

Ari Puttonen

## **Puukerrostalorakentamisen sääsuojaus**

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Rakennustekniikka

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Ari Puttonen

Työn nimi: Puukerrostalorakentamisen sääsuojaus

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Opinnäytetyön tavoitteena on paneutua puukerrostalorakentamisen sääsuojausvaihtoehtoihin, niiden käyttöön ja ilman suojausta rakentamiseen. Lisäksi työssä käydään läpi puukerrostalon rakentamistapavaihtoehdot pääpiirteittäin sekä sääsuojaus vaihtoehtoja, niiden käytön hyötyjä ja haittoja sekä käyttämättä jättämisen riskejä.

Puu on altis kosteudelle ja se on huomioitava kaikissa rakennusvaiheissa. Sääsuojaus tai sen käyttämättä jättäminen rakennuskohteessa vaikuttaa kuivaketjuun. Kuivaketjun toteutumisen vaatimukset ovat tiukentuneet jatkuvien rakennusaikaisten kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi.

Puukerrostalorakentamisen määräyksiä on hieman helpotettu viime vuosina ja sen kilpailukyky on parantunut. Puukerrostaloista saadut kokemukset ovat hyviä. Rakennusaikaiset ratkaisut ja työmaan läpimeno vaativat vielä kehitystä mutta viime vuosina lisääntynyt puukerrostalorakentaminen on tuomassa tähänkin huomattavaa parannusta.

Rakentamisessa vaaditaan kosteudenhallintasuunnitelma, jossa määritetään kussakin hankkeessa kosteudenhallintaan liittyvät tavoitteet ja toimintaperiaatteet. Opinnäytetyössä otetaan kantaa sääsuojauksen onnistumiseen esimerkki kohteessa ja pohditaan miten sitä olisi voitu parantaa.

Avainsanat: puukerrostalot, sääsuojaus, kuivaketju, kosteusvauriot

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Technology

Author: Ari Puttonen

Title of thesis: Weather protection of the wooden block

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2018

Number of pages: 48

Number of appendices: 3

---

The aim of the thesis was to study the alternatives for weather protection, their use, and the option of building without weather protection. Another aim was to get familiar with the building method alternatives concerning wooden block houses in general. Also, the alternatives for weather protection were dealt with, and both the advantages and drawbacks of their use. Attention was also paid to the possible risks following from the decision of not using weather protection.

Wood is susceptible to moisture and attention must be paid to this feature at all building stages. The decision on whether to use weather protection or not during a building project affects the dry chain. The demands concerning the dry chain have been tightened to prevent constantly appearing building-time moisture damages.

The regulations concerning the construction of wooden block houses have been loosened a little during the last few years and the competitive ability of wooden block houses has thus improved. The experiences in wooden block houses have been positive. The building-time solutions and the success of the site still require development, but the increased construction of wooden block houses has improved the situation considerably.

When building, there has to be a moisture management plan for each project, in which the objectives and operating principles related to moisture control are determined. The thesis focused on the success of the weather protection in the target example and discussed the possible ways to improve it.

Keywords: wooden block, weather protection, dry chain, moisture damages

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn taustat ja tavoitteet.....	8
1.2 Työn sisältö ja rajaus.....	8
2 PUUKERROSTALOJEN ERI RUNKOJÄRJESTELMÄT.....	10
2.1 Puuelementtistandardi PES.....	10
2.2 Rankarakenteinen suurelementtitalo.....	11
2.3 Kerrostalo CLT-tekniikalla.....	12
2.4 Pilari-palkki-järjestelmä.....	13
2.5 Tilaelementit.....	14
3 PUUN OMINAISUUDET JA KOSTEUSVAIKUTUS.....	15
3.1 Yleistä.....	15
3.2 Puun kosteusteknisiä ominaisuuksia.....	15
4 KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISESSA.....	18
4.1 Yleistä.....	18
4.1.1 Rakennusaikaiset kosteusvauriot.....	18
4.1.2 Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy.....	19
4.2 Kuivaketju 10.....	20
5 SÄÄSUOJAUS.....	21
5.1 Yleistä.....	21
5.2 Sääsuojat ja toimittajat.....	22
5.2.1 Ramirent.....	22
5.2.2 Rentatelineet.....	24
5.2.3 Telinekataja.....	25
5.2.4 Cramo.....	26
5.2.5 KAS-telineet.....	27
5.3 Hyödyt.....	28

5.4 Haitat.....	28
5.5 Kustannukset .....	29
5.6 Säasuojan käyttämättä jättämisen riskit ja rakentamisen haasteet .....	29
<b>6 ESIMERKKIKOHTTEEN SEURANTA .....</b>	<b>31</b>
6.1 Kohde.....	31
6.2 Suojaus rakennusvaiheissa .....	34
6.3 Säasuojauksen onnistuminen .....	41
6.4 Parannettavaa suojauksessa .....	41
<b>7 POHDINTA .....</b>	<b>43</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>46</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>48</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Tilaelementti (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018). .....	14
Kuva 2. Avattava sääsuoja (Ramirent 2018).....	22
Kuva 3. Rakennussuojakatto nosturilla, Gibson Tower (Ramirent 2018). .....	23
Kuva 4. Rentatelineen sääsuoja pystytyksessä (Rentatelineet 2018).....	24
Kuva 5. Sääsuoja seinillä (Telinekataja 2018). .....	25
Kuva 6. Sääsuoja (Cramo 2018).....	26
Kuva 7. KAS-sääsuoja (KAS 2018).....	27
Kuva 8. Pilarit ja ulkoseinän muottia sekä anturaa suojattuna. ....	31
Kuva 9. Holvivalu käynnissä. ....	32
Kuva 10. Tilaelementtien asennusta. ....	32
Kuva 11. Kattoelementin rakennusta. ....	33
Kuva 12. Suojattu holvi. ....	34
Kuva 13. Toimitettuja tilaelementtejä suojissaan. ....	35
Kuva 14. Tilapäiskattoja paikallaan.....	36
Kuva 15. Tuuli tuiversi vettä tilaelementtien päälle. ....	37
Kuva 16. Puolet katosta asennettu, ulkoverhousa ennen. ....	38
Kuva 17. Katon viimeistely töitä. ....	39
Kuva 18. Ulkoa päin valmis.....	40
Kuva 19. Tilapäistä kattoa.....	44
Kuvio 1. Rankarunkoinen rakenne (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018).....	11

Kuvio 2. CLT-järjestelmä (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018).....	12
Kuvio 3. Pilari-palkki-järjestelmä (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018). .....	13
Kuvio 4. Puun kutistuminen (Puu materiaalina 2018). .....	16
Kuvio 5. Puutavaran kosteuspitoisuuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta, esimerkissä lämpötila 22 C ja kosteus 50 % (Puurakennuksen kosteustekninen hallinta 2011).....	17

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Puukerrostalorakentamisen kasvu viime vuosina ja sen yhteydessä tapahtuneet kosteusvahingot ovat saaneet huomiota runsaasti viime aikoina. Kaiken tämän taustalla on huoli rakennuksissa, niin uusissa kuin vanhoissakin, ilmenneistä kosteusvaurioista ja rakennusaikaisista virheistä. Rakennusaikaiseen kuivaketjuun kiinnitetään yhä enemmän huomiota ja siihen liittyviä määräyksiä tiukennetaan jatkuvasti. Puukerrostalorakentamisen lisääntyminen ja jatkuvasti vaihtuvat sääolosuhteet tuovat omat haasteensa alalle. Uuden rakennustavan opettelu ja sen riskit home- ja kosteusongelmineen vaativat erityistä huomiota puurakentamisessa ja siihen liittyvässä tuotantoketjussa. Kosteudenhallinta puurakentamisessa korostuu ja vaatii huolellisuutta sekä kehittämistä, jotta tehtyjä virheitä ei toistettaisi tulevaisuudessa.

Puukerrostalorakentamisen lisääntyminen on osoittanut sen olevan kilpailukykyinen rakennustapa betonisen rinnalle. Asumusmukavuus ja -viihtyisyys ovat monen tahon esille tuomina positiivisuutta herättäviä perinteisiin betonielementtiratkaisuihin verrattuina.

Opinnäytetyössä tarkastellaan Suomessa käytössä olevia puurakennusmenetelmiä. Tärkeimpänä tavoitteena on käydä sääsuojauksen merkitystä puurakentamisessa läpi kosteudenhallinnan ja sääsuojauksen kannalta kuivaketjun toteutumisen vuoksi.

## 1.2 Työn sisältö ja rajaus

Opinnäytetyön toisessa luvussa käsitellään puukerrostalorakentamisen rakennjärjestelmät pääpiirteittäin. Puun ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia sekä kosteuden vaikutusta puussa ja puurakentamisessa käsitellään kolmannessa luvussa. Neljäs luku käsittelee kosteuden hallintaa rakentamisessa. Sääsuojausta, tapoja ja toimittajia käsitellään viidennessä luvussa. Kuudes luku esittelee lyhyesti erään

puukerrostalokohteen rakentamisen. Viimeinen luku sisältää työn pohdinnan ja yhteenvedon.

## 2 PUUKERROSTALOJEN ERI RUNKOJÄRJESTELMÄT

### 2.1 Puuelementtistandardi PES

Suomessa on jo usean vuoden ajan kehitetty suomalaisen teollisen puuelementtirakentamisen avointa standardia, RunkoPESe. Rakentamisjärjestelmien kantavien osien liitosratkaisut mittajärjestelmiseen on tarkoitus vakioida. RunkoPES on ollut käytössä vuodesta 2013 ja sitä päivitetään jatkuvasti kokemuksen karttuessa (RunkoPES 2.0 2018.).

RunkoPES:ssä määritellään puuelementtirakentamista asuntotuotannossa. Se on tarkoitettu ensisijaisesti suurelementtien teolliseen tuotantoon, mutta sitä voidaan noudattaa myös pientaloissa sekä kerrostaloissa rakentamismääräysten mukaisesti. RunkoPES:in aineisto sisältää rakennetyyppien ja liittymädetaljien periaatteet esimerkkien muodossa, joiden perusteella rakentajat voivat kehittää omia ratkaisujaan yksityiskohtaisesti. Kaikki rakenteiden tarkastelut, kuten palo-, ääni- ja kosteustekniset ominaisuudet sekä rakenteiden mitoitus tehdään joka kerta tapauskohtaisesti.

RunkoPES:n sisältö on seuraava:

- Osa 0: Sisältö
- Osa 1: Moduuliviivastot
- Osa 2: Kantavan ulkoseinän rakenne
- Osa 3: Kantavien suurelementtien kiinnitys
- Osa 4: Kantavien suurelementtien liittymien geometria
- Osa 5: Pystymitoitus kantavien suurelementtien yhteydessä
- Osa 6: Pystymitoitus pilari-palkki-rungon yhteydessä
- Osa 7: Pystymitoitus tilaelementtien yhteydessä
- Osa 8: Aukkojen mitoitus
- Osa 9: Suurelementtien valmistustarkkuudet
- Osa 10: Mallielementtikaaviot
- Osa 11: Rakennetyyppikirjasto
- Osa 12: Liittymädetaljikirjasto

## 2.2 Rankarakenteinen suurelementtitalo

Yleisin tapa tehdä puurunkoinen rakennus on rankarunkoinen suurelementti (kuvio 1.). Näin pystytään rakentamaan yli nelikerroksisia rakennuksia. Näissä rakennuksissa seinän runko tehdään vakiomittaisesta liima- tai kertopuusta. Kantavat ja ei-kantavat rakenteet ovat periaatteeltaan samanlaisia. Välipohjarakenne voi olla esimerkiksi rankarakenteinen palkkivälipohja, kotelo- tai ripalaatta. Jännemittaa voidaan kasvattaa kantavan rakenteen korkeutta lisäämällä. Betonin ja puun liittorakenteella, jolloin puhutaan ns. hybridirakenteesta, pystytään myös lisäämään jännemittaa. Tästä rakentamisesta on pitkäaikaisia kokemuksia ja sillä saadaan erittäin hyvä energiatehokkuus ja ilmatiiviys. Tekniikka on joustava erilaisiin tarpeisiin, jolloin rakenneratkaisut ja -tyypit voidaan muokata kohteen mukaan. Hybridirakenteet muiden materiaalien kanssa monipuolistavat rakenteen käyttömahdollisuuksia entisestään. Elementtien korkea esivalmistusaste varmistaa nopean asennuksen, rakennus pystytetään kerros viikossa tahtia ja asennus voidaan tehdä säältä suojassa. (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018.)



