille riittävän kasvualustan. Ravinnoksi mikrobeille riittää jopa pelkkä huonepöly, mutta muukin eloperäinen materiaali kelpaa. Esimerkiksi rakennuksista löytyvät puu, tapetti, kipsilevy ja pahvi ovat mikrobeille kelpavaa ravintoa. Mikrobit leviävät helposti ilman mukana, mikä aiheuttaa ongelman leviämisen rakenteissa. Lämpötilan ja ravinnon avulla mikrobikasvustoa on vaikea pitää poissa, joten paras keino on pitää kosteus poissa rakenteista. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Kosteudenhallintaa työmaalla ja rakentamisessa ohjataan erinäisten lakien, asetusten määräysten ja ohjeiden avulla. Ne kuitenkin muuttuvat vuosien saatossa ja niiden osalta tuleekin olla tarkkana ja tietoinen rakennushetkellä voimassa olevista säännöistä. Kaikki edellä mainitut eivät kuitenkaan välttämättä ole velvoittavia, vaan osa on ohjeistuksia,

jotka on tehty työn helpottamiseksi ja paremman laadun varmistamiseksi. Näitä ohjeistuksia antavat erilaiset rakentamisen organisaatiot ja materiaaleja valmistavat yritykset. Nämäkin ohjeistukset voivat olla sitovia, jos niin on sopimusasiakirjoihin kirjattu. (RIL 2011, 227–237.) Tässä työssä pyritään löytämään ja kokoamaan paketti, joka vastaa tilaajayrityksen tarpeita kosteudenhallinnan osalta.

Tässä työssä tavoitteena on kerätä pientalotyömaalla kosteuden kannalta riskialttiit paikat, joiden osalle laaditaan ohjeistus, jossa riskikohdille annetaan toimintaohjeet. Toimintaohjeiden avulla kosteusriskit pystytään välttämään. Ohjeistuksia etsitään useista kirjallisuus- ja internetlähteistä. Eri lähteissä asioita käsitellään tiettyjen kohtien osalta erittäin tarkasti, mutta kuitenkin kokonaisuuden kannalta suppeasti, jonka takia erilaiset rakenteet löytyvät omista lähteistään. Työssä kootaan eri rakenteista yhtenäinen kokonaisuus, joka toimii ohjeistuksena henkilöstölle. Toimintaohjeista tehdään myös tiivistetty taulukko, jossa riskikohdat on käsitelty pääosin. Taulukko on helposti luettava ja siitä löytää nopeasti vastauksen riskikohdille.

2 KOSTEUS

Rakentamisessa ja rakennusten käytössä on aina kosteusriski, eikä sitä pystytä välttämään, mutta sitä voidaan hallita. Rakennustyömaalta löytyvä kosteus jaetaan rakennuskosteuteen ja muun tyyppiseen kosteuteen. Rakenteiden pidempi aikainen altistuminen kosteudelle aiheuttaa otollisten olosuhteiden vallitessa mikrobikasvuston syntyä, joka taas voi aiheuttaa ihmisille terveyshaittoja.

2.1 Kosteuden eri muodot ja mittaustavat

Rakentamisessa kosteus on jaettu rakennuskosteuteen ja muuhun kosteuteen. Rakennuskosteus on rakenteissa niiden valmistuksen aiheuttamista syistä ja sen tulee päästä poistumaan rakenteista mahdollisimman pian. Myös lumi- ja vesisateen tuoma kosteus rakentamisen aikana lasketaan rakennuskosteudeksi. Tyypillisiä ongelmapaikkoja ovat betonivalut ja tasoitetyöt. Ylimääräisen kosteuden poistamista voidaan tehostaa ilmanvaihdon ja lämmittämisen avulla, sekä ehkäistä sitä suojauksien avulla. (Kosteudenhallinta 2015.)

Muita kosteuden lähteitä ovat valmistumisen jälkeen tulevat vesi- ja lumisateet, putkivuodot, maasta nouseva kosteus, pintavedet sekä ilmankosteus. Vesi- ja lumisateen yhteydessä tulee huomioida tuulen aiheuttamat kosteuden kulkeutumiset pintoja ylöspäin. (Kosteudenhallinta 2019.)

Kosteutta voidaan mitata muun muassa pintakosteudenosoittimella, kalsiumkarbidimitauksella, kuivatus-punnitus-menetelmällä sekä porareikämittauksella. Pintakosteudenosoitin näyttää kosteuden arvon näytöltä, mutta on lähinnä suuntaa antava menetelmä mittaamiseen, sillä sen kanssa virheen mahdollisuus on suuri. Kalsiumkarbidimitaus tapahtuu koepalasta, joka laitetaan pulloon kalsiumkarbidijauheampullin ja teräskuulien kanssa. Teräskuulat rikkovat ampullin, jonka jälkeen kemiallisen reaktion ansiosta pulloon syntyy painetta. Painelukema saadaan pullon korkissa olevasta painemittarista. Painelukema muutetaan taulukon avulla kosteuden arvoksi. Kuivatus-punnitusmenetelmässä koepala punnitaan, jonka jälkeen se kuivatetaan lämmittämällä ja sen jälkeen taas punnitaan. Kosteuspitoisuus on kostean ja kuivan koepalan painojen erotuksen ja kuivan näytteen painon suhde. Porareikämittaus on tyypillisin tapa mitata betonin suhteellista kosteutta (RH). Siinä porataan betoniin tiettyyn syvyyteen reikä, jonka jälkeen

porareiästä mitataan kosteus anturin avulla. Tapa on hidas, mutta tulos on luotettava oikeaoppisesti mitattuna. (Merikallio 2002, 5–9.) Kuvaan 1 on koottu porareikämittauskalusto, johon kuuluu näyttölaite, mittapää ja reiän tiivistämiseen tarkoitettu putki.



Kuva 1. Vaisalan porareikämittauskalusto.

2.2 Suhteellinen kosteus ja sen mittaaminen

Absoluuttisella kosteudella (v) tarkoitetaan vesihöyrynpitoisuutta (g/m^3) eli veden määrä kuutiossa grammoina (RIL 2011, 60).

Suhteellinen kosteus (RH), ilmaisee ilman vesihöyrynpitoisuuden (v , [g/m^3]) suhteen kylästyskosteuteen (v_k , [g/m^3]). Prosenttiarvo saadaan, kun suhdeluku kerrotaan sadalla

prosentilla. Kaava 1 näyttää tavan, jolla suhteellinen kosteus (RH) voidaan laskea. (RIL 2011, 60.)

$$RH = \left(\frac{v}{v_k} \right) \times 100 \%$$

Kaava 1. Suhteellisen kosteuden (RH) laskemisen kaava (RIL 2011, 60).

Lämmin ilma pystyy sitomaan suuremman määrän kosteutta vesihöyryn muodossa, kuin kylmä ilma. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi RH:n ollessa 50 % ja lämpötilan 22 °C on ilmassa kosteutta 10 g/m³. Lämpötilan ollessa 25 °C ja RH:n ollessa edelleen sama 50 %, on kosteussisältö nyt 12,5 g/m³. (RIL 2011, 60–61.) Taulukosta 1 ilmenee, miten lämpötila vaikuttaa kyllästyskosteuteen: Suhteellisen kosteuden arvoa pystyy pienentämään nostamalla lämpötilaa. Lämmittämällä ilmaa ja siten lisäämällä ilman kosteuden sitomispotentiaalia, alkaa kosteasta rakenteesta kosteus siirtyä ilmaan ja rakenne alkaa kuivua. Kosteus pyrkii tasapainotilaan RH:n osalta, mihin kuivattaminen ilmaa lämmittämällä perustuu. (Tekeville 2019.)

Taulukko 1. Suhteellinen kosteus ja absoluuttiset vesimäärät (Tekeville 2019).

