



Karelia-ammattikorkeakoulu
Rakennusinsinööri (AMK)

Höyrynsuluttoman ja höyrynsulullisen ulkoseinärakenteen kosteus- ja lämpökäyttäytyminen osan vuodesta kylmillään olevassa vapaa-ajan asunnossa

Mika Hassinen & Esa Kärki

Opinnäytetyö, huhtikuu 2022

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2022
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)

Mika Hassinen, Esa Kärki

Nimeke

Höyrynsuluttoman ja höyrynsulullisen ulkoseinärakenteen kosteus- ja lämpökäyttäytymisen osan vuodesta kylmillään olevassa vapaa-ajan asunnossa

Toimeksiantaja

Karelia-ammattikorkeakoulu

Tiivistelmä

Tämän tutkimuksellisen opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää höyrynsuluttoman ja höyrynsulullisen ulkoseinärakenteen kosteus- ja lämpökäyttäytymistä vapaa-ajan asunnossa. Tutkimuksen lähtökohtana oli, että rakennus olisi osan vuodesta asumattomana ja ilman lämmitystä. Toimeksiantajana opinnäytetyössä oli Karelia-ammattikorkeakoulu.

Tutkimus toteutettiin Karelia-ammattikorkeakoulun laboratorion kahdessa, toisiinsa kytetyissä olosuhde- eli sääkaapissa. Tutkimuksen kohteena olivat neljä erilaista ulkoseinärakennetta, joissa käytettiin selluvillaa tai lasivillaa sekä höyrynsulkumuovia tai ilmansulkupaperia. Tutkimuksessa käytettiin pohjoiskarjalaisia ulkoilman olosuhteita sekä vaihtelevia sisäilman lämpötiloja ja suhteellisia kosteuksia. Oleellisimpia tutkimusajankohtia olivat jaksot, jolloin sisäilman lämpötila oli ulkoilman lämpötilaa selvästi alhaisempi.

Tutkimustuloksia tarkastellessa todettiin useita ongelmia testilaitteiston toiminnassa, jotka vaikuttivat tuloksiin. Rakennusten ulkoseinärakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan vaikuttavat niissä käytetyt materiaalit. Tämän tutkimuksen vajavaisten tulosten perusteella todettiin, että kaikki neljä seinärakennetta toimivat tutkimuksessa käytettyjä olosuhteita vastaavissa olosuhteissa. On kuitenkin huomioitava, että olosuhteiden muuttuessa myös rakenteiden rakennusfysikaalinen toimivuus voi muuttua merkittävästi. Näitä olosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa ulkoiset kosteustekijät sekä tuulen ja rakenteiden epätiivelyskohdat.

Kieli
suomi

Sivuja 46
Liitteet 2
Liitesivumäärä 17

Asiasanat

höyrynsulku, ilmansulku, selluvilla, lasivilla, lämpö, kosteus



THESIS
April 2022
Degree Programme in Civil Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)
Mika Hassinen, Esa Kärki

Title
Moisture and Heat Behaviour of the Vapor Free and Vapor Barrier External Wall Structure Part of the Year in a Cold Leisure Apartment

Commissioned by
Karelia University of Applied Sciences

Abstract

The aim of this exploratory thesis was to determine the humidity and heat behaviour of the vapor -condensed and vapor -braced external wall structure in a leisure apartment. The premise of the study was that the building would be uninhabited for part of the year and without heating. The mandator for the thesis was Karelia University of Applied Sciences.

The study was carried out in two interconnected circumstance cabinets of the Karelia Polytechnic laboratory. Four different exterior wall structures using cellulose insulation or glass wool, as well as vapor barrier plastic or air barrier paper, were the subject of the study. The study used North Karelian outdoor air conditions as well as varying indoor temperatures and relative humidity. The most relevant research dates were periods when the temperature of the indoor air was well below the temperature of the outside air.

Looking at the findings, a number of problems were identified in the operation of the test equipment which affected the results. The physical activity of the wall structures in the buildings was influenced by the materials used in them. Based on the incomplete results of this study, it was found that all four wall structures do operate in conditions similar to those used in the study. However, it should be noticed that as the conditions change, the physical functionality of structures can also change significantly. These factors contributing to conditions include, but are not limited to, external moisture factors, wind and structural disdens.