Kuvio 1. Rankarunkoinen rakenne (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018).

### 2.3 Kerrostalo CLT-tekniikalla

Kantavat seinät tehdään CLT-massiivipuulevystä, jossa puukerrokset on liimattu ristiin (CLT: cross laminated timber) (kuvio 2.). Sekä kantavana että jäykistävänä rakenteena seinissä ja välipohjissa on CLT-levy. Kaikki aukot ja liitokset jyrsitään levyihin tehtaalla tietokoneohjatulla CNC-koneella mittatarkasti, mikä tuo aukotukseen paljon mahdollisuuksia niin seinissä kuin välipohjissakin. Ulokerakenteet ovat myös helposti toteutettavissa tällä rakenteella. CLT-levyn maksimikoko on 3 x 16 metriä ja sen vahvuus voi olla 50–300 mm. Jopa 12-kerroksiset rakennukset voidaan rakentaa CLT-levyistä. Levyt toimitetaan halutussa valmiusasteessa mukaan lukien eristeet, pintamateriaalit, ikkunat ja ovet. (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018.)



Kuvio 2. CLT-järjestelmä (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018).

## 2.4 Pilari-palkki-järjestelmä

Rakennuksen runko tehdään liima- tai kertopuisista pilareista ja palkeista, joiden varaan väli- ja yläpohjatasot sekä ulkoseinät asennetaan (kuvio 3.). Jäykistys ratkaistaan vinositein, jäykkien liitosten avulla tai mastopilarein. Pilari-palkki-järjestelmällä pystytään toteuttamaan suuret aukotukset julkisivuissa ja avoin, muunneltavissa oleva pohjaratkaisu. Järjestelmä mahdollistaa vapaan seinien aukotuksen ja joustavan tilasuunnittelun ja kun kantavia väliseiniä ei ole, huoneistojen välisiä seiniä on helppo muokata. Rakennusten muokattavuus on hyvä, eikä rakennuksessa ole painumia samanmittaisten pystyrakenteiden vuoksi. Rakennus saadaan vesikattoon jopa muutamassa päivässä, jonka jälkeen talo on sääsuojassa. Ulkoseinät asennetaan keveinä suurelementteinä, joiden eristepaksuus ja ulkoverhousmateriaalit ovat valittavissa. (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018.)



Kuvio 3. Pilari-palkki-järjestelmä (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018).

## 2.5 Tilaelementit

Tilaelementtitekniikassa rakennus kootaan erillisistä tehtaalla valmiiksi kootuista tilayksiköistä (Kuva 1.). Tilaelementti koostuu tavallisesti kantavasta rungosta ja rajaavista pinnoista: valmiista seinistä, lattiasta ja katosta. Elementit valmistetaan kokonaan säältä suojassa tehdasolosuhteissa, jossa siihen asennetaan ovet, ikkunat, LVIS-varustus ja kalusteet. Pilari-palkkitekniikalla, kehärakenteella tai laattamaisilla suurelementeillä voidaan rakentaa tilaelementti. Tilaelementtitekniikalla saavutetaan kaksoisrakenteen vuoksi erinomainen ääneneristys. Tyypilliset enimmäismitat elementeille ovat 12 x 4,2 x 3,2 metriä. Elementtien kuljetuksen asettamat rajoitukset on huomioitava rakenteen mitoituksen suunnittelussa. Tilaelementtitekniikka soveltuu erityisesti pienasuntokohteisiin ja asuntoloihin mutta myös kerrostalokohteita on toteutettu kyseisellä rakenteella. Työmaavaihe on erittäin nopea rakennettaessa mutta aiheuttaa omat haasteensa sääsuojauksessa. (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018.)



Kuva 1. Tilaelementti (Yleisimmät rakennejärjestelmät 2018).

## 3 PUUN OMINAISUUDET JA KOSTEUSVAIKUTUS

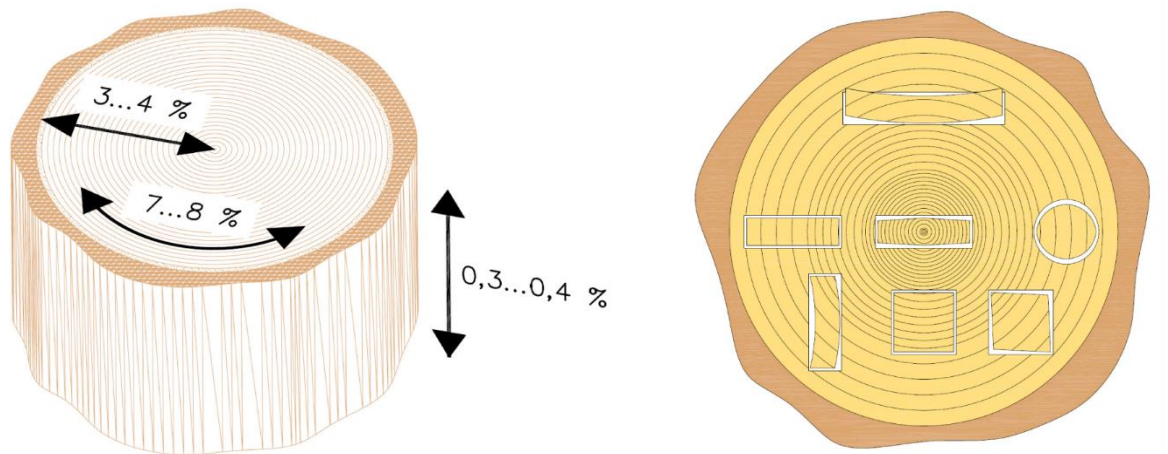
### 3.1 Yleistä

Puu on elävä materiaali. Tämä seikka tuo erityispiirteitä rakentamiseen ja lisää huomioonotettavien asioiden määrää. Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat puussa pieniä muodonmuutoksia. Kosteus muuttaa puun ominaisuuksia ja käyttäytymistä jo huomattavasti enemmän. Puun kestävyys muuttuu, rakenteet liikkuvat ja painuvat ja mikäli puu altistuu jatkuvalla kosteudella, sen elinikä muuttuu oleellisesti. (Puu materiaalina 2018.)

Kestävän kehityksen kannalta puurakentaminen on positiivista. Puu on uusiutuva materiaali ja sillä voitaisiin heti korvata uusiutumattomien rakennusmateriaalien käyttöä. Puutuotteiden ympäristölle aiheuttamat haitat ja energiankulutus ovat pieniä valmistuksen aikana verrattuna moniin perinteisiin rakennusmateriaaleihin, kuten esimerkiksi betoniin. Puurakenteet ovat keveitä ja materiaalin saatavuus meillä Suomessa hyvä. Materiaalin loppumista ei puurakentamisen vuoksi tarvitse pelätä koska metsien vuotuinen kasvu on huomattavasti suurempaa kuin metsätalouden hakkuut. Puurakentaminen hidastaa myös ilmastonmuutosta. Puutalot tuottavat koko elinkaarensa aikana ilmasto- ja ympäristöhaittoja huomattavasti vähemmän kuin vastaavat, perinteiset betonista rakennetut talot. (Puurakentaminen ja ekologinen kestävyys 2018.)

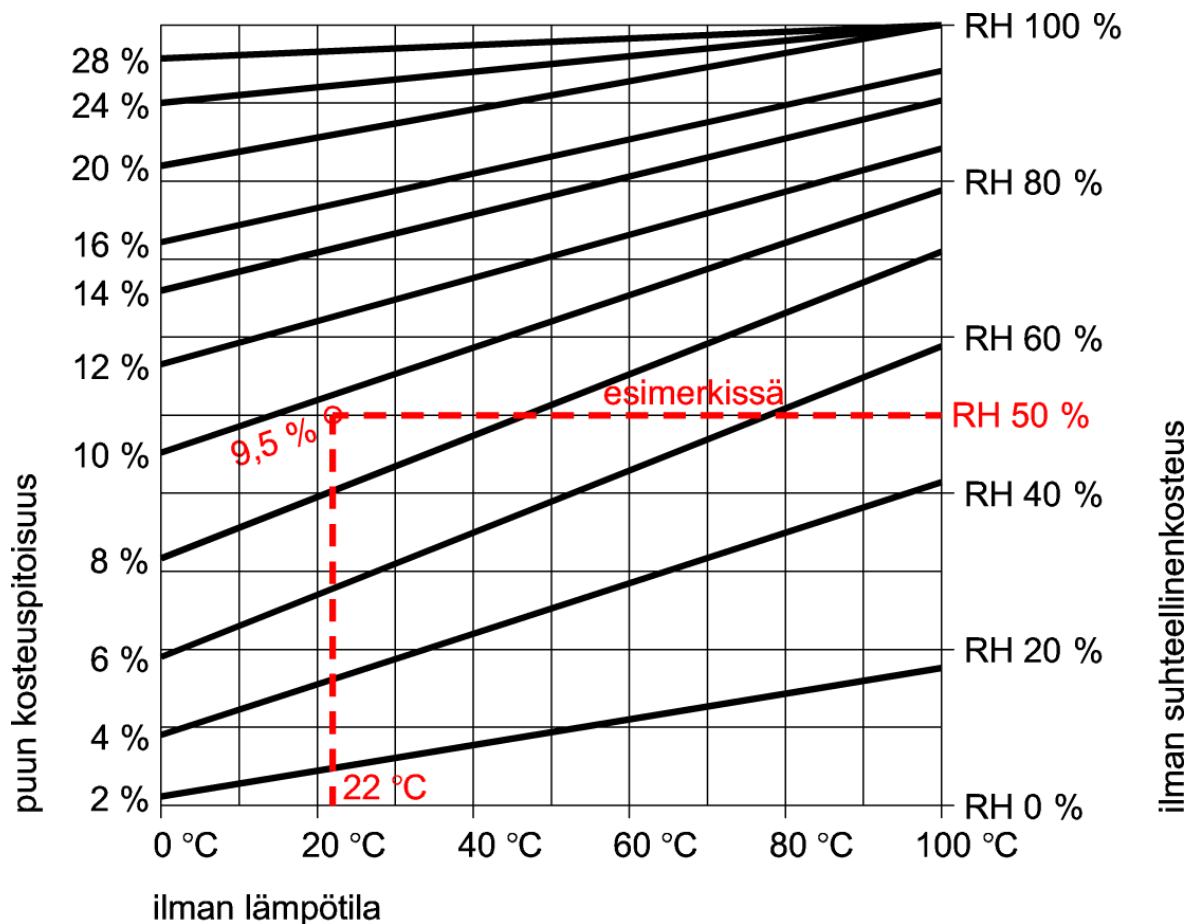
### 3.2 Puun kosteusteknisiä ominaisuuksia

Puu imee kosteutta eli vettä ja on näin ollen hygroskooppinen materiaali. Puu myös elää saamansa kosteuden mukaan (Kuvio 4.), halkaisijansa suunnassa noin 3–4 %, kehänsä suunnassa hiukan enemmän noin 7–8 % ja pituussuunnassa vain noin 0,3–0,4 %. Rakennuskäytössä olevan puun kosteusprosentti vaihtelee 8–25 prosentin välillä riippuen ilman suhteellisesta kosteudesta. Esikuivatettu puu saavuttaa tasapainokosteutensa yleensä parissa viikossa eli pyrkii tasaamaan kosteutensa ympäröivän ilman kosteuden kanssa. (Puu materiaalina 2018.)