Suhteellinen kosteus:	20 %	40 %	60 %	80 %	90 %	100 %
Ilman lämpötila [°C]	Absoluuttinen kosteus [g/m ³]					
60	26	52	78	104	117	130
50	17	33	50	66	75	83
40	10	20	31	41	46	51
30	6,1	12	18	24	27	30
20	3,5	6,9	10	14	16	17
10	1,9	3,8	5,6	7,5	8,5	9,4
0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,4	4,9
-10	0,44	0,88	1,3	1,8	2,0	2,2
-20	0,18	0,35	0,53	0,70	0,79	0,88
-25	0,11	0,22	0,33	0,44	0,50	0,55
-30	0,07	0,13	0,20	0,26	0,30	0,33

Suhteellista kosteutta mitataan sähköisillä laitteilla, joissa on näyttölaite ja mittapää. On myös laitteita, joissa mittapää on kiinteänä näyttölaitteessa ja laitteita, joissa mittapää yhdistetään näyttölaitteeseen kaapelin avulla. Mittapää voi olla myös kytketty loggeriin, joka mahdollistaa pitkäaikaiset mittaukset. (Merikallio 2002, 8.)

Mittapää koostuu kosteusanturista ja lämpöanturista. Kosteusantureita on muutamaa eri tyyppiä, niiden mittaustavasta riippuen. On olemassa kapasitiivisia antureita, elektrolyytin sähkönjohtavuuteen perustuvia antureita ja kastepisteantureita. Yleisin mittapään tyyppi on kapasitiivinen anturi. Kapasitiivisen anturin päässä on kaksi elektrodia ja niiden välissä vesimolekyyleille herkkää materiaalia, kuten muovia. Muovin vastaanottaessa ja luovuttaessa vesimolekyylejä, kapasitanssi muuttuu. Kapasitanssin muutokset johdetaan mittapäästä näytölle, josta tulokset voidaan lukea numeroarvoina. (Merikallio 2002, 9.)

Betonin kosteutta voidaan mitata paikan päällä porareikämittauksilla tai koepaloista (Merikallio 2002, 9).

3 PIENTALON RAKENNUSVAIHEET

KOSTEUDENHALLINAN NÄKÖKULMASTA

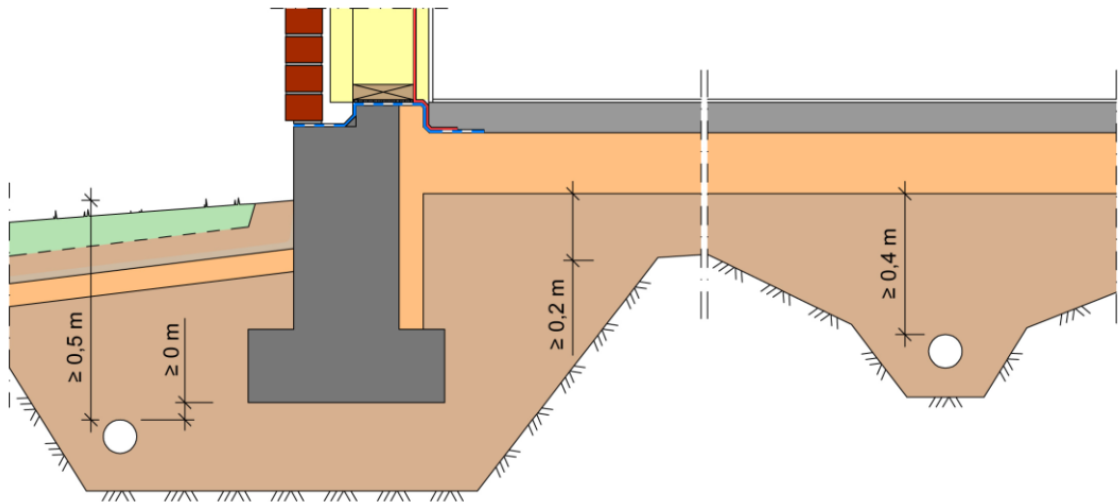
Tähän lukuun on koottu yleisimpien kosteusriskikohtien toimintaohjeita pientalotyömaata varten. Ohjeiden mukainen toiminta varmistaa kosteusteknisesti toimivan rakennuksen syntymisen. Lähteiden ohjeistuksista on luotu tiivistetty taulukko (liite 1), johon ongelmakohtat on kirjattu, sekä niiden laiminlyönneistä aiheutuvat ongelmat, ongelmien ratkaisu ja ehkäisy. Tiivistetyn taulukon tarkoituksena on toimia yrityksen henkilöstön ohje-
nuorana terveellisten talojen rakentamiseksi.

3.1 Maapohja

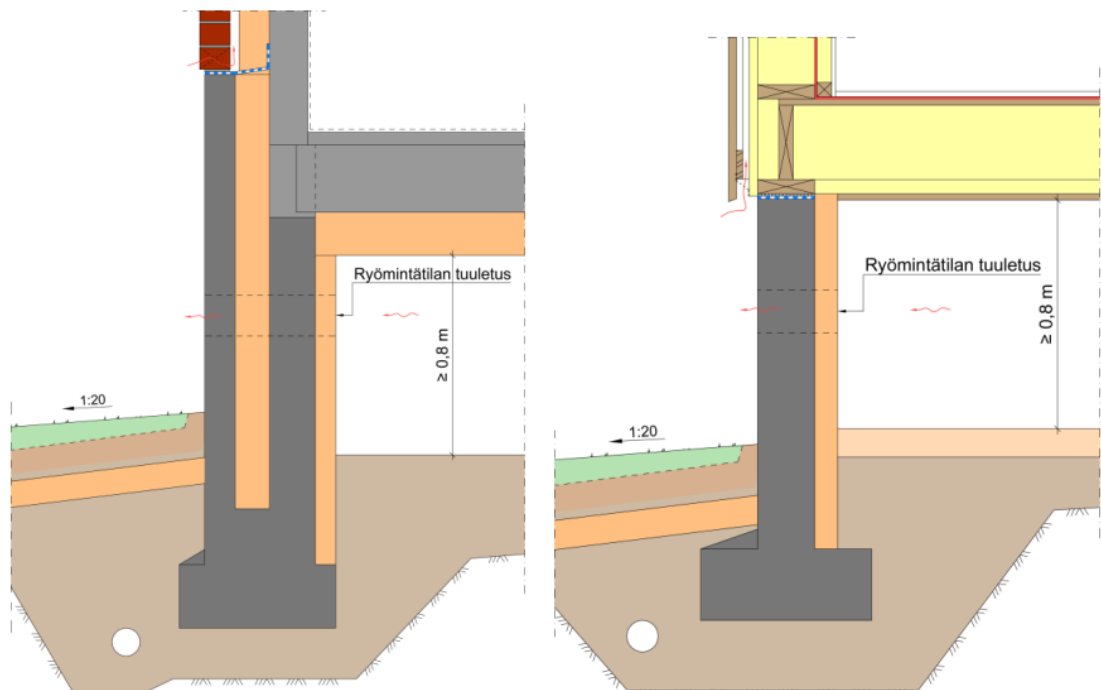
Rakennuspaikan maapohjat vaihtelevat paljon eri alueilla. Sopivan maaperän valitseminen tontin oston yhteydessä ei välttämättä onnistu ja tarvittavat toimenpiteet maapohjalle selviävätkin vasta pohjatutkimuksen yhteydessä. Maaperä voi esimerkiksi olla savea tai kalliota ja niille tarvitaan hyvin erilaiset perustustyöt. Savea joudutaan poistamaan ja korvaamaan sitä murskeella, kun taas kalliota louhitaan tarvittava määrä. Talon perustuksille tarvitaan riittävä kantavuus ja maaperästä riippuen kantavuus saadaan perusmaasta, kalliosta tai paalujen avulla, johtamalla kuormat syvemmälle kantavaan maaperään. (Rakennusalan Tutkimuskeskus 1992, 15–16.)