Language
Finnish

Pages 46
Appendices 2
Pages of Appendices 17

Keywords
vapor barrier, air barrier, cellulose insulation, glass wool, heat, humidity

Sisältö

1	Johdanto.....	6
2	Puurakenteinen ulkoseinä.....	6
3	Rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen tutkinta	8
3.1	Sisäilman terveellisyys.....	8
3.2	Ilmanpaineet ja ilmavirtaukset sekä ilmanpitävyys ja höyrytiivys	9
3.3	Lämpö ja kosteus.....	10
3.4	Rakennusfysikaalinen toimivuus ja terveellisyys	11
4	Opinnäytetyön tavoite ja tutkimustehtävä.....	12
4.1	Tutkimuksen tavoite.....	12
4.2	Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat.....	14
5	Tutkimuksen toteutus.....	15
5.1	Olosuhdetekijät.....	15
5.2	Lasivillaeristeinen rakenne höyrynsululla	16
5.3	Selluvillaeristeinen rakenne höyrynsululla.....	16
5.4	Lasivillaeristeinen rakenne ilmansululla	17
5.5	Selluvillaeristeinen rakenne ilmansululla.....	18
5.6	Seinien rakentaminen	19
5.7	Sääkaapin ominaisuudet.....	23
5.8	Ulkopuolen olosuhdekäyrä.....	24
5.9	Sisäpuolen olosuhdekäyrä.....	25
5.10	Olosuhdekäyrien muutokset	25
5.11	Mallintaminen Wufi 5 -ohjelmalla	27
6	Tulokset ja tulosten analysointi	28
6.1	Tutkimustietoa	28
6.2	Mittaustulosten analysointi.....	29
6.3	Lasivillaeristeinen rakenne höyrynsululla	31
6.4	Selluvillaeristeinen rakenne höyrynsululla.....	32
6.5	Lasivillaeristeinen rakenne ilmansululla	34
6.6	Selluvillaeristeinen rakenne ilmansululla.....	35
6.7	Seinätyyppien vertailu keskenään.....	37
6.8	Wufi-mallinnuksen tulokset	42
7	Pohdinta	42
7.1	Tavoitteiden toteutuminen.....	42
7.2	Luotettavuus ja eettisyys.....	43
7.3	Ehdotus tutkimuksen jatkamiseen.....	44
	Lähteet	45

Liitteet

- Liite 1 Seinärakenteen U-arvo
- Liite 2 Tutkimuksesta kertynyt aineisto

Käsitteet

Absoluuttinen kosteus	Ilman sisältämän vesihöyryn määrä grammoina ilmakeuutiometriä kohti (g/m^3).
Anisotrooppisuus	Puumateriaalin poikki- ja pituussuuntien erilaiset ominaisuudet
Diffuusio	Ilmiö, jossa vesihöyryn pitoisuuserot pyrkivät tasaantumaan korkeammasta alhaisempaan päin.
Hygroσκοoppisuus	Huokoisen aineen ominaisuus sitoa kosteutta ilmasta ja luovuttaa sitä ilmaan.
Höyrynsulku	Ainekerros, joka estää vesihöyryn diffuusion rakenteeseen tai rakenteessa.
Ilmanpaine	Mittauskohdan yläpuolella olevan ilmapinnan paino pinta-alayksikköä kohden.
Ilmansulku	Ainekerros, joka estää haitallisen ilmavirtauksen rakenteen läpi.
Johtuminen	Katso konduktio.
Konduktio	Lämmön siirtyminen johtumalla aineen sisällä tai aineesta toiseen.
Kosteus	Kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa.
Konvektio	Lämpöenergian siirtyminen liikkuvan nesteen tai kaasun mukana kuljettumalla.
Kosteuslisä	Sisätiloissa syntyvä lisäkosteus (esimerkiksi hengitys, suihkussa käynti, ruoanlaitto tai pyykinkuivaus) ulkoilmaan nähden.
Kosteusvaurio	Liiallisesta tai pitkäaikaisesta kosteusrasituksesta aiheutuva vaurio rakenteessa.
Luonnollinen konvektio	Lämpötilaerojen aiheuttama nesteen tai kaasun tiheyserojen liike.
Mikrobivaurio	Rakennusmateriaalin liiallisen kostumisen takia siihen syntynyt pieneliökanta, joka vahingoittaa materiaalia ja voi aiheuttaa ihmisille terveyshaittoja.