Kuvio 4. Puun kutistuminen (Puu materiaalina 2018).

Kuivuminen parantaa puun lujuusominaisuuksia (Kuvio 5.). Puristus- ja taivutuslujuus lähes kaksinkertaistuu puun kuivuessa tuoreesta 12–15 prosenttiin, vastavasti vetolujuus kasvaa suurimmilleen, kun puu on 6–12 prosentin kosteudessa. Puurakenteiden mitoituksessa on huomioitava, kuinka kosteaa käytettävä puu on koska kosteus vaikuttaa puun lujuuteen. (Puu materiaalina 2018.)



Kuvio 5. Puutavaran kosteuspitoisuuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta, esimerkissä lämpötila 22 C ja kosteus 50 % (Puurakennuksen kosteustekninen hallinta 2011).

Liika kosteus johtaa puun vaurioitumiseen. Mikäli ilman suhteellinen kosteus pysyy pitkään yli 80 %:n, puu alkaa homehtua. Home ei kuitenkaan pysty tunkeutumaan puun pintaa syvemmälle. Näin ollen se ei vaikuta puun lujuuteen heikentävästi. Mikäli suhteellinen kosteus ylittää 90 %, puu alkaa lahoamaan. Lämpötilan on kuitenkin oltava 0–40 °C plussan puolella, että puu homehtuu tai lahoaa näissä kosteusolosuhteissa. Puussa esiintyy myös sinistymistä. Usein se sotketaan homehtumiseen, vaikka ei sitä ole. Sinistyminen on sinistäjäsienen aiheuttamaa värjäytymistä, joka tunkeutuu syväälle puuhun. Puun lujuuteen sinistymisellä ei ole oleellista vaikutusta. Homevaurioista tai sinistynyttä puuta ei rakentamisessa käytetä. Homeen itiöt ovat terveydelle haitallisia ja voivat aiheuttaa ihmisille allergisia reaktioita. Mahdollisiin homevaurioihin on aina suhtaututtava vakavasti. (Puu materiaalina 2018.)

## 4 KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISESSA

### 4.1 Yleistä

Sään kosteusvaihtelut ja sateet on huomioitava rakentamisessa huolellisesti. Mikään rakenne tai rakennusmateriaali, lukuun ottamatta vettä työvaiheissa sisältäviä materiaaleja tai katemateriaaleja, ei saa päästää kosteudelle alttiiksi ja ne on kuljetettava ja säilytettävä kosteudelta suojassa (ks. Liite 1). Nämä seikat vaativat huomiota ja huolellisuutta, mutta niihin panostaminen takaa paremman lopputuloksen. (Ratu S-1232 2013, 2.)

Vuoden 2018 alusta on luvanvaraiselle rakennushankkeelle laadittava selvitys kosteudenhallinnasta (Ympäristöministeriö 2017). Tällä ympäristöministeriö tavoittelee rakentamisen aikana kosteudesta aiheutuneiden haittojen välttämistä. Ympäristöministeriön asetuksen mukaan (2017), ”Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Suunnittelijan on rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekninen toimivuus. Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava, sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen, kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspiitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa.”. Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen suunnitteluun ja rakentamiseen sekä vanhan rakennuksen käyttötarkoituksen muutokseen. (A 24.11.2017, 3. §.)

#### 4.1.1 Rakennusaikaiset kosteusvauriot

Rakennusaikaisten kosteusvaurioiden ja niistä aiheutuneet ongelmat ja kulut ovat lisääntyneet viime vuosina merkittävästi. Esimerkiksi Wood Cityn työmaalla Helsingissä kokeiltiin, miten puurakentaminen onnistuu ilman sääsuojaa, mutta laihoin

tuloksinkin. Rakenteet kastuivat ja rakenneosia homehtui. Osa rakenteista pystytettiin vaihtamaan ja osa desinfioitiin. Tuliko piilossa oleviin rakenteisiin pysyviä vaurioita, sen meille kertoo aika. Kuten Tampereen teknillisen yliopiston rakennusfysiikan professori Juha Vinha toteaa Helsingin Sanomien haastattelussa (HS 9.11.2017), ” On haluttu kokeilla, onnistuuko puukerrostalon rakentaminen ilman koko talon peittäväää sääsuojaa. ”. Tästä kyseisestä Wood Cityn kosteudenhallintaprosessista on tehnyt Olavi Penttilä Tampereen yliopistolla diplomityön, Puukerrostalojen kosteudenhallintaprosessi ja sen kehittäminen. Tässä tapauksessa voidaan todeta, ettei kosteudenhallintaprosessi mennyt suunnitellusti vaan otettiin riski, kun lähdettiin rakentamaan ilman sääsuojaa.

Rakennusaikaiset kosteusvauriot syntyvät usein monen tekijän summana. Yksittäistä syyllistä tai puutetta harvoin löytyy. Huolellisuus, tarkkaavaisuus ja kaikkien rakennuksella työskentelevien hyvä yhteistyö poistaisi huomattavan osan rakennusaikaisista kosteusvahingoista. Aikataulujen vaativuus ja suunnitelmallisuus kosteusvaurioiden ennaltaehkäisemisessä korostuu suuren mittakaavan projekteissa. Toimintatapojen tietoon saattaminen työmaalla työskentelevän henkilökunnan tietoon on varmistettava hyvin heti perehdyttämisestä alkaen. (Kuivaketju 10 2018.)

#### **4.1.2 Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy**

Lähes kaikki rakennusaikaiset kosteusvauriot voitaisiin ehkäistä erittäin huolellisella suunnittelulla ja sen toteutuksella. Ilman sääsuojaa rakennettaessa kaikki työvaiheet suojauksineen joutuvat koetukselle. Sääolosuhteet olisi huomioitava erityisen tarkasti mahdollisen kastumisen ehkäisemiseksi. Kaikki pakatut elementit tulisi säilyttää suojamuoveissaan mahdollisimman pitkälle ennen asennusta ja purkaa ne vasta juuri ennen asennusaikaa. Aikataulujen tarkkuus ja niissä pysyminen vaatii koko organisaatiolta erityishuomion. Suunnitellut työt pitää tehdä niille asetetuissa ajoissa. Suojaaminen tilapäisesti tai ehdoton varmuus säätilasta on kosteusvaurioiden ja mahdollisten homevaurioiden kannalta paras ratkaisu, mikäli halutaan rakentaa ilman koko talon peittäväää sääsuojaa. Lisätietoa saa Ratu S-

1234- sekä RT RakMK-21749 -korteista. Molemmissa paneudutaan kattavasti huomioon otettaviin asioihin.

Rakennusmateriaalien kuivana pysymisen ohjeistusta (ks. Liite 2.) on parannettu sekä rakennusten kosteusteknistä toimivuutta tiukennettu vuoden 2018 alusta lukien. (Ympäristöministeriö 2017.)

## **4.2 Kuivaketju 10**

Rakentamisen Laatu RALA Ry ylläpitää ja kehittää Kuivaketju 10:n järjestelmää. Siinä paneudutaan rakennuksen elinkaaren kosteusvaurioiden riskien ehkäisemiseen rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamallissa. Kuivaketju 10 sisältää koko rakennusprosessin kosteusriskien uhkat ja niiden todentamishojeet kymmenen yleisimmän kosteusriskin kannalta. Yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden jälkikustannuksista voidaan välttää näiden ohjeiden seuraamisella ja huolellisella noudattamisella. (Kuivaketju 10 2018.)

Kuivaketju 10:ssä käydään läpi kunkin vaiheen toimintaohjeet huolellisesti, aina tilauksesta työmaan toteutukseen ja rakennusvalvontaan asti. Jokaisen osaluheen sisältö on eritelty ohjekorttiin, jossa tarkastellaan kunkin osapuolen ja vaiheen läpivientiä huolellisesti. Otetaan riskit huomioon alusta pitäen ja dokumentoidaan kaikki toimenpiteet projektin edetessä työvaiheiden ja kosteudenhallintaproessin toteutumisen onnistumiseksi. (Kuivaketju 10 2018.)

## 5 SÄÄSUOJAUS

### 5.1 Yleistä

Sääsuojan tarkoituksena on suojata rakentamista ja rakennusmateriaaleja sään vaikutuksilta. Sääsuojaus on osa rakennusaikaista kuivaketjua. Hyvällä suunnitellulla ja oikein valitulla suojaustavalla säästyy rakennusaikana rahaa ja aikaa. Suojaustarpeeseen vaikuttavat ratkaisevasti rakennustapa ja vuodenajat. Lisäksi rakennusten energiatehokkuusvaatimukset kasvavat koko ajan, jolloin eristepaksuus kasvaa ja rakennusaikainen kuivuminen hidastuu. Tällöin sääsuojauksen merkitys entisestään korostuu. (Teriö & Hämäläinen 2017.)

Betonirakentamisessa suojaus ei ole ongelma, koska betonin on joka tapauksessa kuivuttava. Puurakentamisessa vastaavasti materiaalit ovat jo kuivia eivätkä ne saa olla alttiita kosteudelle. Suojausmenetelmän ratkaisee rakennuspaikka, rakennuksen koko ja muoto sekä rakenteiden alttius vaurioitumiselle. Kuten Ratu S-1232 (2017, 5) asian ilmoittaa, ”Suojausmenetelmän valintaan vaikuttavat rakentamisajankohta, runkoratkaisu, rakentamisnopeus, vaaditut olosuhteet ja kustannukset sekä tilaajan vaatimukset.”.

Suurin osa sääsuojien toimittajista ja vuokraajista käyttää alumiinirunkoisia sääsuojia, joissa lohkojako on noin 2,5 metriä ja suurin jänneväli jopa 40 m. Suojat voidaan asentaa joko kiinni telineisiin tai erikseen niille rakennettavaan runkoon. (Ratu 07-2-06. 1992.)

## 5.2 Sääsuojat ja toimittajat

### 5.2.1 Ramirent

Ramirent vuokraa sääsuoja monenlaiseseen aina pienistä työhalleista siltanosturilla varustettuun koko rakennuksen peittävään ratkaisuun saakka (Kuva 2.). Nämä rakennussuojat soveltuvat kaikkiin väliaikaisiin sääsuojaratkaisuihin ja voidaan varustaa siirtokiskoilla, jotka ovat asennettavissa kahteen kerrokseen jolloin ne liukuvat päällekkäin ja nopeuttavat nostoja sekä avaamista. (Ramirent 2018.)



Kuva 2. Avattava sääsuoja (Ramirent 2018).

Suojat ovat alumiinirunkoisia ja keveitä. Asennusleveyttä on 2,5 metrin lohkoissa aina 25 metriin saakka. Järeimmillä suojilla päästään 30–45 metrin leveyksiin. Suurimmat ratkaisut asennetaan sääsuojan ja nosturin yhdistelmiksi (Kuva 3.). Teräsrakenteisiin pystypilareihin kiinnitetyt, moottoroidut vaakapalkit siirtävät koko kattorakennelmaa napin painalluksella. Siltanosturilla voidaan nostaa jopa 12 tonnin kuormia, jolloin erillistä nosturia ei juurikaan tarvita.



Kuva 3. Rakennussuojakatto nosturilla, Gibson Tower (Ramirent 2018).