Kosteusteknisesti maaperän tulee olla rakennuksen alla kantavaa, mutta kuitenkin sellaista, jossa kapillaarista veden nousua ei tapahdu. Kapillaarikatkona käytetään vähintään 300 mm:n paksua sorakerrosta alapohjan alla, jos alapohja ei ole vedenpaine-eristetty. (RT 81-11000, 2010.) Sopiva karheus soralle on 2–20 mm (Kyyrönen 2007, 279). Lähtökohtaisesti maaperä kuivatetaan salaojittamalla. Jos perusmaan vedenläpäisykyky on riittävä, on mahdollista rakentaa myös ilman salaojitusta, mutta se ei ole suositeltavaa. Pohjavedenpinnan korkeus saattaa vaihdella, jolloin salaojat ovat aina vähintäänkin hyvä varmistus. Kapillaarikerroksen tulee olla yhteydessä salaojituserroksiin, jotta vesi pääsee kulkemaan vapaasti salaojiin. Perusmuuria vasten tulee olla vähintään 200 mm:n paksuinen kerros salaojakerrosta. Salaojituserroksen materiaaliksi sopii 1–2 mm hiekka (Kyyrönen 2007, 274). Salaojat pyritään purkamaan painovoimaisesti joko kunnan hulevesiverkkoon tai ojiin. Riittävän korkealle sijoitettu rakennus ehkäisee

pumppaamon tarvetta. (RT 81-11000, 2010.) Kuvassa 2 on kuvattu maanvaraisen alapohjan salaojitus ja kuvassa 3 ryömintätillaisen alapohjan salaojitus.



Kuva 2. Maanvaraisen alapohjan salaojitus (Ympäristöministeriö 2019).



Kuva 3. Ryömintätillaisen alapohjan salaojitus ja tuuletus (Ympäristöministeriö 2019).

Salaojaputket tulee asentaa suorina ja rakennuksen kulmiin tulee asentaa tarkastuskai-
vot. Suorat putkivedot helpottavat salaojaputkiston tarkastamista myöhemmin, mahdol-
lisiä ongelmia paikannettaessa. Putket tulee asentaa suoraan pohjamaan päälle asen-
netun suodatinkankaan varaan. Suodatinkankaalla varmistetaan perusmaan ja salaoja-
kerroksen sekoittuminen keskenään. Perusmaa saattaa myös päästä muuten

kulkeutumaan salaojaputkistoon ja se saattaa aiheuttaa siellä tukoksia. Putken alapinnan tulee olla anturan alapinnan alapuolella. Jos rakennus on varustettu ryömintätalalla, tulee ryömintätilan pohjamaa kallistaa salaojia kohti. Tällä estetään veden kerääntyminen alapohjan alle. Riittävä kallistus salaojaputkille on perusmuurin ulkopuolella 1:200 ja perusmuurin sisäpuolella 1:100. Yleensä salaojaputket sijoitetaan perusmuurin ulkopuolelle, routaeristeen alapuolelle. Routasuojamattomien salaojaputkien peitesyvyyteen vaikuttaa maantieteellinen sijainti. Etelä-Suomessa peitesyvyys on vähintään 0,8 m, Keski-Suomessa 1,0 m ja Pohjois-Suomessa 1,2 m. Lumettomina pidettävillä paikoilla, tulee syvyyteen lisätä vähintään 500 mm, tai putket täytyy routaeristää. (RT 81-11000, 2010.)

Pintavedet johdetaan rakennuksen luota pois pintamaan kallistuksien avulla. Päällimmäisenä olevan ruokamultakerroksen alle sijoitetaan pieni savikerros, joka ei läpäise hyvin vettä. Tämän ja kallistuksen avulla, vesi saadaan virtaamaan pois rakennuksen luota. Sopiva kaltevuussuhde on 1:50, joka ulotetaan vähintään 3 m päähän rakennuksesta. (Kyyrönen 2007, 279.)

Katoilta tulevia vesiä ei saa johtaa salaojiin, vaan ne tulee johtaa erillisen sadevesiviemärin avulla kunnan hulevesiverkkoon tai ojaan (Kyyrönen 2007, 279).

3.2 Perustukset ja alapohja

Perustusten kosteustekninen tehtävä on suojata rakennusta maan kosteutta ja pohjaveden vaikutusta vastaan (Kyyrönen 2007, 286).

Perusmuuri voidaan tehdä valamalla betonista tai harkoista. Valetun perusmuurin etuna on sen tiiviimpi rakenne kosteusteknisesti. Harkkoperusmuurin kanssa tulee olla erityisen tarkkana kosteuseristyksen kanssa. (Kyyrönen 2007, 301.) Perusmuurin kosteudeneristys tulee tehdä maasta seinän läpi tulevaa kosteutta, maasta anturan kautta kapillaarisesti nousevaa kosteutta ja maasta lattian läpi kapillaarisesti nousevaa kosteutta vastaan. Kosteuseristeen tulee muodostaa katkeamaton pinta lattiasta seinään. Eristys voidaan tehdä sisä- tai ulkopuolisesti. Sisäpuolisen eristyksen etuna on tiivis eristepinta lattiasta seinään, mutta tämän tavan kanssa perustusrakenteet jäävät kosteudelle alttiiksi. Eriste ei myöskään välttämättä tartu kunnolla kosteaan pintaan. Ulkopuolisen kosteuseristyksen avulla voidaan luoda vedenpainetta kestävä eristys, mutta lattia- ja seinäeristysten yhdistäminen on vaikeaa. Eristysmateriaaleina toimivat bitumiliuokset,

liimattavat bitumit, perusmuurilevyt sekä vesitiivis betoni. Vesitiiviin betonin lujuuden tulee olla vähintään C25/30, ja se valetaan anturan päälle, jossa se estää kosteuden kapillaarisen nousun anturasta perusmuuriin. Eristyksen tekemisessä tulee olla huolellinen, sillä pienikin vuotokohta pilaa eristyksen hyödyn. Muovia ja bitumia ei voi käyttää samanaikaisesti, sillä bitumin kemialliset ainesosat pilaavat muovin nopeasti. (Kyyrönen 2007, 302–304.)

Ryömintätillaisen rakennuksen ryömintätila tulee tuulettaa tuuletusaukkojen avulla. Mikäli ei olla varmoja riittävästä tuuletuksesta, voidaan ryömintätillasta vetää putki katolle paremman vedon aikaansaamiseksi. Täysin tuulettomilla alueilla voidaan vielä katolle vietyä tuuletusputken päähän asentaa koneellinen imuri. Tuuletusaukkojen riittävä määrä saadaan laskemalla se ohjeistuksen mukaan, joka näkyy kaavassa 2. Nettoala on määräävä tekijä riittävän alan laskemisessa. Tuuletusaukkojen ritiläsuojat pienentävät tuuletuspinta-alaa. Puristettu peltinen venttiili vähentää tuuletuspinta-alaa 20–30 % ja alumiininen säleikkö 50 %. (Kyyrönen 2007, 312–313.)

$A_t = p \cdot A_r$	A_t = tuuletusaukkojen pinta-ala cm ² A_r = rakennuksen pohjan pinta-ala m ² p = 20 tuulisella paikalla p = 30 suojaisella paikalla
---------------------	--

Kaava 2. Ryömintätillan tuuletusaukkojen laskentakaava (Kyyrönen 2007, 312).

Matalaperustusten kanssa, niin sanotun maanvaraisen laatan kanssa, kosteudeneristys voidaan tehdä ylä- tai alapuolisena. Alapuolisessa eristyksessä asennetaan muovikalvo laatan alapuolelle maahan, joka estää veden kapillaarisen nousun. Muovi on herkkä rikkoontumaan esimerkiksi raudoitustöiden yhteydessä ja siksi muovin päälle tulee asentaa vähintään 50 mm suojahiekkakerros. Yläpuolinen eristys tehdään esimerkiksi sivelemällä laatan yläpinta bitumilla. (Kyyrönen 2007, 320.)