Sisäilmasto	Muodostuu sisäilmasta ja siihen vaikuttavista fyysikaalisista tekijöistä (esimerkiksi lämpötila, valaistus, äänet, kosteus ja epäpuhtaudet).
Sisäympäristö	Kokonaisuus, joka muodostuu rakennus- ja taloteknisten tekijöiden sekä sisäilmaston lisäksi käyttäjien aistinvaraisista kokemuksista.
Säteily	Energian siirtyminen sähkömagneettinen aallokkeen välityksellä valonnopeudella.
Suhteellinen kosteus (RH)	Ilmoittaa prosentteina tietyn lämpöisen ilman sisältämän vesihöyryn määrän verrattuna enimmäisvesihöyrymäärään samassa lämpötilassa.
Tuuletusväli	Tuulensuojan ja ulkoverhouksen välinen avoin tila, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee.
U-arvo	Rakennusosan lämmönläpäisykerroin [$W/(K \cdot m^2)$].

1 Johdanto

Opinnäytetyömme aiheena on höyrynsuluttoman ja höyrynsulullisen ulkoseinärakenteen kosteus- ja lämpökäyttäytyminen osan vuodesta kylmillään olevassa vapaa-ajan asunnossa. Toimeksiantajana on Karelia-ammattikorkeakoulun lehtori Timo Pakarinen, projektipäällikkö Mikko Matveinen ja projektiasiantuntija Ville Mertanen. Aihe valittiin, koska se on molempien opinnäytetyöntekijöiden mielestä mielenkiintoinen. Molemmilla tutkimuksen tekijöillä on vahva tausta rakennusosalta sekä kokemusta höyrynsulullisten rakenteiden valmistamisesta. Emme kuitenkaan ole tehneet rakennuksia, jotka olisivat osan vuodesta ilman lämmitystä. Sen takia höyrynsuluttoman rakenteen vertaaminen höyrynsululliseen on kiinnostava aihe.

Opinnäytetyössä selvitetään erilaisten ulkoseinärakenteiden kosteus- ja lämpökäyttäytymistä rakennuksen ollessa osan ajasta asumattomana ja ilman lämmitystä. Erilaisten höyrynsuluttomien rakenteiden toiminnasta kylmillään olevissa rakennuksissa emme löytäneet aikaisempia tutkimuksia. Aihe höyrynsuluttomien ulkoseinärakenteiden tutkimisesta tuli tutkimuksen tilaajalta. Halusimme ottaa tutkimukseen lisämuuttujan, jossa kohde on osan aikaa ilman lämmitystä. Tarkoituksenamme oli verrata tulosta höyrynsulullisen rakenteen tulokseen. Opinnäytetyön tekemistä varten teimme tutkimuksen koulun laboratorion olosuhdekaapissa erilaisista ulkoseinärakenteista. Tutkimuksen tavoitteena oli saada ulkoseinärakenteista todellinen vertailutulos. Vertailutulos helpottaa rakentajaa valitsemaan turvallisen, terveellisen ja kestävänsä rakenteen.

2 Puurakenteinen ulkoseinä

Rakennuksiin kohdistuu ulkopuolelta kosteusrasitusta sade- ja valumisvesien, kapillaarisuuden, konvektion ja diffuusion vaikutuksista. Lisäksi rakenteisiin voi kulkeutua kosteutta, esimerkiksi sadevettä, tuulen paineen vaikutuksesta. Rakennuksen sisäpuolella ylipaine aiheuttaa sisäilmassa olevan kosteuden

siirtymistä rakenteisiin höyryn- tai ilmansuluissa olevien reikien ja epäjatkuvuuskohtien kautta. (Hämäläinen & Teriö 2017, 54.)

Hygroσκοoppinen kosteus on materiaaliin ilmasta sitoutunutta kosteutta. Materiaalin kosteuspitoisuus pyrkii tasapainottumaan ympäristön ilman suhteellisen kosteuden kanssa. Kun materiaali ei enää sido itseensä kosteutta ilmasta, eikä myöskään luovuta sitä ilmaan, on materiaali saavuttanut tasapainotilan, jota kutsutaan hygroskooppiseksi kosteustasapainoksi. Materiaali on hygroskooppisella alueella, kun sen kosteus vastaa ympäröivän ilman suhteellista kosteutta 0–98 %.