### 5.2.2 Rentatelineet

Rentatelineet toimittaa alumiinirunkoista sääsuojia, jotka on mahdollista avata nostojen ajaksi (Kuva 4.). Ne sopivat kaikkiin rakennuskohteisiin ja voidaan pystyttää jopa ilman nosturia. Suurimmillaan jänneväli heidän ratkaisussaan on 24 metriä.



Kuva 4. Rentatelineen sääsuoja pystytyksessä (Rentatelineet 2018).

### 5.2.3 Telinekataja

Telinekataja vuokraa tai myy sääsuojausta pienistä suuriin (Kuva 5.). Rakenneratkaisut ovat hyvin saman tyyppisiä kuin Ramirentillä: alumiinirunkoisia ja keveitä, avattavia ratkaisuja. Suurimmillaan jänneväli näissä ilman erillisiä tukitorneja on 40 metriä. Katto-osan peitto vedetään ristikoissa oleviin uriin, jolloin lopputulos on siisti, tiivis ja kestävä. Kaikki suojakatot voidaan varustaa myös suojaseinillä, jotka asennetaan kiinni telineisiin. (Telinekataja 2018.)



Kuva 5. Sääsuoja seinillä (Telinekataja 2018).

### 5.2.4 Cramo

Cramon sääsuojaratkaisut ovat vastaavat kuin Telinekatajallakin (Kuva 6.). Telineisiin kiinnitettäviä julkisivusuojia ja erillisillä, alumiinisillä kattorakenteilla avattavaksi rakennettavat sääsuojat suuriinkin kohteisiin.



Kuva 6. Sääsuoja (Cramo 2018).

### 5.2.5 KAS-telineet

Tämä perheyritys tarjoaa sääsuojaratkaisuja 30 vuoden kokemuksella kaikenlaisiin kohteisiin. Rakenneratkaistu vastaava eli alumiinitelineisiin seinäsuojat ja kattosuojat erillisten alumiiniristikoiden varaan, jotka voidaan asentaa myös avattaviksi (Kuva 7.). Suunnittelussa heillä on apunaan telineiden hallintajärjestelmä sekä 3D-mallinnus.



Kuva 7. KAS-sääsuoja (KAS 2018).

### 5.3 Hyödyt

Sääsuojassa rakentaminen pitää koko rakennusajan kohteen kuivana ja ennaltaehkäisee kosteusvaurioita. Suoja parantaa myös rakennusolosuhteita ja tehokkuutta sekä lisää työturvallisuutta. Kohteessa säästytään ylimääräisiltä lumitöiltä talvisaikaan, eikä lämmitystä ja kuivatusta tarvitse käyttää niin paljon. (Ratu S-1234.)

Työskentelyolosuhteet, laatu ja sujuvuus ovat sääsuojauksen selviä etuja. Kosteus ei pääse materiaaleihin eikä väriin paikkoihin. Sääsuoja on myös rakennusliikkeen imagoa parantava, iso mainos. Myös säänvaihtelusta johtuvat viivästyksset vähenevät huomattavasti sääsuojauksen ansiosta ja ympäristöön aiheutuvat pölyhaitat voidaan myös ehkäistä käyttämällä sääsuojaa. (Ratu S-1234.)

### 5.4 Haitat

Sääsuojaus hankaloittaa monia tapahtumia työmaalla. Nostoissa on joko seinää tai kattoa aina avattava. Tässä vaiheessa on otettava huomioon säätila, ettei mahdollista kosteusvauriota pääse syntymään. Tekniset ratkaisut, käytettävyys ja kustannukset ratkaisevat usein, käytetäänkö sääsuojaa vai ei. Elementtirakentamiseen ratkaisut ovat monimutkaisempia kuin perinteiseen paikallarakentamiseen tai korjausrakentamiseen.

Sääsuojauksessa myös säätilat on otettava huomioon. Kovien tuulien takia on huolehdittava, että suojan ankkurointi on tukeva, seiniä on mahdollista avata ja että ne ovat tarpeeksi tiiviit, jottei tuuli pääse rakennuksen ja suojan väliin tehden siitä purjeen, joka voisi kaataa suojan. (Ratu S-1234.)

Riittävä valaistus sisäpuolella on taattava hyvien työskentelyolosuhteiden varmistamiseksi. Ilmanvaihto on varmistettava ja etenkin, mikäli sisäpuolella tehdään tulitöitä, on tuuletus huomioitava hyvin vaarallisten kaasujen ja muiden vaaraa aiheuttavien yhdisteiden poistamiseksi. Kulkureitit on myös merkittävä hyvin. Lämpötilan kohoaminen sääsuojan sisällä kesäaikaan on ehkäistävä hyvällä tuuletuksella ja ilmanvaihdon tehostamisella. (Ratu 07-2-06 1992.)

Sääsuojan käyttö tuo haasteita työmaajärjestelyihin. Suojan rakentaminen vie oman aikansa ja se vaatii tietyn tilan rakennuksen ympärille. Materiaalitoimituksien ajoittaminen korostuu, koska suojan ulkopuolella varastointimahdollisuutta ei juurikaan ole ja tontille varastoitavat materiaalit altistuvat sääolosuhteille. Hyvä tekninen ja aikataulullinen suunnittelu ratkaisevat monet sääsuojaukseen liittyvät ongelmat. Kiristyvät määräykset tuovat myös oman lisänsä sääsuojauksen toteuttamiseen. (Ratu S-1232.)

## **5.5 Kustannukset**

Sääsuojauksella on omat kustannuksensa. Suojan rakentaminen, koko, kunnossapito, siirto, kuljetus, muuttaminen ja vuokraus muokkaavat kustannuksia. Mahdollinen lisävalaistus ja pohjan muokkaus sopivaksi saattavat aiheuttaa lisäkustannuksia. Lumitöiden ja muiden säästä aiheutuvien lisäkustannusten vaikutusta sääsuojaukseen on hankala laskea. Kokonaiskustannuksiin sääsuojauksessa vaikuttaa myös, kuinka pitkä aika sitä tarvitaan kussakin kohteessa. Vuokraus on yleisin sääsuojan hankintatapa työmaille. (Ratu S-1234.)

Jokaisen rakennuskohteeseen valitut sääsuojat ovat yksilöitä. Kokonaisbudjetista sääsuojauksen osuus on vain 1- 5 %. Mitä pienempi tai vaikeampi kohde, sitä suuremmaksi sääsuojauksen osuus voi nousta. Helpoin ratkaisu on suorakaiteen muotoinen suojattava alue. Nykymenetelmillä myös suurten kohteiden sääsuojaus onnistuu hyvin. (Ratu S-1234.)

## **5.6 Sääsuojan käyttämättä jättämisen riskit ja rakentamisen haasteet**

Rakennettaessa puusta ilman sääsuojaa on säätila otettava huomioon erityisellä huolellisuudella. Puurakenne elää jo pelkästään ilman suhteellisen kosteuden vaihtelujen mukana. Kastuminen saa aikaan turpoamista. Mikäli saumoja ja liitoskohtia ei saada kuivatettua, homehtumisen riski kasvaa ja kosteus vaikeuttaa työmaan elämää. Puurakentamisen kannalta paras ajankohta kerrostalon pystytykseen onkin sydäntalvi. Pakkasella pysyvä pitkä jakso takaa pienet riskit kastumiselle, mutta suuret lumisateet aiheuttavat ongelmia. Lumi on saatava pois raken-

teista, jottei se sulaessaan aiheuta kosteusvaurioita rakenteisiin. Pakkanen ei sinänsä haittaa puurakentamista. Ainoana huomiona on huolehdittava siitä, ettei alle - 20 °C:n lämpötiloissa tehdä raskaita nostoja, sillä vaarana on nostokaluston vaurioituminen. (Ratu S-1234.)

Säätilan nopea vaihtuminen poudasta sateeseen vaikeuttaa ilman sääsuojaa rakentamista. Materiaalit, jotka on suojattu taivasalle, ja purettavat kuormat on saatava nopeasti sään armoilta piiloon, mikäli sade yllättää. Tilapäiset suojat on pysyttävä sijoittamaan niin, että ne ovat helposti paikalleen asennettavissa sään sitä vaatiessa. Kova tuuli hankaloittaa pressujen ja tilapäisten, keveiden suojarakenteiden käyttöä. Kaikki on saatava sidottua hyvin paikalleen, jottei tuuli aiheuta suojiin lentelyä ja vaaraa ympäristölle. Lisäksi rakenteiden tarkka, tiivis suojaaminen pressuilla tai muilla vastaavilla on haasteellista. Pressujen edestakainen siirtely ja niiden päällä liikkuminen aiheuttaa niiden reikiintymistä muodostaen vuotokohtia, jolloin kosteusvaurioiden riski kasvaa. Lisäksi pressun sijoittaminen irti rakenteesta vaatii väliaikaisia rakenteita niiden alle, jolloin työmäärä suojaamiseen lisääntyy oleellisesti. Isojen pressujen siirto, paikalleen laitto ja levitys vaatii nostokalustoa sekä vähintäänkin työparin. Tilapäinen suojaus vie tehokasta työaikaa päivittäin pois muilta sille päivälle tarkoitetuista suoritteista. (Ratu 07-2-06 1992.)

Olosuhteiden pysyessä pitkään hyvänä saattaa tilapäinen suojaus jopa unohtua. Yöllinen sade aiheuttaisi tällaisessa tilanteessa mittavan kosteusvaurion ja taloudellisen menetyksen. Päivittäiset tarkistukset ja huolellisuus korostuu vahinkojen ja inhimillisten erehdysten välttämiseksi. (Ratu 07-2-06 1992.)

Sääkarttojen ja -ennustusten seuraaminen on työnjohdon jokapäiväistä tekemistä ilman sääsuojaa rakennettaessa. Aikataulujen muutokset säävaihtelujen vuoksi ovat arkipäivää, niin suuntaan kuin toiseenkin. Puukerrostalorakentamisen nostopäivät ovatkin suorassa yhteydessä sääennustuksiin, sadepäivinä asennuksia ei tehdä kosteusvaurioiden ennaltaehkäisemiseksi ja rakenteiden kuivana pysymisen takaamiseksi. Tämän vuoksi aikataulusuunnittelu ja sen läpivieminen suunnitellusti joutuukin koetukselle vaihtelevien sääolosuhteiden vallitessa.

## 6 ESIMERKKIKOHTTEEN SEURANTA

### 6.1 Kohde

Tarkastelun kohteena oleva seitsemänkerroksinen puukerrostalo toteutettiin CLT-tilaelementeistä. Perusratkaisu on perinteinen, kalliolle valetut, vankasti asettuvat anturat, ulkoseinä ovat paikallavaluseinät. Keskellä valetut pilarit, joiden vaaraan betonoitu paksu, autohallin ja varsinaisen talon erottava välipohja (Kuvat 8 ja 9). CLT-tilaelementeistä asennetut kerrokset (Kuva 10.) ja kattorakenne on kasattu puisista kattotuoleista (Kuva 11.), jotka on maassa valmistettu lohkoelementeiksi. Rakennusaika oli noin yksi vuosi, josta perustusten ja betoniosien osuus oli noin viisi kuukautta.



Kuva 8. Pilarit ja ulkoseinän muottia sekä anturaa suojattuna.



Kuva 9. Holvivalu käynnissä.



Kuva 10. Tilaelementtien asennusta.



Kuva 11. Kattoelementin rakennusta.