3.3 Kantava runko

Puurunkoisen talon puinen runko imee erittäin voimakkaasti vettä itseensä ja onkin tärkeää pyrkiä pitämään puutavara mahdollisimman kuivana. Puu myös kuivuu suhteellisen nopeasti. Kastunut puu tulee kuivattaa mahdollisimman nopeasti, mutta kuitenkin välttämättä puun halkeilua. Puu halkeilee helposti lämpötilan ja kosteuden vaihteluista. Sopiva ilma puulle on suhteellisen ilmankosteuden (RH) osalta alle 85 %, lämpötilan ollessa yli

0 °C. Tällöin puun kosteus ei ylitä kriittistä 0,20 rajaa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää ryömintätillaisen puisella alapohjalla varustetun rakennuksen tuuletuksesta. (RIL 2004, 93–96.)

Rakennusten poistoilma viilenee merkittävästi matkalla ulos, jonka takia putket tulee eristää hyvin. Tällä ehkäistään kosteuden tiivistyminen kylmissä rakenteissa. (RIL 2004, 96.)

Lämpimän sisäilman kosteus siirtyy kohti viileämpää ja kuivempaa ilmaa, eli kosteus pyrkii kulkeutumaan suurimman osan vuotta rakenteiden läpi kohti ulkoilmaa. Tämä estetään käyttämällä höyrynsulkua. Höyrynsulkuna käytetään yleensä höyrynsulkumuovia, jonka avulla kosteuden kulku saadaan katkaistua. Höyrynsulku tulee sijoittaa rakenteessa lämpimälle puolelle, eli lähelle seinän tai katon sisäpintaa, jolloin ilman lämpötila ei koskaan pääse höyrynsulun luona niin alhaiseksi, että kosteus tiivistyisi vedeksi. (RIL 2004, 96.) Höyrynsulkumuovin liitoskohdissa tulee olla tarkkana. Höyrynsulkumuovin saumoissa käytetään teippiä ja höyrynsulkumuovin liitoksessa muuhun rakenteeseen käytetään liimamassaa. (Siikanen 2008, 266.) Kuvassa 4 höyrynsulkumuovi on liitetty liimamassan avulla seinän eristeeseen, joka toimii seinän höyrynsulkuna.



Kuva 4. Höyrynsulkumuovin ja seinän eristelevyn liitos.

Puurunkoisen talon seinärakenteen tulee olla sitä hengittävämpää, mitä ulommas sisäpinoista kuljetaan. Esimerkiksi lämmöneristeiden tuulensuojalevyn tiiviys saa olla vain noin viidesosa seinän sisäpinnan tiivyydestä. Julkisivun pinta saa olla hyvinkin tiivis, kunhan julkisivuverhouksen takana on hyvin tuulettuva väli. (RIL 2004, 98.) Alaohjauspuun kostuminen kapillaarisesti betonisesta alapohjasta tulee estää katkaisemalla se rakenteellisesti, esimerkiksi bitumikaistaleella (Siikanen 2008, 260). Kuvassa 5 näkyy alaohjauspuun alle sijoitettu bitumikaistale.



Kuva 5. Alaohjauspuun eristäminen bitumikaistaleella.

Kosteudelle alttiisiin paikkoihin voidaan käyttää kyllästettyä puuta, jolla on parempi kosteuden sietokyky. Kyllästettyä puuta löytyy eri luokituksilla, jotka kertovat, miten syväälle kyllästeaine on puuhun tunkeutunut. Pienimmillään luokan B kyllästetyssä puussa on kyllästeaine tunkeutunut vähintään 6 mm puuhun. Tämän tyyppistä puuta ei saa työstää, koska kyllästeainetta on niin vähän. Paras luokka on M luokka, jossa kyllästeaine on tunkeutunut sydänpuuhun asti ja tämän tyyppistä puuta saa käyttää merivesiolosuhteisakin. (RIL 2004, 100–101.)

3.4 Julkisivuverhous

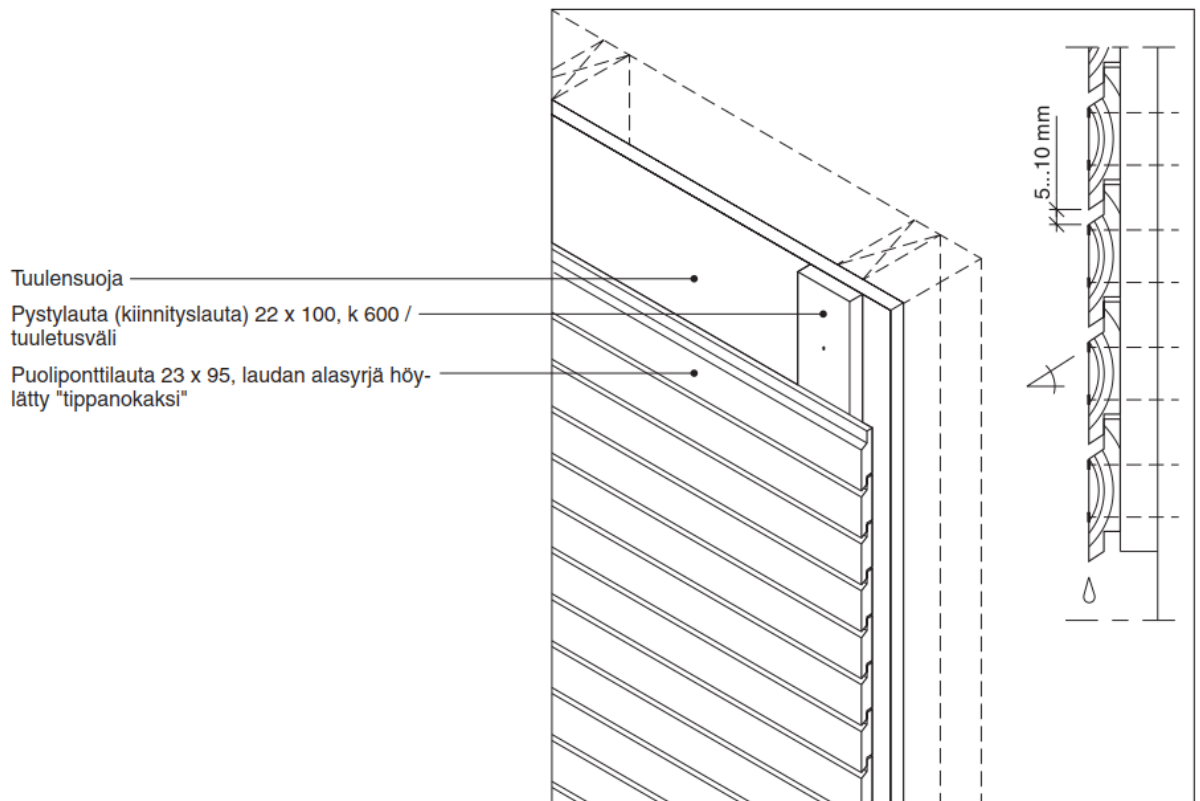
Julkisivuverhouksen tehtävänä on suojata runkoa säältä ja mekaaniselta kulumiselta. Julkisivuverhouksella on myös suuri vaikutus rakennuksen arkkitehtuuriin. Vanhin ja

tyypillisin julkisivuverhouksen materiaali on puu ja se sopiikin parhaiten puurunkoiselle talolle. Nykyään nähdään myös paljon muilla materiaaleilla pinnoitettuja puurunkoisia taloja, esimerkiksi tiili- ja kalkkihiekkamuurauksella pinnoitettuja. (Siikanen 2008, 267–268.)