Ympäristön suhteellisen kosteuden ja materiaalin kosteuspitoisuuden välistä riippuvuutta kuvataan tasapainokosteuskäyrillä. Materiaalin suuremmasta kosteuspitoisuudesta kuivumisvaiheessa johtuu, että jokaisella materiaalilla on kaksi erilaista tasapainokosteuskäyrää, joista toinen kuvaa kastumisvaihetta, toinen kuivumisvaihetta (hystereesi). Koska matalammassa lämpötilassa materiaali sitoo enemmän vettä kuin korkeammassa, kutakin lämpötilaakin vastaa erilainen tasapainokosteuskäyrä. Jokaisella materiaalilla on siis oma erilainen tasapainokosteuskäyrästönsä. (Sisäilmayhdistys ry 2022)

Hirsirakentamisella on Suomessa pitkä ja vahva perinne. Rankarakenteisia seiniä alettiin rakentamaan yhä enemmän 1940-luvun jälkeen. Rakenteissa lämpö- ja kosteustekninen toiminta on muuttunut uudenlaisten materiaalien vuoksi. Rakennusvirheet aiheuttavat home- ja kosteusvaurioita. (Siikanen 2016, 3.)

Jokaisella materiaalilla on joukko ominaisuuksia, jotka yhdessä luovat sille ”kapasiteettia” vastaanottaa ja kestää ulkoisia kuormia. Tällaisia ominaisuuksia ovat mm. jäykkyys, lujuus ja lämmöneristyskyky. Mikään materiaali ei yleensä kykene yksin ottamaan ja kestämään näitä kuormia, vaan vasta yhdistettynä toisiin materiaaleihin ja saatuaan tietyt mitat ja muodon. Mittojen ja muodon määrittäminen on puolestaan vaativa tekninen suunnittelutehtävä, jonka on perustuttava luonnontieteen avulla löydettyihin yleisiin lainalaisuuksiin. Niiden pohjalta teollistuneissa maissa on laadittu rakentamista koskevia normeja ja muita rakentamismääräyksiä ja -ohjeita, joiden päätehtävä on ihmisen turvallisuuden ja terveyden varmistaminen. (Siikanen 2016, 7.)

Puu on monipuolinen rakennusmateriaali, joka toimii lämpöä eristävänä materiaalina, pintamateriaalina ja kantavana rakenteena. Puun fysikaaliset ominaisuudet tekevät pinnasta lämpimän ja miellyttävän. Puu on suosittu rakennusmateriaali muun muassa sen keveyden, työstettävyyden ja rakennusfysikaalisten

ominaisuuksien vuoksi. Lisäksi puu on uusiutuva luonnontuote, jonka käyttö sopii sekä talvi- että kesärakentamiseen. Palavuus, anisotrooppisuus, lahoamisalttius ja suuri kosteuseläminen rajoittavat jonkin verran puun käyttöä. (Siikanen 2016, 8.)

Ulkoseinärakenteen on oltava kokonaisuudessaan sellainen, että se estää haitallisen veden kulkeutumisen rakenteeseen. Diffuusion ja konvektion siirtämä kosteus ei saa muodostua haitalliseksi rakenteen kosteusteknisen toimivuuden kannalta. Käytettäessä höyryn- tai ilmansulkua on kaikkien liitoskohtien oltava tiiviitä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 24 §.)

Noin 99 % vapaa-ajan asunnoista on puurakenteisia. Lisäksi 85 % omakotitaloista ja 65 % rivitaloista rakennetaan nykyisin puurunkoisena. (Siikanen 2016, 18.) Valittaessa rakennettavaa ulkoseinärakennetta moni hartiapankkirakentaja päätyy toteuttamaan rakennuksen rankarunkoisena. Toteutus rankarunkoisella rakenteella on mielestämme yksinkertaisempaa kuin hirsirunkoisella rakenteella. Näkemyksemme mukaan hirsirakentamisessa vaaditaan enemmän erikoisammattitaitoa.

3 Rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen tutkinta

3.1 Sisäilman terveellisyys

Mikäli asuinrakennusta käytetään enemmän kuin neljä kuukautta vuodessa, tulee uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelussa ja rakentamisessa käyttää huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvoa 21 °C. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, 1 §, 4 §.) Asunnon huoneilman lämpötilojen toimenpiderajat lämmityskaudella ovat +18–+26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella rajat ovat +18–+32 °C. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan

terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015, liite 1.)

Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobien kasvua tai terveydellistä haittaa välttämällä (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, 6 §).

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015, 5 §).