## 6.2 Suojaus rakennusvaiheissa

Perustuksen aloitettiin syksyllä. Suotuisat sääolosuhteet olivat rakentamisen puolella ja suurimmassa osassa valutöitä ei tarvittu suojausta. Tulevaan talveen varauduttiin asentamalla lämmitystä varten putket anturoihin ja paikallavaluseiniin. Pilarit varustettiin lämpökaapeilla. Ensimmäisten pienten pakkasten aikaan anturat suojattiin solumuovilla ja putkistoon laitettiin neste kiertämään jäätyminen ehkäisemiseksi. Ainoatakaan valupäivää ei tarvinnut siirtää liian kovan pakkasen vuoksi. Lämmitys tosin oli iso kuluerä perustusvaiheessa. Holvi suojattiin solumuoveilla ja pressuilla valun jälkeen (Kuva 12.).



Kuva 12. Suojattu holvi.

CLT-elementit oli tehtaalla pakattu hyvin suojamuoveihin kuljetuksen ajaksi (Kuva 13.).



Kuva 13. Toimitettuja tilaelementtejä suojissaan.

Noston jälkeen tilaelementtimoduulit suojattiin ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa aluksi pressuilla, mikä osoittautui vääräksi ratkaisuksi. Räntäsade ja lauhasää aiheutti ylimääräistä kosteudenpoistoa ja rakenteiden kuivattamista.

Kakkoskerroksesta aina ylimpään kerrokseen asti käytettiin tilapäisiä kattorakenteita, jotka olivat puurakenteisia ja huovalla katettuja (Kuva 14.). Lisäksi kattoelementtien saumoihin jouduttiin laittamaan pressuja, jottei vesi pääse tilaelementtien päälle ja valu sieltä eristeisiin tai muualle hankalasti kuivattaviin paikkoihin, vaikkakin kaikki tilaelementtien väliset saumat teipattiin höyrynsulkuteipeillä.



Kuva 14. Tilapäiskattoja paikallaan.

Ylimmissä kerroksissa sade ja tuuli aiheuttivat pientä päänvaivaa suojauksessa. Nostoja piti hieman siirtää ja suunnitella tarkemmin, jotta tilaelementit tai tilapäiskatot eivät aiheuta vaaratilanteita tuulen tартtuessa niihin. Sadevesiltä ei ihan kokonaan vältytty, mutta suuremmilta vahingoilta kuitenkin (Kuva 15.).



Kuva 15. Tuuli tuiversi vettä tilaelementtien päälle.

Ulkoseinät suojattiin sääsuojaukseen tarkoitetulla lasikuituvahvisteisella suoja-  
muovilla, jota myös sääsuojaukseen erikoistuneet yritykset käyttävät (Kuva 16.).



Kuva 16. Puolet katosta asennettu, ulkoverhousta ennen.

Viimeisen kerroksen asennuksen jälkeen nostettiin maassa rakennetut kattoelementit paikoilleen ja rakennettiin paikallaan loppuun harjan ja elementtien liitokset (Kuva 17.).



Kuva 17. Katon viimeistely töitä.

Kun kaikki vesikattorakenteet oli saatu valmiiksi, siirryttiin ulkoverhouksen asentamiseen. Seinien suojausta poistettiin sitä mukaa, kun ulkoverhoustyö eteni ja näin rakenteet saatiin pysymään kuivina. Kaikki ulkopuolen rakennusta koskevat työvaiheet saatiin toteutettua ennen seuraavan syksyn sateita (Kuva 18.).



Kuva 18. Ulkoa päin valmis.

### 6.3 Sääsuojauksen onnistuminen

Perustus- ja betonityövaiheessa sääsuojaus sujui ongelmitta. Sääolosuhteet suosivat ja pahoilta sateilta ja koviilta pakkasilta vältyttiin. Talvi oli vähäluminen ja ylimääräiset lumityöt jäivät myös vähäisiksi. Valut kuivuivat suunnitelluissa aikatauluissa ja seuraaviin työvaiheisiin päästiin ajallaan.

Ensimmäiset CLT-tilaelementit saapuivat tontille maaliskuun lopussa 2017 ja asennustyöt aloitettiin seuraavan viikon alussa. Elementit olivat hyvin suojattu tehtaalla kuljetuksen ajaksi. Kahdessa ensimmäisessä kerroksessa jouduimme käyttämään pressuja suojauksessa, mikä aiheutti pientä ongelmaa. Rântäsade ja suoraan elementtien päälle asennetut pressut aiheuttivat kosteusongelmia, joiden takia rakenteita jouduttiin kuivattamaan. Onneksi mitään pahaa vauriota tai kastumista ei päässyt syntymään, vaan selvittiin säikähdyksellä. Kolmannesta kerroksesta eteenpäin suojaus sujuikin huomattavasti paremmin eikä ongelmia juurikaan ollut. Sääolosuhteetkin suosivat suunniteltuina nostopäivinä, joten yhtä päivää lukuun ottamatta saatiin nostot tehtyä niille suunniteltuina ajankohtina. Ylempänä tuuli sadekuuroineen sai vettä hieman tilaelementtien päälle. Tästäkään ei aiheutunut mitään merkittävää vauriota, vaan ainoastaan tilaelementtien CLT-levyjen pinnat kastuivat. Rakenne kuivui ennen seuraavien elementtien asennusta ja kaikki saatiin ajallaan paikoilleen.

Kattoa rakennettaessa sää suosi edelleen ja talo saatiin säältä suojaan ilman isompia ongelmia. Väli aikaisten kattojen edestakainen siirtely ja tarvittavan tilaelementti määrän asennus, jotta katot voidaan uudelleen nostaa paikoilleen, oli suhteellisen työllistävää.

### 6.4 Parannettavaa suojauksessa

Kokonaisuudessaan sääsuojaus pressuineen ja väliaikaisine kattoineen kyseisessä kohteessa oli suhteellisen työllistävää. Rakennuksen muoto ylhäältä päin katsottuna on erittäin loiva v. Suojaus onnistui kohtalaisen hyvin, mutta paljon parannettavaa löytyy. Koko rakennuksen huputus nostettavalla tai hyvin avattavalla kattorakenteella olisi todennäköisesti ollut paras ratkaisu. Tällä olisi varmistettu, ettei

missään rakennusvaiheessa olisi otettu kosteusvaurioitumisen riskiä. Suojauksen kustannukset olisivat kuitenkin kasvaneet huomattavasti. Tilapäiset kattoelementit, pressut ja lämmitys alkuvaiheessa ongelmiseen sekä niistä aiheutuneet kustannukset jäivät todennäköisesti kuitenkin oleellisesti pienemmiksi kuin mitä koko rakennuksen huputtaminen olisi tullut kustantamaan.

Sääolosuhteet huomioitiin hyvin eikä riskejä sateen kanssa otettu, kun tilaelementtejä asennettiin paikoilleen. Kaikki asennukseen käytetty rakennusmateriaali säilytettiin asiallisesti suojattuna, eikä mitään purettu pois toimituspakkauksistaan ennen varsinaista asennusta. Tällä varmistettiin, ettei rakenteisiin pääse kosteutta eikä kyseinen osa vaurioidu ennen asennusta.

Pressujen käyttö suojauksessa olisi pyrittävä minimoimaan. Edestakainen siirtely ja paikkojen vaihto vaurioittavat pressuja, eivätkä ne enää ole 100-prosenttinen suoja. Tässäkin asiassa rakennuksen huputtaminen ratkaisisi hankalasti suojattavien rakenteiden ongelmat. Rakennusolosuhteet olisivat suojassa vakaammat, eikä kosteusvaurion riskiä olisi juuri lainkaan. Aikataulu olisi helpompi pitää, kun sää ei vaikuta rakentamiseen niin paljon.

## 7 POHDINTA

Puurakentamisen kasvu ja sen muuttuminen ympärivuotiseksi nostaa sääsuojauksen käytön tarvittavuuden keskustelua. Suomen viimevuotiset, sateiset ja kosteat vuodet lisäävät myös pohdintaa sääsuojan käytöstä. Myös rakennuskustannusten jatkuva nousu lisää paineita jättää koko rakennuksen kattava suojahuppu pois, jolloin tyydytään tilapäisiin ratkaisuihin, jotka ovat haastavia. Kosteudenhallinta rakennusprosessissa tarkentuu koko ajan ja lisää sääsuojauksen käytön tarvetta. Halu rakentaa kuivana on, mutta suuret kustannukset tehdä niin vaikeuttavat ja aiheuttavat siihen paljon haasteita.

Kosteus ja puun herkkyys kosteudelle on kuivaketjun kannalta oleellinen seikka puukerrostalorakentamisessa. Rakennusmateriaalien määrä on todella suuri puurakentamisessa, ja suojauksessa on oltava erityisen tarkka. Huolellisuus kaikessa kosteuteen liittyvässä kuuluu koko työmaan organisaatiolle niin rakennuttajasta aina jokaiseen rakentajaan saakka. Suunnitelmallisuus sekä tinkimättömyys kosteusvaurioiden välttämiseksi ja ennaltaehkäisyssä on saatava keskusteluihin jo rakennushankkeen ensi metreiltä saakka. Riskinottoa kosteusvaurioiden kanssa puukerrostalorakentamisessa tulisi välttää aina, kustannuksista huolimatta.

Puukerrostaloihin soveltuvat sääsuojat vaativat kehitystä ja suunnittelua ratkaisujen parantamiseksi. Tilapäisten kattojen (Kuva 19.), jotka on tehty erillisistä katto-  
tuoleista ja verhoiltu huovalla, käyttö on suhteellisen kömpelöä ja hidasta. Rakenne ei salli sadetta eikä kovaa tuulta asennuksen aikana ja vaatii lisäksi pressuja ja muita tilapäisiä ratkaisuja. Lisäksi se vaatii asennusalustukseen tasaisen ja riittävän suuren pohjan, jotta se pysyy hyvin paikallaan. Rakenne vaatii ison nosturin ja useamman työparin sekä paikalleen laittoon että pois ottoon. Katon koko ja muunneltavuus vaatii paljon työtä ja on suhteellisen raskasta toteuttaa. Kustannuksiltaan nosturilla varustettuun sääsuojaan verrattuna tilapäinen, puurakenteinen katto on huomattavan paljon edullisempi.



Kuva 19. Tilapäistä kattoa.

Parempaan ja huolellisempaan rakennusaikaiseen kosteusvaurioiden ennalta ehkäisyyn ja välttämiseen vaaditaan asennemuutosta. Koko rakennusprojektiin osallistuvan organisaation on sitouduttava asiaan täydellisesti. Tämä koskee niin rakennuttajaosapuolta kuin myös urakoitsijoita. Kaikkien on huomioitava asiaan vaadittavat toimenpiteet ja niistä aiheutuvat kustannukset. Kokonaiskustannuksissa sääsuojauksen osuus isommissakin projekteissa on prosentuaalisesti pieni. Kestävän kehityksen kannalta projektien aikataulullinen suunnittelu ja toteuttaminen vaatii pohdintaa paremman tuloksen aikaansaamiseksi. Yhä lyhyemmät ja nopeammat toteutusaikataulut vaativat niin rakennusmateriaaleilta kuin rakentajiltakin täydellistä onnistumista. Riskienotto kasvaa ja siitä seuraavat virheiden ja vahinkojen mahdollisuus kasvaa. Kuivan puukerrostalorakentamisen ratkaisuihin on pyrittävä panostamaan ja sallimaan sen toteutukselle sille tarvittavat olosuhteet. Kuivaketjun toteutumiseen on suhtauduttava erityisen huolellisesti jokaisessa rakennusvaiheessa niin tuotannossa kuin työmaallakin. Turha riskienotto on minimoitava ja rakentamisen kokonaisvaltaiseen parantamiseen on pyrittävä kaikilla osa-alueilla, projektin ideasta ja suunnittelusta toteutukseen asti.