Puinen julkisivuverhous ei saa ulottua alapäästään 300 mm lähemmäs maata, jolla ehkäistään esimerkiksi lumesta ja sateen roiskumisesta aiheutuva julkisivuverhouksen kastuminen. Verhouksen alapäihin on hyvä tehdä niin sanotut tippanokat, eli laudan alapää viistetään, jolloin vesi tippuu laudan alapäästä, eikä pyri imeytymään puuhun sisään. Sateelle alttiit lautojen yläpäät tulee suojata pellityksin. Pellitysten ja betonin rajapinta laudan alapintaan tulee olla irti toisistaan. (Siikanen 2008, 268.)

Maalin tarttumisen kannalta ulkoverhoukseen käytettävän puun olisi hyvä olla sahapintaista. Puun tulee olla kiinnityshetkellä ilmakeivää, joka tarkoittaa, että puun kosteuden tulee olla alle 20 %. Kuusi imee vähemmän vettä kuin mänty, ja siten sen kosteuseläminen on myös vähäisempää. Lautojen tiiviitä jatkoksia ei pysty välttämään, mutta niitä tulee tehdä niin vähän kuin mahdollista. Jatkoskohdissa on suuri riski kosteuden siirtymiseen puuhun kapillaarisesti. Tätä voidaan ehkäistä käsittelemällä lautojen päät esimerkiksi maalaamalla, tai erinäisillä peltilistoilla. Hyvä tapa on myös jättää noin 2 mm:n sauma puiden jatkoskohtaan, joka vähentää kapillaarisen kostumisen riskiä. (Siikanen 2008, 269–273.)

Julkisivun taustan tulee tuulettua hyvin. Siihen sopii rankotolppiin liitetty rimoitus, jonka vähimmäiskoko on 19 mm x 50 mm. Rimoituksen kanssa tulee huomioida julkisivuverhouksen suunta. Vaakaverhouksen kanssa pystyrimoitus toimii hyvin, mutta pystyverhouksen kanssa tulee rimoitukseen jättää rakoja, jotta ilma pääsee kiertämään. (Siikanen 2008, 275.) Kuvassa 6 on kuvattu tippanokallinen, vaakalaudoitettu ja tuuletusvälillä varustettu julkisivurakenne.



Kuva 6. Tuuletusväkillä varustettu julkisivurakenne (RT 82-10829, 2004).

3.5 Yläpohja ja vesikatto

Vesikaton tehtävänä on johtaa vedet hallitusti pois rakennuksen päältä. Yhdessä yläpohjan kanssa ne muodostavat toimivan yhdistelmän, jonka avulla niin kuormat kuin myös vedet saadaan johdettua niille suunniteltuihin paikkoihin. (Siikanen 2008, 246.)

Yläpohja on ajan saatossa erotettu vesikatosta, koska näin saatiin ulkoilman ja sisätilan väliin eristävä tila. Nykyään yläpohjassa käytetään eristeenä monesti mineraalivillaa, joka ei pysty sitomaan ja luovuttamaan kosteutta. On kuitenkin alettu ymmärtää hygroskooppisuuden merkitys eristeissä ja siksi puukuituiset eristeet ovat alkaneet taas yleistyä. Puukuituinen eriste voi ottaa vastaan ja luovuttaa kosteutta, joka voi vähentää yläpohjan tuuletuksen tarvetta. Varsinkin mineraalivillaeristeisen yläpohjan kanssa tulee yläpohjan tuuletuksen kanssa olla erityisen tarkkana, jotta kosteusvahinkoja ei rakennuksen käytön aikana pääsisi syntymään. Paras vaihtoehto yläpohjan eristeeksi on puukuituinen puhallusvilla. Sen voi asentaa myös vesikaton rakentamisen jälkeen sateisena päivänä. Yläpohjan alapinnassa käytetään höyrynsulkua, joka yleensä on muovikalvoa. Muovikalvon huonona puolena on sen 30–50 vuoden tekninen käyttöikä. Pidempi

tekninen käyttöikä saadaan sitkeän rakennuspaperin tai tiiviin puukuitulevyn kanssa. Näiden avulla voidaan päästä jopa 100–200 vuoden tekniseen käyttöikään. Ilmatiiveyden varmistamiseksi on hyvä jättää höyrynsulun ja sisäverhouksen väliin 50 mm väli. Ilmarako ehkäisee höyrynsulun vaurioitumista käytön aikana, erinäisten poraamisten ja muiden remonttitoiden takia. Kosteusteknisesti on höyrynsululle tärkeämpi ominaisuus olla ilmatiivis, kuin diffuusiotiivis. (Siikanen 2008, 246–251.)

Vesikatto suojaa rakennusta säältä ja sillä on myös arkkitehtuurinen vaikutus rakennuksen ulkonäköön. Puurakenteisen talon vesikatot jaetaan juoksevaa vettä pitäviin ja seisovaa vettä pitäviin niiden vedenpitävyyden perusteella. Nykyään yleisimmät puurakenteisten vesikattojen materiaalit ovat pelti, tiili, huopa ja bitumikermi. Vesikatto tarvitsee myös aluskatteen. Aluskatteen tehtävänä on johtaa mahdolliset vuotovedet hallitusti pois siten, että ne eivät päädy yläpohjaan. Peltikatteen alapintaan tiivistyy herkästi vettä, joka sitten tippuu aluskatteen päälle. Aluskatteen materiaali on yleensä armeerattua muovia, kovalevyä tai aluskatteeksi tarkoitettua kovaa pahvia. Aluskatteen asennuksessa tulee huomioida riittävä limitys, jotta vesi ei pääse limityskohdista yläpohjaan. Juoksevaa vettä pitävien katteiden, kuten tiilikatteen kanssa kannattaa käyttää tiiviyden ja lujuuden kannalta alushuopaa. Se takaa parhaan tiiviyden läpiviennille ja se myös toimii hyvin väliaikaisena vesikattona, ennen varsinaisen vesikatton asentamista. Läpiviennit tulee tiivistää hyvin, sillä ne ovat tyypillisiä vuotokohtia. (Siikanen 2008, 252–256.)

3.6 Märkätilat

Rakennuksen märkätilat tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti. Niissä piilee suuri riski kosteusvahingoille. Vuosien varrella vaatimukset vedeneristyksille ovat kiristyneet ja tänä päivänä vaaditaankin vedeneristysten tekijältä sertifikaattia, jonka avulla ammattitaito työn suorittamiseen voidaan osoittaa. Taulukossa 2 on kuvattu eri tilojen vaatimat eristystyypit. WC-tiloissa ja muutenkin pesualtaalla varustetuissa tiloissa suositellaan lattiakaivon käyttöä. (RT 81-11166, 2014.)

Taulukko 2. Eri tilojen kosteuseristys vaatimukset (RT 81-11166, 2014).

Tila	Lattia	Seinä	Katto
kylpy-, tai suihkutilat, pesuhuoneet	vedeneristys	vedeneristys	kosteutta kestävä pinta
löylyhuoneet	vedeneristys	höyrynsulku	kosteutta kestävä pinta
höyryhuoneet	vedeneristys	erityissuunnitelman mukaan	erityissuunnitelman mukaan
saunakaapit	erillinen vedeneristys kaapin alla	erillinen vedeneristys kaapin takana	
WC-tilat	vedeneristys	laatoitettavilla osuuksilla vähintään kosteussulku	
kodinhoitohuoneet	vedeneristys	laatoitettavilla osuuksilla vähintään kosteussulku	
kuraeteiset	vedeneristys	vedeneristys vähintään 1,2 m korkeuteen ja 1,5 m etäisyyteen sivusuunnassa	
keittiöt	vesijohtoverkkoon kytketyn kaapin alla vuotovesikaukalo	kosteussulku vähintään pesualtaan kohdalla	
LVI-tekniset tilat	vedeneristys käyttötarkoituksen mukaan	Lämminvesivarajalla varustetuissa tiloissa lattiakaivo ja vedeneristys lattialla, seinät kosteuden kestäväällä pinnoituksella	

Lattiat tulee varustaa riittävin kaadoin kohti lattiakaivoa. Riittävä kaato on 1:100, mutta 500 mm etäisyydellä suihkun lattiakaivosta tulee kaadon olla 1:50. Laatoitusten saumat päästävät kosteuden lävitseen, jonka takia laatoitusten alla tarvitaan vedeneristys. Lattian ja seinän vedeneristeen tulee myös liittyä toisiinsa. Eri vedeneristysmateriaalien yhteensopivuus tulee tarkistaa ja suositeltavaa olisi käyttää samaa tai vähintään saman valmistajan tuotesarjaa. Ennen eristeen levittämistä tulee pohjan olla vähintään valmistajan ilmoittamien kosteusrajojen mukainen. Vedeneristeen materiaali voi olla levitettävää massaa, muovimattoa, bitumikermiä tai rakennuslevyä. Nestemäisen vedeneristeen oikea paksuus tulee mitata luupin avulla ennen laatoituksen aloittamista. Tuotteen sopivuus vedeneristeeksi selviää tuotesertifikaatista. Lämpivientien ja kynnysten sekä muiden erikoiskohtien kanssa tulee olla erityisen tarkkana. (RT 81-11166, 2014.)