Rakennetaanko sitten sääsuojalla vai ilman, sen ratkaisee kussakin projektissa kokonaisbudjetti. Kiristyvät kosteudenhallintaprosessit ovat viemässä puurakentamista mahdollisesti enemmän sääsuojien alle. Tästä johtuen rakennuskustannukset nousevat hieman myös suojauksen takia, mutta riski kastumiselle ja siitä seuraaville vaurioille jäävät vähäisemmiksi. Puukerrostalon rakenteiden kannalta sääsuoja on hyvä ratkaisu. Suuret rakennusratkaisut vaativat yhä isompia kokonaisuuksia ja ovat haasteellisempia, mutta kuivaketjun kannalta tilanne on huomattavasti parempi. Lisäksi lisääntyvä kysyntä tulisi kehittämään käytettävissä olevia sääsuojavaihtoehtoja ja todennäköisesti myös alentaisi niistä johtuvia kustannuksia tulevaisuudessa. Uskallusta vaatia sääsuojan käyttöä puurakentamisessa tarvitaan sekä rakennuttajilta ja rakentajilta.

Puukerrostalorakentamisen tulevaisuuden näkymät ovat hyvät. Useampi taho on kehunut puukerrostaloa viihtyisämmäksi ja kodikkaammaksi kuin betonikerrostaloa. Laadukas rakentaminen ja kuiva rakennustapa sekä oikein toteutettu kosteudenhallinta takaavat terveen puukerrostalorakentamisen tulevaisuudessa. Panostaminen, laadukkuus ja kehittyvät puurakennusratkaisut tuovat puukerrostalorakentamiselle hyvät kasvumahdollisuudet Suomessa tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

A 24. 11. 2017. Asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta.

Cramo. 2018. Sääsuojat. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.4.2018.] Saatavana:  
<https://www.cramo.com/fi-FI/palvelut/julkisivut/saasuojaus/>

HS. 2017. "Haluttiin kokeilla rakentamista ilman sääsuojaa". [Verkkoartikkeli].  
 MTV. [Viitattu 24.4.2018.] Saatavana:  
<https://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/hs-haluttiin-kokeilla-rakentamista-ilman-saasuojaa-100-miljoonan-euron-wood-cityn-puukerrostaloissa-hometta/6651202#gs.giZmW5Y>

KAS-Telineet. 2018. Sääsuojat. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavana:  
<http://kas-telineet.fi/#saasuojat>

Kuivaketju 10. 2018. [Verkkojulkaisu]. Rakentamisen Laatu RALA Ry. [Viitattu 30.4.2018]. Saatavana: <http://kuivaketju10.fi/>

Puu materiaalina. 2018. [Verkkojulkaisu]. Puuinfo. [Viitattu 24.4.2018.]. Saatavana:  
<https://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina>

Puurakentaminen ja ekologinen kestävyys. 2018. [Verkkojulkaisu]. PuuInfo. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavana: <https://www.puuinfo.fi/node/1505>

Ramirent. 2018. Sääsuojat ja hallit. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavana:  
[http://www.ramirent.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat\\_ja\\_hallit/](http://www.ramirent.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/)

Ratu S-1232. 2013. Rakennustyömaan sääsuojaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

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

Ratu 07-3022. 1992. Suojauskalusto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rentatelineet. 2018. Sääsuojat. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavana:  
<http://www.rentatelineet.fi/saasuojat>

RunkoPES 2.0 2018. [Verkkojulkaisu]. Puuinfo. [Viitattu 17.4.2018.]. Saatavana:  
<https://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/runkopes-20>

Telinekataja. 2018. Sääsuojat. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.4.2018.] Saatavana:  
<https://telinekataja.fi/saasuojat/>

Teriö, O. & Hämäläinen, J. Kestävä rakentaminen. 2017. Helsinki: Opetushallitus.

Yleisimmät rakennejärjestelmät. 2018. [Verkojulkaisu]. PuuInfo. [Viitattu 24.4.2018.]. Saatavana: <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimm%C3%A4t-rakennej%C3%A4rjestelm%C3%A4t>

Ympäristöministeriö. 2017. Uusi asetus edellyttää rakennushankkeelta kosteudenhallintaselvitystä. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 24.4.2018.] Saatavana: [http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi\\_asetus\\_edellyttaa\\_rakennushankkeelt\(45129\)](http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_asetus_edellyttaa_rakennushankkeelt(45129))

## LIITTEET

Liite 1. Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa (Ratu S-1234)

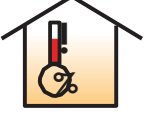




Liite 2. Rakennustyömaan sääsuojaus, ohjeellinen kuvaus suojaamisesta (Ratu S-1232)

Liite 2. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta



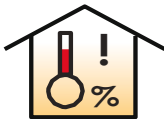

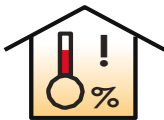

S-1234



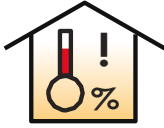


## Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa

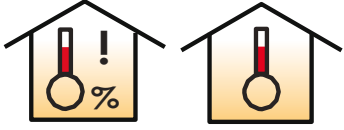


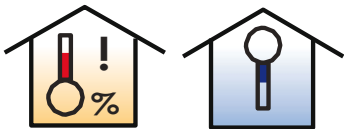



10

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. Eivältämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parokit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
		Laastit		
		Runkopuutavara		
		Puuikkunat ja -ovet (lyhyt aikainen)		
		Metalli-ikkunat ja -ovet		
		Kuivabetoni		
		Lämmöneristeet		
		Metallikasetit		
		Puuelementit		
		Betonielementit		
		Keramiikka, tiilet ja laatat		
		Raudoitteet		
		Metallivarusteet		
		Maa-ainekset		
		Kattotiilet		
		Ulkovarusteet		

**Kuva 7.** Symbolit ja ohjeellinen kuvaus materiaalien suojaamisesta. Eri materiaalit sietävät olosuhteita eri tavoin ja tuotepakkaukset tulee säilyttää oikealla tavalla suojattuna. Hyvinä muistisääntönä on, että materiaali tai rakennustuote vaatii käyttöolosuhteitaan vähintään kertaluokkaa paremman säilytystilan. Suojaustavan valinnassa noudatetaan valmistajan ohjeita kullekin pakkaustyypille. Tarkasta aina valmistajan ohjeet suojauksesta. Lähde: Ratu S-1232, Rakennustyömaan säänsuojaus.

Materiaali	Ohjeellinen kuvaus suojaamisesta
<b>Betonilaattaelementit</b> 	<p>Tarkistetaan ontelolaattojen vedenpoistoaukkojen esteettömyys ja porataan aukot tarvittaessa auki. Irroitetaan onteloiden tulpat ja muut suojaukset vasta asennuksen yhteydessä, juuri ennen nostoa. Tarkistetaan ennen asennusta, että laatat eivät ole vahingoittuneet varastoinnissa.</p>
<b>Betoniseinäelementit</b> 	<p>Sandwich elementin eristettä suojaava muovikalvo poistetaan vasta juuri ennen nostoa. Eristeen yläpinta suojataan asennuksen jälkeen tai työn keskeytyessä. Rakennuslevyjä sisältävät elementit suojataan erityisen hyvin sivulta ja alta uhkaavalta kosteudelta. Huolehditaan ilman kiertämisestä elementtien välissä.</p>
<b>helat, kiinnikkeet ja pientarvikkeet</b> 	<p>Pienosat on usein pakattu hyvin. Suuremmissa erissä osat voivat olla irrallisia. Tuotteet suojataan rikkoutumiselta ja likaantumislta. Tuotteita ei varastoida kosteassa korrosio- ja hapettumisvaaran vuoksi. Varastoidaan arvonsa vuoksi lukitussa tilassa esim. ulkona kontissa tai sisätilassa olevassa varastossa.</p>
<b>Ikkunat ja ovet</b> 	<p>Ikkunat ja ovet varastoidaan sääsuojassa. Myös holville nostetut tulee suojata suojapeitteellä ennen kuin vesikatto tai aluskate on asennettu, sillä holvilta voi vuotaa vettä.</p> <p><b>varastointi katoksen alla tai kun vesikatto on päällä</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuotteet varastoidaan irti maasta.</li> <li>- Ikkunat varastoidaan pystyasennossa. Ovet pinottuna aluspuiden päälle.</li> <li>- Varaston on oltava hyvin tuuletettu.</li> <li>- Kuljetuspakkaus on tarkoitettu tuotteiden kuljetusta, ei varastointia varten. Huolehditaan ikkunapakettien tuulettuvuudesta.</li> </ul> <p><b>Lyhytaikainen varastointi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Varastoidaan ulkona ilman suojakatosta vain väliaikaisesti.</li> <li>- Lyhytaikainen varastointi vaatii vähintään suojapeitteen suojaksi ja aluspuut/korokeen alle.</li> <li>- Tuotteet eivät saa olla kosketuksissa veden kanssa.</li> </ul> <p>Ikkunat ja ovet tulisi ajallisesti asentaa vasta silloin, kun olosuhteet rakennuksen sisällä vastaavat likipitään lopullisia käyttöolosuhteita. Vesipellit ja ulkopuolen lisätoitukset tulee asentaa mahdollisimmin nopeasti tai ikkuna-aukon alareuna tulee suojata vanerilla tai muulla levyllä. Ikkunoiden sisäpuutteen muovikalvoa ei poisteta ennen tasoite- ja maalaustöiden valmistumista. Ovien suojamuovi jätetään paikalleen asennuksen jälkeen suojaamaan ovea lialta ja naarmuilta. Ovet voidaan myös suojata suojapeitteellä.</p>
<b>Kalusteet</b> 	<p>Varastoinnin on vastattava käyttöolosuhteissa vallitsevaa lämpötilaa ja kosteutta. Suhteellinen kosteus saa olla enintään 60 %. Varastoinnissa on vältettävä tiloja, joissa on tehty betonivalutöitä edeltävän kahdeksan viikon aikana.</p>
<b>Kuivalaastit</b> 	<p>Kuivalaasti tilataan vasta käytön ajankohdaksi ja käyttötarpeen mukaan sopivan kokoisissa pakkauksissa. Kuivalaasti varastoidaan mieluiten kuivissa sisätiloissa. Ulkona varastoitessa säkit varastoidaan kuormalavoilla ja suojataan peitteillä. Avatut säkit suljetaan huolellisesti.</p>

Materiaali	Ohjeellinen kuvaus suojaamisesta
<b>Lämmöneristeet</b> 	<p>Mineraali- ja lasivillaeristeet säilytetään kosteudelta ja kolhuilta suojattuna alkuperäispakkauksissa käyttöön asti. Huolehditaan avattujen lämmöneristepakkausten suojaamisesta. Lämmöneristeet täytyy suojata aina kun työt jäävät kesken esimerkiksi viikonlopuksi. Lisäksi varmistaan, etteivät katon kaadot johda sadevesiä eristeiden päälle.</p>
<b>Metallituotteet</b> 	<p>Metalli vahingoittuu kosteudesta lähinnä ruostumalla tai muuten hapettumalla. Metallituotteet suojataan, jos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- niiden ulkonäölle tai rakenteelle aiheutuu kosteudesta haittaa</li> <li>- suojaamalla estetään tuotteen pinnan vahingoittuminen ja sitä kautta kosteuden aiheuttamat vauriot.</li> </ul> <p>Väliaikaisessa varastoinnissa raudotteita, metallipaaluja ja ulkotiloihin tulevia metallivarusteita ei ole yleensä tarvetta suojata päältä päin. Pitkäaikaisessa varastoinnissa raudotteet on syytä suojata esim. suojapeitteillä. Teräkset suojataan lumelta ja väntymiseltä.</p>
<b>Pintatuotteet</b> 	<p><b>Vinyylilaatat</b> Varastointilämpötila yli 18 °C. Tuotteet tasataan vähintään 18 °C:ssa ennen asennuksen aloittamista.</p> <p><b>Parketti- ja laminaattipäällysteet</b> Pakkaukset kuljetetaan ja varastoidaan avaamattomina. Pitkäkestoinen varastointi 15...24 °C lämpötilassa ja 40...60 RH% ilmankosteudessa. Parketit on varastoitava huoneolosuhteita vastaavissa olosuhteissa vähintään 48 tuntia ennen asennuksen aloittamista.</p> <p><b>Tapetit</b> Tapetit, erityisesti paperitapetit, eivät siedä kosteutta lainkaan. Avatut paketit tulee säilyttää lämpimässä ja kuivassa.</p>
<b>Puutavara</b> 	<p>Sisätiloihin tuleva asennus- ja pintapuutavara esimerkiksi verhou-, seinä- ja lattia-laudoitukset pitää varastoida lämmitetyssä ja hyvin tuuletetussa tilassa. Kuivaa puutavaraa ei saa päästää kastumaan, eikä altistumaan auringonvalolle.</p> <p>Kosteus voi aiheuttaa puussa sinistymistä ja altistaa homehtumiselle ja lahoamiselle. Puutavara ei saa saada kosteutta muista materiaaleista, esimerkiksi betonista. Tämä koskee myös kestopuuta.</p>
<b>Puurakenteiset elementit</b> 	<p>Elementit asennetaan suoraan kuljetusneuvosta ilman välivastastointia aina kun mahdollista. Jos elementtien varastointi kestää pidempään</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Varastointialustan tulee olla tasanen ja kestävä. Elementit eivät saa olla maassa kiinni.</li> <li>- Elementit suojataan peitteillä. Peitteiden tulee kestää vaurioitumatta ulkoilman rasituksia, kosteutta ja tuulta.</li> <li>- Tarvittaessa peitteen avulla suojataan elementti myös suoralta UV-säteilyltä.</li> <li>- Elementtien tuulettumiseen on kiinnitettävä huomiota.</li> </ul> <p>Valmiit puurakenteet tulee suojata vesikatolla tai suojapeitteillä. Estetään veden pääsy eristetilaan tai julkisivupinnalle.</p>

Materiaali	Ohjeellinen kuvaus suojaamisesta
<b>rakennuslevyt</b>  	<p>Väliseinä yms. sisäpintalevyt säilytetään aina ensisijaisesti sisätiloissa. Levyjen varastoiminen seinälle kiinnitettynä edesauttaa lattialaatan kuivumista. Levyjä ei asenneta ennen kuin ne ovat saavuttaneet käyttöympäristöä vastaavan kosteustason. .</p>
<b>runkopuutavara ja puuristikot</b>  	<p>Kuiva runkopuutavara varastoidaan sen aiempaa varastointipaikkaa vastaavassa olosuhteissa. Runkopuutavara voidaan varastoida ulkona, jos se suojataan aurinolta, sateelta ja maakosteudelta. Kattoristikot varastoidaan pystyasennossa aluspuiden päälle suojattuina. Aluspuut sijoitetaan ristikoiden tukipisteiden kohdalle.</p>
<b>Sisustuspuusepäntuotteet - paneelit ja listat</b>  	<p>Pakkaukset kuljetetaan ja varastoidaan avaamattomina. Välivarastoidaan kuivassa tilassa tukevalla ja tasaisella alustalla aluspuiden tai telineiden varaan. Tuotteet on varastoitava huoneolosuhteita vastaavissa olosuhteissa vähintään 48 tuntia ennen asennuksen aloittamista.</p>
<b>Talotekniikkatuotteet</b>  	<p>IV-kanavat toimitetaan tulpattuina. IV-kanavien avoimet päät suojataan ja tulpilla IV-venttiilien asennukseen saakka. Huolehditaan tulppien ja mahdollisten muiden suojusten kiinnityksestä asennushetkeen saakka. Lattiakaivot ja WC-istuimet suojataan muovikalvolla tai teippaamalla ennen käyttöönottoa. IV-koneet ja muut sähkölaitteet varastoidaan kuivassa ja lämmitetyssä sisätilassa.</p>
<b>Tiilet, keraamiset laatat, kivet</b>  	<p>Kutistemuoviin tms. vesitiiviiseen pakkaukseen pakatut tiilet kestävät yleensä varastoinnin ulkotilassa. Tiilet eivät saa kastua. Sisätilaan tulevat tiilet varastoidaan sisätiloissa.</p>
<b>vedeneristeet</b>  	<p><b>Ulkopuolinen vedeneriste</b>  Bitumituotteet varastoidaan kuivassa, varjoisessa paikassa, vedeltä ja lumelta suojattuna tasaisella alustalla.</p> <p><b>Sisäpuolinen vedeneriste</b>  Nestemäiset tuotteet varastoidaan käyttölämpötilassa. Ne eivät saa päästä jäätymään.</p>
<b>vesikatteet</b>  	<p>Huolehditaan, että vesikatton ohutlevyt eivät pääse hapettumaan kosteuden vaikutuksesta. Päällystetyt ohutlevykatteet kestävät ilman erillistä suojausta, mutta kuivia levyjä on turvallisempi käsitellä. Eri metallien kosketusta toisiinsa on vältettävä. Kattovanerit ym. katteeseen tulevat levy materiaalit pitää säilyttää kuivassa. .</p>

## Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti säädetään maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 103 h §:n 3 momentin ja 117 c §:n 3 momentin nojalla, sellaisina kuin niistä ovat 103 h §:n 3 momentti laissa 682/2014 ja 117 c §:n 3 momentti laissa 958/2012:

1 luku

### Yleistä

1 §

#### *Soveltamisala*

Tämä asetus koskee uuden rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden suunnittelua ja rakentamista. Asetus koskee myös rakennuksen laajennusta, kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta.

2 §

#### *Määritelmät*

Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

- 1) *höyrynsululla* ainekerrosta, joka estää haittaa aiheuttavan vesihöyryn diffuusion rakenteeseen tai rakenteessa,
- 2) *ilmansululla* ainekerrosta, joka estää haittaa aiheuttavan ilmavirtauksen rakenteen läpi puolelta toiselle,
- 3) *kapillaarivirtauksella* huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttamaa nesteen siirtymistä huokoisessa aineessa,
- 4) *kosteudella* kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa,
- 5) *märkätilalla* huonetilaa, joka ei ole asuinhuone ja jonka lattiapinta on tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiina ja jonka seinäpinnoille voi normaalissa käyttötilanteessa roiskua tai tiivistyä vettä,
- 6) *rakennuskosteudella* rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakenteisiin tai rakennusmateriaaleihin joutunutta rakennuksen käytönaikaisen tasapainokosteuden ylittävää kosteutta, jonka on poistuttava,
- 7) *ryömintätilalla* rakennuksen alapohjan, perusmuurin ja perusmaan rajoittamaa tarkoituksellisesti järjestettyä ulkoilmaan tuuletuvaa ilmatilaa,
- 8) *teknisellä käyttöiällä* aikaa, jonka rakenne tai rakennusosa teknisesti kestää,
- 9) *tuuletusaukolla tai -raolla* ulkopuolelta rakenteen tuuletusväliin tai -tilaan johtavaa tuuletusilmavirran sisäänmeno- tai poistumisaukkoa tai -rakoa,
- 10) *tuuletustilalla* rakenteessa olevaa yhtenäistä ilmatilaa, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee ja jonka korkeus tai paksuus ilmavirran suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa on yli 0,2 metriä,
- 11) *tuuletusvälillä* rakenteessa olevaa yhtenäistä ilmaväliä, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee ja jonka korkeus tai paksuus ilmavirran suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa on enintään 0,2 metriä,
- 12) *vedeneristyksellä* ainekerrosta, joka kestää jatkuvaa kastumista ja estää veden haitallisen tunkeutumisen rakenteeseen,
- 13) *vedenpaineeneristyksellä* ainekerrosta, joka saumoineen ja tukirakenteineen kestää rakenteelle asetetun jatkuvan vedenpainevaatimuksen ja estää veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen vedenpaineen vaikutuksesta,
- 14) *vesihöyryn diffuusiolla* kaasuseoksessa vakiokokonaispaineessa tapahtuvaa vesihöyry molekyylien liikettä, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksen höyrypitoisuus- tai höyryn osapaine-eroja,
- 15) *vesihöyryn konvektiolla* kaasuseoksen sisältämän vesihöyryn siirtymistä kaasuseoksen mukana sen liikkeessä kokonaispaine-eron vaikutuksesta,
- 16) *vesihöyrynvastuksella* tasapaksun ainekerroksen tai tällaisista muodostuvan tasapaksun kerroksellisen rakenteen pinnoilla eri puolilla vallitsevien vesihöyrypitoisuuksien tai vesihöyryn osapaineiden eron ja ainekerroksen tai rakenteen läpi jatkuvuustilassa pinta-alayksikköä kohti diffusoituvan vesihöyryvirran suhdetta,
- 17) *vesikatolla* katteen ja mahdollisen aluskatteen ja näitä välittömästi kannattavien rakenneosien muodostamaa rakennetta.

3 §

#### *Rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden olennaiset tekniset vaatimukset*

Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Suunnittelijan on rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekniset vaatimukset.

Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa.

#### 4 §

*Rakennuksen kosteustekninen toimivuus rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa*  
Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa rakennuksen kosteus tekniseen toimivuuteen ei tarvitse tehdä muutoksia, jos rakennus on kosteusteknisesti toimiva. Korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa kosteusteknisesti toiminut rakenne, jonka tekninen käyttöikä on loppunut tai joka on kosteustekniseltä toiminnaltaan vaurioitunut, voidaan korjata rakennusaikaista rakentamistapaa noudattaen. Jos rakenteessa ei ole kosteustekniseltä toimivuudeltaan muutosta vaativaa suunnittelu- tai toteutusvirhettä, on korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa ensisijaisesti noudatettava alkuperäisen rakenteen toimintatapaa. Korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa voidaan noudattaa tätä asetusta, jos tarkoituksena on parantaa rakennuksen kosteusteknistä toimivuutta. Jos rakenne on omiaan aiheuttamaan terveyshaittaa tai vaurioita rakennuksen kosteustekniselle toimivuudelle, on korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa noudatettava tätä asetusta.

## 2 luku

### **Yleiset kosteustekniset periaatteet**

#### 5 §

##### *Rakennuksen kosteustekninen toiminta*

Sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää ei saa haittaa aiheuttaen kulkeutua rakenteisiin. Sadevesi tai lumi ei saa kulkeutua eikä kosteus saa kerääntyä vaipparakenteeseen myöskään ikkunoiden, ovien tai muiden vaippaan liittyvien rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden kautta. Rakennuksen vaipan ja sen rakenerrosten ja liitosten on muodostettava kokonaisuus, joka estää tuulta, viistosadetta ja tuulenpainetta kuljettamasta vettä vaipan pintaa pitkin rakenteisiin.

Rakennuskosteuden ja rakenteisiin ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti kulkeutuvan kosteuden on voitava poistua haittaa aiheuttamatta. Pinnoiltaan kastuvien rakenteiden on kestettävä veden vaikutus.

#### 6 §

##### *Rakenteiden ilmanpitävyys ja höyrytiiviys*

Rakennuksen vaipan liitoksineen sekä rakennuksen sisä rakenteiden ilmanpitävyyden ja höyrytiiviyden on estettävä vesihöyryn rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta haitallinen siirtyminen rakenteisiin.

#### 7 §

##### *Rakenteiden tuuletustilat ja -välit*

Tuuletustilalla tai -välillä varustetun rakenteen tuuletustilaan tai -väliin johtavien tuuletusaukkojen tai -rakojen on sijaittava niin, että tuuletustila tai -väli on kokonaisuudessaan tuuletus ilman virtausreitteinä ja ettei tuuletustilaan tai -väliin jää kokonaan suljettuja, tuulettamattomia alueita.