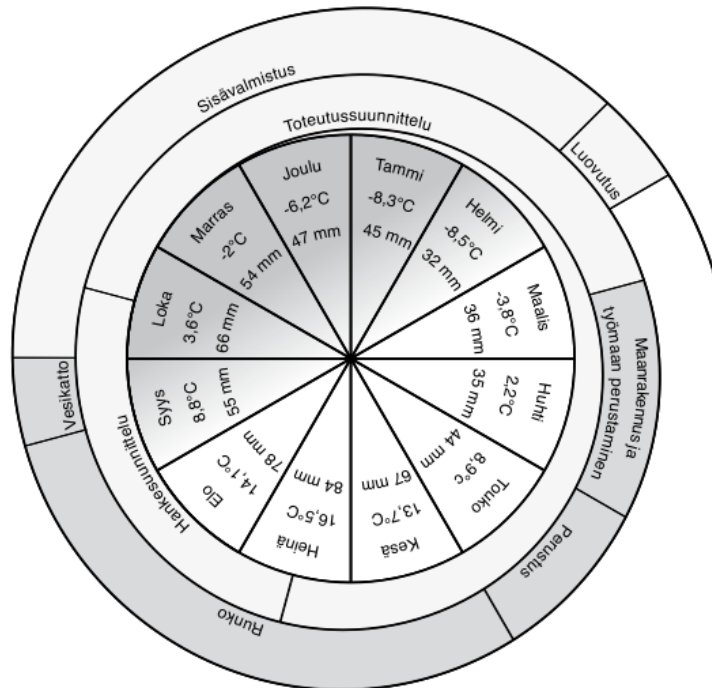
Märkätiloissa tehtävät kalusteiden ja muiden osien kiinnitykset vaativat massan käyttöä, jonka avulla estetään kosteuden pääsy reikien kautta rakenteisiin. (RT 81-11166, 2014.)

3.7 Aikataulut ja ajankohta

Rakentamiseen on hyvä luoda aikataulu, jonka avulla rakentamista on helpompi hallita. Hankinnat ovat helppo tehdä, kun niiden tarveajankohta nähdään ajoissa. Liian kireä aikataulu aiheuttaa suuria ongelmia, eikä valmistuminen sen aikataulun mukaisesti ole oikein mahdollista. Liian kireän aikataulun takia on myös hankala saada järkeviä tarjouksia aliurakoista. Kohtalaisen tunnettu aikatauluongelma on betonin pinnoittaminen liian aikaisin ja siitä myöhemmin aiheutuvat terveyshaitat. Voidaankin todeta kunnollisen ja realistisesti luodun aikataulun vaikuttavan positiivisesti rakennuksen kosteusteknisten ongelmien ehkäisyyn. (RT 10-11225, 2016.)

Suomen olosuhteet mahdollistavat rakentamisen läpi vuoden, mutta esimerkiksi talviaikaan rakentaminen lisää kustannuksia merkittävästi, kun tarvitaan erinäisiä suojaamisia, lämmittämistä ja lumitöitä. Syksyn sateet aiheuttavat suurta suojaamistyön määrää. (Ratu S-1234, 2017) Kesän helteillä betoni saattaa kuivua liian nopeasti, josta aiheutuu halkeilua (Merikallio 2002, 35). Eri materiaalit myös vaativat erilaisia olosuhteita, jolloin niitä edes voi asentaa. Rakennushankkeen ajoitus tulisi suunnitella ottamalla vuoden ajat huomioon. Maanrakennustöitä ei pysty kovin helposti routaiseen maahan tekemään ja sisätyöt taas olisi hyvä ajoittaa talveksi, kun se on työntekijöiden ja rakentamisen kannalta helpompaa ja laadukkaampaa. Kuvassa 7 on esitetty rakentamisen kiertokulku ja miten se menisi ihanne tapauksessa vuodenaikojen mukaan. Suomen sääolosuhteista

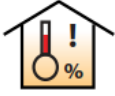




on kerätty vuosikaudet tilastotietoa, jota löytyy esimerkiksi Ratu-kortistosta. (Ratu S-1234, 2017.)



Kuva 7. Rakennushankkeen sijoittaminen vuodenaikojen mukaan (Ratu S-1234, 2017).

3.8 Materiaalien käsittely

Rakennusmateriaalit ja keskeneräiset rakenteet tulee suojata hyvin, sillä kastuneita materiaaleja ei lähtökohtaisesti saa käyttää. Suojausmenetelmään vaikuttaa vuodenaika ja materiaalin herkkyys. Parhaimmillaan rakennukselle voidaan asentaa sääsuoja, joka tarkoittaa, että koko rakennus jää suojateltan sisään ja on silloin sääolosuhteilta paremmin suojassa. Suojapeitteiden avulla voidaan suojata työmaalta löytyvät materiaalit. Esimerkiksi betoninen alapohja on hyvä suojata suojapeitteen avulla lumisateelta, joka helpottaa lumen poistoa seuraavaa rakennusvaihetta varten. Kuvassa 8 on listattu erilaisten materiaalien suojauksen tarvetta. (Ratu S-1234, 2017.)

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
			Laastit	
			Runkopuutavara	
			Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)	
			Metalli-ikkunat ja -ovet	
			Kuivabetoni	
			Lämmöneristeet	
			Metallikasetit	
			Puuelementit	
			Betonielementit	
			Keramiikka, tiilet ja laatat	
			Raudoitteet	
			Metallivarusteet	
			Maa-ainekset	
			Kattotiilet	
			Ulkovarusteet	

Kuva 8. Rakennusmateriaalien vaatimat suojaukset (Ratu S-1234, 2017).

4 KEHITTÄMISHANKE

Työ sai alkunsa, kun Skanditaloilla pohdittiin ihmisten mielissä olevaa kuvaa rakentamisen laadusta. Ihmisten mielipidettä etsittiin aiempien tutkimusten ja uutisten avulla. Ihmisten mielestä rakentamisen laatu on varsin huonoa ja sen yleisimmiksi syiksi ilmeni heikko ammattitaito, liian kireät aikataulut ja kosteuden aiheuttamat ongelmat. Toisaalta löytyy myös tutkimuksia, joiden mukaan ihmiset ovat varsin tyytyväisiä rakennusyhtiöihin ja aikatauluissa pysymiseen, mutta virheettömydessä löytyisi parannettavaa.

Ammattitaito ja aikataulut eivät Skanditalon päättäjien mielestä olleet heidän haasteensa, eikä kyllä kosteuskaan ollut historian aikana aiheuttanut ongelmia, mutta halu erottua erittäin kilpailluilla markkinoilla luotettavana rakentajana lisää markkina-arvoa. Kosteudenhallinta oli kohta, jota haluttiin kehittää laadukkaammaksi. Keinoja mietittiin ja yhtenä niistä nousi esille Kuivaketju10-toimintamalli. Sen suhteen oli kiinnostusta ja asiaa selvitettiin, mutta ajan ei vielä todettu olevan sille ajankohtainen, eikä sen suhteen haluttu toimia pioneerina. Kyseisen toimintamallin käyttö toisi yritykselle lisäkustannuksia, mutta sen tunnettavuus pientalojen ostajien keskuudessa on vielä ainakin toistaiseksi olematon. Lopulta päädyttiin kokoamaan rakentamisen toimintatavat yhteen ja niiden perusteella luotiin tiivistetty ohjeistus (liite 1). Kosteustekninen ohjeistus toisi yrityksen henkilöstölle tietoa kosteudesta ja sen aiheuttamista ongelmista, sekä antaisi ohjeet oikeaoppisten rakenneratkaisuiden tekemiseen. Tavoitteena on, että tiedon avulla jokainen tuntee ongelman ja edistää omien tekemisten ja ratkaisujen avulla terveellisten talojen rakentamista.

Ohjeistusta lähdettiin laatimaan etsimällä tietoa internetistä ja sopivaa kirjallisuutta kirjastosta. Asiasta on tarjolla paljon tietoa, ja ongelma olikin ennemmin päättää, mikä on tärkeää ja mikä ei, jotta opinnäytetyö ei muodostuisi liian laajaksi. Eri asioille ja rakenteille löytyi ohjeistusta useista eri kirjoista, ja näin ymmärrettiin, että mitään valmista ratkaisua Skanditalojen käyttöön ei ole. Kehittämishankkeelle oli siis todellinen tarve. Työ palvelee tilaajaa parhaiten, kun siinä on käyty syy-seuraussuhde läpi ja sen kautta lukijalle syntyy hyvä käsitys asiasta. Ymmärtämällä tekemistensä tärkeyden ja virheellisten tekemisten aiheuttamat ongelmat, tulee tilaajan henkilökunta jatkossa toimimaan oikeaoppisten rakennustapojen mukaisesti. Lähdekirjallisuutta oli paljon tarjolla ja niiden julkaisuajankohdat vaihtelivat viime vuosituhatlupien lopulta näihin päiviin. Ilmeni, että

vuosien varrella toimintatapoja on muutettu paljon ja se tuli pitää mielessä lähdekritiikin muodossa.

Kosteustekninen ohjeistus sai muodon, jossa eri rakenneosat käsitellään omina alalukuina ja ongelmakohtille annetaan oikeaoppinen toimintamalli. Ajan myötä lukija kuitenkin helposti unohtaa lukemansa ohjeet, varsinkin jos asian kanssa ei ole ollut hetkeen tekemisissä. Ratkaisuksi tehtiin taulukko, jossa ongelmakohtat on listattu ja niistä kerrottu laiminlyönnin aiheuttamat seuraukset, seurausten korjaustavat ja oikeaoppinen toimintatapa (liite 1). Taulukon voi laittaa esille esimerkiksi taukokopin ilmoitustaululle, jossa se on näkyvillä ja taulukon asiat pysyvät helpommin mielessä.

5 YHTEENVETO

Tilaaajalla oli halu selvittää työmaan toimintaa kosteudenhallinnan osalta ja keksiä keinoja sen parantamiseksi. Ratkaisuksi haluttiin ymmärrettävä ja henkilöstölle jalkautettavissa oleva paketti. Pohdittiin eri lähtökohtia työtä varten ja päädyttiin painottamaan työssä syy-seuraussuhdetta.

Aloitimme työn käsittelemällä rakennusfysiikkaa kosteuden osalta ja siitä edettiin työmaalta löytyviin kosteuksiin, eli rakennuskosteuteen ja muuhun kosteuteen. Mikrobit aiheuttamat terveysvaikutukset ja mikrobikasvuston vaatimat olosuhteet tarkasteltiin, jotta niiden syntyä voitaisiin ehkäistä. Mikrobit tarvitsevat riittävän kostean ympäristön ja lämpötilan sekä ravintoa elääkseen. Helpoin tapa ehkäistä mikrobikasvuston syntyä on estää kosteuden pääsy rakenteisiin. Näiden tietojen perusteella henkilöstön pitäisi saada käsitys siitä, miten tärkeää on rakentaa talot kosteusteknisesti toimiviksi ja siten terveellisiksi asukkailleen. Teorian perään haluttiin tehdä toimiva ohjeistus, jossa käsitellään eri rakenteet ja niille annetaan selkeät toimintaohjeet. Materiaalit, aikataulut ja ajankohdat tarkasteltiin, sillä niidenkin avulla voi vaikuttaa merkittävästi onnistuneeseen lopputulokseen. Opinnäytetyön kehittämistehtävänä luotiin taulukko, jossa ongelmakohtat käsitellään tiiviisti, kertoen virheellisten ratkaisujen aiheuttamat ongelmat, miten ongelmat korjataan ja miten kohdat ratkaistaan oikeaoppisesti, jolloin kosteusvaurioita ei pääse syntymään.

”Täydellinen varmuus on ainoastaan asiaan perehtymättömien etuoikeus” (Merikallio 1998, 21). Lausahdus kuvaa hyvin opinnäytetyöni tavoitetta, kun halusin laadukkaan rakentamisen onnistuvan tietämyksen kautta. Mielestäni opinnäytetyö antaa tarpeenmukaisen ohjeistuksen henkilöstölle ja tämän avulla Skanditalot Oy saa pidettyä hyvää laatua yllä. Jatkoksi voisi tulevaisuudessa vielä kehittää asiakirjan, jossa esitetään riskikohdat, ja niiden kohdalla näkyisivät tarkastusajankohdat, mahdolliset mittaustulokset ja tekijän sekä tarkastajan allekirjoitukset. Tämä olisi vaikuttava asiakirja asiakkaiden silmissä ja sen avulla olisi myös itse tietoisempi siitä, että kaikki on tullut hoidettua.

LÄHTEET

Kosteudenhallinta 2015. Kuivatus. Saatavilla 26.11.2019 http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/100/Kosteudenhallinta_KUIVATUS_30092015.pdf.

Kosteudenhallinta 2019. Kosteuslähteet. Viitattu 26.11.2019 <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/riskit/kosteuslaehteet>.

Kyyrönen, K. 2007. Talonrakennus 1. 1.–4. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.

Malmi, A. 2013. Rakentamisen heikko laatu ei ole urbaania legendaa. Yle 17.12.2013. Viitattu 29.12.2019 <https://yle.fi/uutiset/3-6983599>.

Merikallio, T. 1998. Kosteuden hallinta rakennustyömaalla. Betonirunkoratkaisu. Helsinki: Humit-test Oy.

Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Puuinfo 2019. Kosteusteknisiä ominaisuuksia. Viitattu 15.12.2019 <https://www.puuinfo.fi/puu-tieto/puu-materiaalina/kosteusteknisi%C3%A4-ominaisuuksia>.

Rakennusalan Tutkimuskeskus. 1992. Rakennusvirheet pientaloissa. Espoo: Rakennusalan Kustantajat RAK.

RT 82-10829. 2004. Puujulkisivut. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 81-11166. 2014. Märkätilojen rakenteet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11225. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen kestot ja aikataulut. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu S-1234. 2017. Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys 2008. Katsaus mikrobeihin. Viitattu 30.11.2019 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Katsaus-mikrobeihin>.

Sisäilmayhdistys 2008. Mikrobikasvun edellytykset. Viitattu 1.12.2019 <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>.

RIL 120-2004. 2004. Puurakenteiden suunnitteluohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 250-2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Tekeville 2019. Ilmankosteus. Viitattu 7.12.2019 <https://sites.google.com/site/tekevillex/ilmankosteus>.

Ympäristöministeriö 2019. Rakennuksen kosteustekninen toimivuus. Ohjeluonnos. Julkaistu 9.5.2019. Viitattu 13.2.2020. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=0188eae1-8c22-477a-beeb-1aa0ec11d97a>.