#### 8 §

##### *Rakennuksen korkeusasema*

Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti otettava rakennuksen korkeusaseman valinnassa huomioon rakennuspaikan pinta- ja pohjavedenpinnan taso ja tulvariski.

Kosteusvaurioriskien vähentämiseksi kosteudelle alttiiden rakenteiden ja rakennuspohjan kuivatus järjestelmien on oltava toimintavarmoja niiden suunnitellun käyttöiän ajan.

#### 9 §

##### *Rakennuksen alus- ja vierustäytöt*

Uuden rakennuksen alla, ryömintätilan alustäytössä ja rakennuksen vierellä salaojitus kerroksena toimivassa vierustäytössä ei saa olla humusmaata, kosteuden vaikutuksesta hajoavia tai lahoavia orgaanisia aineita eikä rakennusjätettä. Rakennuksen perustuksia, perusmuuria tai alapohjaa koskevassa korjaus- ja muutostyössä on noudatettava 1 momenttia ainoastaan korjattavilta tai muutettavilta osin.

#### 10 §

##### *Ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytyslaitteistojen ja muiden laitteistojen vesivuotojen havaitseminen, jäätyminen ja veden tiivistyminen*

Rakenteellisten ratkaisujen on ohjattava uuden rakennuksen ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytyslaitteistosta tai muusta laitteistosta sekä niihin liitetystä laitteesta aiheutuva vesivuoto näkyville. Jos kyseisiin laitteistoihin tai laitteisiin liittyy vesivuodon mahdollisuus, on niiden oltava tarkastettavissa, korjattavissa ja uusittavissa. Rakennuksen korjaus- ja muutostyöhön ja käyttötarkoituksen muutokseen sovelletaan 4 §:n säännöksiä.

Vesi ei saa jäätyä laitteistojen putkistoissa, kanavissa ja laitteissa. Vettä ei saa tiivistyä haittaa aiheuttaen laitteistojen putkien, kanavien ja laitteiden pinnoille tai tiivistyvä vesi on oltava johdettavissa pois haittaa aiheuttamatta.

#### 11 §

##### *Rakennustuotteiden olennaiset tekniset vaatimukset*

Rakenteissa käytettävien rakennustuotteiden ominaisuuksien on vastattava suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia ja rakennustuotteiden on oltava rakennuspaikan olosuhteisiin soveltuvia. Rakennustuotteen on oltava käyttötarkoituksensa mukaisessa kunnossa sitä asennettaessa. Rakennustuotteen on kestettävä asentamisen sekä asennus- ja käyttöolosuhteiden aiheuttamat rasitukset koko rakenteen käyttöiän tai suunnitellun huolto- ja korjausvälin ajan.

### 3 luku

#### **Rakennushankkeen kosteudenhallinta**

##### 12 §

##### *Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatiminen ja sisältö*

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Rakennus hankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä myös tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä.

##### 13 §

##### *Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen ja sisältö*

Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta, rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen.

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältöön sovelletaan rakentamisen suunnitelmista ja selvityksistä annetun ympäristöministeriön asetuksen (216/2015) 15 §:ää. Sen lisäksi työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä.

##### 14 §

##### *Rakennustuotteiden ja -osien suojaus*

Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava rakennustuotteiden ja keskeneräisten rakennusosien suojaamisesta kastumiselta ja epäpuhtauksilta työmaavarastoinnin ja rakentamisen aikana.

##### 15 §

##### *Rakenteiden kuivuminen*

Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava siitä, että rakenteissa olevan kosteuden ja rakennuskosteuden kuivumisaste mahdollistaa rakenteiden peittämisen kuivumista hidastavalla ainekerroksella, pinnoitteella tai rakenteella vaurioita aiheuttamatta. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava kosteusmittauksin rakenteiden asianmukaisesta kosteuspitoisuudesta seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä varten.

### 4 luku

#### **Rakennuspohjan kuivatus**

##### 16 §

##### *Hulevesien poisjohtaminen*

Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava maanpinnan kuivatus ja hulevesien hallinta siten, että hulevedet johdetaan pois rakennuksen vierestä hulevesijärjestelmän avulla.

##### 17 §

##### *Rakennuspohjan salaojitus*

Rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava rakennuspohjan salaojitus veden kapillaarivirtauksen katkaisemiseksi ja pohjavedenpinnan pitämiseksi riittävällä etäisyydellä rakennuksen alapohjasta sekä perustusten kuivatusvesien johtamiseksi pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta. Rakennuspohja voidaan jättää salaojittamatta, jos erityissuunnittelija on varmistunut perustamis- ja pohjaolosuhdeselvityksen perusteella, että perusmaan vedenläpäisykyky ja pohjaveden korkeus eivät ole omiaan aiheuttamaan haittaa rakennuksen kosteustekniselle toimivuudelle.

### 5 luku

#### **Rakennuksen alapohja ja maanvastaiset seinärakenteet**

##### 18 §

##### *Maanvastainen alapohja*

Maanvastaisen alapohjan lattian yläpinnan on oltava vähintään 0,3 metriä rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella lukuun ottamatta osittain tai kokonaan maanpinnan alapuolella olevien tilojen lattioita.

Jos lattian yläpinta on erityisestä syystä viereiseen maanpintaan verrattuna alempana kuin 0,3 metriä maanpinnan yläpuolella, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen.

##### 19 §

##### *Ryömintätilainen alapohja*

Alapohjan alapuoliseen ryömintätilaan ei saa kerääntyä vettä. Ryömintätilan on tuuletettava. Ryömintätilan kosteus ei saa aiheuttaa haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle.

##### 20 §

### *Ryömintätilan korkeus ja kulkuyhteys*

Uuden rakennuksen ryömintätilan korkeuden on oltava keskimäärin vähintään 0,8 metriä. Ryömintätilaan on oltava pääsy sen tarkastamista ja siellä sijaitsevien laitteiden ja järjestelmien huoltamista varten.

#### 21 §

### *Maanvastaiset seinärakenteet*

Maanvastaisen ulkoseinän rakenteen on estettävä ympäröivän maan kosteuden sekä hulevesien haitallinen tunkeutuminen seinärakenteeseen vedeneristyksellä tai vedenpaineen eristyksellä, taikka rakenteellisesti hallitulla vedenpoistolla, joka mahdollistaa kellarin seinän kuivumisen ulospäin. Vedeneristyksen tai vedenpaineen eristyksen on oltava maanvastaisen ulkoseinärakenteen ulkopinnassa tai ulkopuolisen, maata vasten olevan lämmöneristyksen sisäpuolella.

#### 22 §

### *Perusmuurista ja alapohjasta siirtyvä kosteus*

Kosteus ei saa siirtyä haitallisesti perusmuurista ja alapohjan betonilaatasta alasidepuuhun eikä yläpuolisiin seinä- ja lattiarakenteisiin.

#### 23 §

### *Vedenpaineen alaiset rakenteet*

Vedenpaineen alaisten rakenteiden on kestävä jatkuvan vedenpaineen vaikutus rakenteen suunnitellun käyttöajan ajan. Tällaisissa rakenteissa on oltava vedenpaineeneristys, joka estää ulkopuolisen veden haitallisen tunkeutumisen rakenteeseen.

## 6 luku

### **Yläpohja ja ulkoilman vastaiset seinä- ja kattorakenteet**

#### 24 §

### *Ulkoseinän rakenteet*

Ulkoseinän ja sen eri kerrosten on muodostettava kokonaisuus, joka estää veden haitallisen kulkeutumisen rakenteiden sisään. Ulkoseinän ja sen eri kerrosten sekä ulkoseinään liittyvien rakenteiden ja ulkoseinän liitosten vesihöyrynsäilytyksen ja ilmatiiviyyden on oltava sellainen, ettei seinän kosteuspoistisuus sisäilman vesihöyrynsäilytyksen tai konvektion vuoksi muodostu rakenteen kosteusteknisen toimivuuden kannalta haitalliseksi. Jos rakenteessa on käytetty ilman-sulkua tai höyrynsulkua, on saumojen, reunojen ja läpivientikohtien oltava tiiviitä.

#### 25 §

### *Ulkoverhous*

Seinärakenteen ulkoverhouksen taakse ei saa joutua vettä tai ulkoverhouksen taakse tunkeutuneen veden ja kosteuden on päästävä poistumaan rakenteita vahingoittamatta. Ulkoverhouksen taustan on oltava tuulettuva, ellei kosteus pääse muutoin poistumaan.

#### 26 §

### *Veden poisjohtaminen vesikatolta*

Veden on poistuttava vesikatolta rakennusta vahingoittamatta. Vesikatolla on rakenteineen ja liitoksineen oltava katteelle sopiva kaltevuus ja tiiviys veden poisjohtamiseksi.

#### 27 §

### *Yläpohjan rakenteet*

Yläpohjan kerrosten ja katon tuuletuksen on estettävä vesihöyrynsäilytyksen diffuusiosta tai ilmavirtauksista johtuva, haittaa aiheuttava kosteuden kertyminen yläpohjarakenteeseen. Jos rakenteessa on käytetty ilmansulkua tai höyrynsulkua, on saumojen, reunojen ja läpivientikohtien oltava tiiviitä.

## 7 luku

### **Märkätila**

#### 28 §

### *Märkätilan vedeneristys ja rakenteet*

Vesi ei saa valua tai siirtyä kapillaarivirtauksena märkätilasta ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin. Valuvalle vedelle, toistuvalla roiskevedelle tai pintaan tiivistyvälle vedelle altistuvien pintojen takana olevan rakenteen on oltava vedeneristetty. Märkätilan lattiapäällysteen ja seinäpinnoitteen on toimittava vedeneristykseenä tai lattiassa päällysteen alla ja seinässä pinnoitteen takana on oltava erillinen vedeneristys. Vedeneristystä ei tarvita erillisen WC-tilan ja löylyhuoneen seinässä pinnoitteen takana. Märkätilan kattopinnoitteen on kestävä tilan käytöstä johtuen roiskevesiä, ajoittaista korkeaa ilman suhteellista kosteutta ja tilapäisesti esiintyvää kosteuden tiivistymistä kattopinnoille.

Märkätilan vedeneristyksen on muodostettava kokonaisuus, joka on tiivis kaikilta vedeneristetyiltä pinnoiltaan sekä niiden saumoista, läpivienneistä ja liittymistä. Märkätilojen vedeneristykseenä toimivan lattiapäällysteen tai lattiapäällysteen alla olevan vedeneristyksen on liitettävä vedenpitävästi seinän vedeneristykseen.

Märkätilan rakenteiden on oltava niin jäykkiä, että lämpö- ja kosteusliikkeet eivät vaurioita märkätilan vedeneristystä tai pintarakenteita. Jos märkätilan rakenteissa ei erityisestä syystä käytetä vedeneristystä, on rakennussuunnittelijan ja

erityissuunnittelijan tehtäviensä mukaisesti osoitettava suunnitelmissa, että vedeneristyksen puuttuminen ei vaaranna maankäyttö- ja rakennuslain 117 c §:n mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten täyttymistä.

29 §

*Märkätilan lattian kaltevuus ja läpiviennit*

Märkätilan lattian kaltevuuden on mahdollistettava veden valuminen lattiakaivoon. Vedeneristyksen ja lattiakaivon liitoksen on oltava tiivis.

30 §

*Voimaantulo*

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 2018.

Tämän asetuksen voimaan tullessa vireillä olevaan hankkeeseen sovelletaan tämän asetuksen voimaan tullessa voimassa olleita säännöksiä.

Helsingissä 24 päivänä marraskuuta 2017

Asunto-, energia- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikainen

Yli-insinööri Katja Outinen