KOSTEUSTEKNINEN OHJEISTUS

Ongelma	Seuraus	Torjunta	Korjauskeino
Maapohja <ul style="list-style-type: none"> väärä kiviai-nes salaojien väärä kaato riittämätön pintavesien poisjohtami-nen rakennuk-sen luota kattovesien johtaminen salaojiin 	<ul style="list-style-type: none"> veden kapil-laarinen nousu vesi ei virtaa suunnitellusti vesi jää ma-kaamaan ra-kennusta vas-ten Salaojat pysy-vät turhaan liian märkinä 	<ul style="list-style-type: none"> kiviaineksen oikea raekoko (2...20 mm) mittaukset asennuksen yhteydessä (kallistus 1:200) kallistukset 1:50 vähintään 3 m matkalla rakennuksesta pois-päin kattovedet joh-detaan sade-vesiviemäriin 	<ul style="list-style-type: none"> kiviaineksen vaihto salaojien vaihto tai uu-delleen asen-nus kallistusten teko katolta tulevat sadevedet oh-jataan sadeve-siviemäriin
Perustukset ja ala-pohja <ul style="list-style-type: none"> perusmuurin puuttuva tai huonosti asennettu ve-deneristys maanvaraisen alapohjan ve-deneristys muovikalvon avulla 	<ul style="list-style-type: none"> vesi kulkeutuu perusmuuria pitkin sisälle ja kapillaarisesti ylöspäin muovikalvo rikkoutuu hel-posti esimerk-siksi raudoi-tusten asen-nusten yhtey-dessä 	<ul style="list-style-type: none"> vedeneristeen huolellinen asentaminen muovikalvon päälle asenne-taan 50 mm suojahiekka-kerros 	<ul style="list-style-type: none"> vedeneristeen asentaminen lattian piikkaus ja vedeneris-teen uudelleen asennus
Kantava runko <ul style="list-style-type: none"> ilmanvaihto-putkien eristä-mättömyys huonosti asennettu höyrynsulku kosteuseris-teen puuttumi-nen betonisen alapohjan ja alaohjaus-puun väliltä 	<ul style="list-style-type: none"> kosteus tiivistyy putkien pinnoille ja kulkeutuu ra-kenteisiin ulos-päin kul-keutuva kos-teus tiivistyy rakenteisiin kosteus siirtyy kapillaarisesti alapohjasta runkoon 	<ul style="list-style-type: none"> putkien huolel-linen eristä-minen höyrynsulun huolellinen asennus esimerkiksi bi-tumikaistaleen asennus ala-pohjan ja ala-ohjauspuun väliin 	<ul style="list-style-type: none"> putkien eristä-minen höyrynsulun paikkaaminen esimerkiksi bi-tumikaistaleen asennus ala-pohjan ja ala-ohjauspuun väliin
Julkisivuverhous <ul style="list-style-type: none"> liian alas tu-leva julkisivu-verhous julkisivuver-houksen ala-päästä puut-tuu tippanokat yläsmyygien kallistus si-sään-päin 	<ul style="list-style-type: none"> julkisivuver-hous pääsee kastumaan esimerkiksi lu-men tai maasta rois-kuvan sateen kautta 	<ul style="list-style-type: none"> maan ja julkisi-vuverhouksen alapään väliin tulee jäädä vä-hintään 300 mm tehdään asen-nuksen yhtey-dessä tippa-nokat 	<ul style="list-style-type: none"> julkisivuver-houksen muokkaami-nen sel-laiseksi, että maan ja julkisi-vuverhouksen väliin jää vä-hintään 300 mm

<ul style="list-style-type: none"> • liian kostean puun maalaminen • liian tiiviit jatkokohdat • riittämätön julkisivun taustan tuuletus 	<ul style="list-style-type: none"> • vesi nousee kapillaarisesti puuhun • vesi kulkeutuu rakenteisiin • puu elää kosteuden muutoksesta • vesi kulkeutuu kapillaarisesti puussa • julkisivuverhouksen taakse tiivistyy kosteutta 	<ul style="list-style-type: none"> • julkisivuverhouksen alapäähän • yläsmyygit asennetaan hieman ulospäin kallistaviksi • puun kosteuden tulee olla maksimissaan 20 % asennettaessa • jätetään 2 mm rako liitoskohtiin ja päät voidaan myös maalata • tuuletusrimat julkisivun taakse 	<ul style="list-style-type: none"> • tippanokkien tekeminen • yläsmyygit korjataan hieman ulospäin kallistaviksi • julkisivuverhouks täytyy vaihtaa tai paikata • vaihdetaan pilalle menneet puut • julkisivuverhouksen rakennetaan uudelleen ja sen taakse asennetaan tuuletusrimat
<p>Yläpohja ja vesikatto</p> <ul style="list-style-type: none"> • vesikatteen läpiviennit • aluskatteen reiät 	<ul style="list-style-type: none"> • vesi pääsee vesikatteen läpivienneistä aluskatteen ja ehkä yläpohjaan saakka • vesikatteen alapintaan tiivistyvä tai vuotava vesi kulkeutuu yläpohjaan 	<ul style="list-style-type: none"> • läpivientien huolellinen tiivistäminen • aluskatteen limitysten ja läpivientien tiivistysten kanssa ollaan huolellisia 	<ul style="list-style-type: none"> • paikataan vuotokohdat • paikataan vuotokohdat
<p>Märkätilat</p> <ul style="list-style-type: none"> • riittämättömät kaadot lattiasa • läpivientien tiivistämättömyys • yhteensopimattomien tuotteiden käyttö 	<ul style="list-style-type: none"> • vesi jää maakaamaan tai kulkeutuu seinien viereen • vesi kulkeutuu reikien kautta rakenteisiin • mahdolliset vuodot rakenteisiin 	<ul style="list-style-type: none"> • tehdään riittävät kaadot (1:50 500 mm etäisyydellä kaivosta, muualla riittää 1:100) • tiivistetään reiät massalla • käytetään yhdessä vain tuotteita, jotka sopivat varmasti käytettäväksi yhdessä 	<ul style="list-style-type: none"> • lattian uusiminen ja kaatojen teko ohjeiden mukaiseksi • tiivistetään reiät massalla ja korjataan sitä ennen mahdolliset kosteusvauriot • korjataan mahdolliset kosteusvauriot
<p>Aikataulut ja ajan kohta</p> <ul style="list-style-type: none"> • sateinen ajan kohta • kylmä ajan kohta • kuuma ajan kohta 	<ul style="list-style-type: none"> • rakenteet kasvavat, jos työtä ei voida tehdä suojattuna • osa materiaaleista ei kestä kylmää ja esimerkiksi betonin 	<ul style="list-style-type: none"> • valitaan kuiva ajan kohta, jos työtä ei voida tehdä suojattuna • valitaan lämpimämpi ajan kohta tai suojataan ja 	<ul style="list-style-type: none"> • uusitaan pilalle menneet rakenteet • uusitaan pilalle menneet rakenteet • uusitaan pilalle menneet rakenteet

	lujuudenkehitys pysähtyy alle 5 °C lämpötilassa <ul style="list-style-type: none"> • kuumalla materiaalit saattavat kuivua liian nopeasti 	lämmitetään kohdetta <ul style="list-style-type: none"> • valitaan viileämpi ajan kohta tai suojataan kohdetta lämmöltä 	
Materiaalien käsittely <ul style="list-style-type: none"> • suojaamattomat materiaalit • kylmä ilma 	<ul style="list-style-type: none"> • materiaalit kastuvat ja pilaantuvat • materiaalit menevät pilalle 	<ul style="list-style-type: none"> • suojataan materiaalit työmaalla • materiaalit, jotka eivät kestä kylmää säilytetään lämpimässä 	<ul style="list-style-type: none"> • tilataan uudet materiaalit pilalle menneiden tilalle • tilataan uudet materiaalit pilalle menneiden tilalle