Sisäilman suhteellisen kosteuden (RH %) tarkkoja rajoja ei ole säädetty edellä mainitussa asetuksessa, mutta Asumisterveysasetuksen suosituksena on ollut 20–60 %. Näistä arvoista poikkeaminen ei kuitenkaan välttämättä aiheuta terveyshaittoja, mikäli asumisterveyteen vaikuttavat muut asiat ovat kunnossa. Talvikuukausina voi sisäilman 60 % suhteellinen kosteus kohottaa mikrobikasvun riskiä rakenteiden sisäpinnoilla. Sisäilman kosteutta arvioitaessa tulisi suhteellisen kosteuden lisäksi huomioida ihmisistä aiheutuva ja rakennuksessa käytettävän veden aiheuttama kosteuslisä. Kosteuslisä ei saa nousta yli 3–4 g/m³, muutoin rakenteiden ja pintojen mikrobikasvuston riski kasvaa. (Valvira 2016, 11.)

3.2 Ilmanpaineet ja ilmavirtaukset sekä ilmanpitävyys ja höyrytiiviyys

Ilmanpaineet ja niiden vaihtelut ovat osa lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa rakenteissa ja rakennuksissa. Konvektio on ilmavirtausta, joka syntyy ilmanpaine-erosta. Luonnollinen konvektio eli ilmavirtaus rakenteen läpi aiheutuu ilman tiheyseroista. Pakotettu konvektio saadaan aikaan esimerkiksi ilmanvaihdolla, jonka vaikutuksesta syntyy paine-ero. Pakotetussa konvektiossa tarvitaan rakenteessa myös epätiiveyttä. (Siikanen 2014, 34.) Ilmanpaineet ja niiden vaihtelu vaikuttavat lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan rakenteissa ja rakennuksissa. Paine-eroja aiheuttavat yleisimmin ilmanvaihto, lämmitys, tuuli ja

savupiippuvaikutus. (Siikanen 2016, 138.) Rakennuksen vaipan tulee eri kerroksineen estää vesihöyryn siirtyminen rakenteisiin (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 6 §).

Ulkoseinän ja sen eri kerrosten sekä ulkoseinään liittyvien rakenteiden ja ulkoseinän liitosten vesihöyrynvastuksen ja ilmatiiviyden on oltava sellainen, ettei seinän kosteuspitäisyys sisäilman vesihöyryn diffuusion tai konvektion vuoksi muodostu rakenteen kosteusteknisestä toimivuudesta kannalta haitalliseksi. Jos rakenteessa on käytetty ilmansulkua tai höyrynsulkua, on saumojen, reunojen ja läpivientikohtien oltava tiiviitä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 24 §.)

3.3 Lämpö ja kosteus

”Lämpö on atomien ja molekyylien värähtelyliikettä” (Siikanen 2016, 143). Rakentamisen yhteydessä lämmöksi sanotaan rakennusten lämmitykseen ja ihmisten hyvinvointiin vaikuttavaa lämpöä ja sen tuottamista. Lämmön siirtymistapoja ovat konvektio, säteily ja johtuminen. (Siikanen 2014, 40.) Tässä tutkimuksessa rakenteen läpi tapahtuu vain lämpötilaerojen aiheuttamaa luonnollista konvektiota. Tutkimuksen kohteena on vapaa-ajan asunto, jossa ei ole koneellista ilmanvaihtoa.

Rakenteisiin ei saa kulkeutua haittaa aiheuttavaa kosteusrasitusta. Ulkoisten kosteusrasitusten kulkeutuminen vaipparakenteeseen muiden rakennusosien kautta on estettävä. Rakennuksen rakenteiden ja liitosten on oltava kokonaisuutena sellaisia, että ne eivät mahdollista tuulen, tuulenpaineen ja viistosateen liikkumisesta vettä rakenteeseen. Rakenteeseen pääsevän kosteuden on päästävä poistumaan rakenteesta haittaa aiheuttamatta. Kastuvat pintarakenteet on oltava sellaisia, että ne kestävät veden vaikutuksen. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 5 §.)

Normaaliolosuhteissa huokoiset materiaalit, rakenteet ja ilma sisältävät kosteutta. Materiaalin ominaisuudet, kosteus ja lämpötila ympäröivässä ilmassa vaikuttavat tämän kosteuden määrään. Rakenteen kosteusteknistä toimivuutta

ei todellisuudessa voida osoittaa pelkillä teoreettisilla laskelmilla. Muuttuvien olosuhteiden vaikutusta rakenteille tulisi tarkastella tarpeeksi kauan, vähintään yhden vuoden ajan. Rakenteessa eri osien kostuminen, jatkuva kosteus ja pitkittynyt viivästynyt kuivumisaika voivat aiheuttaa kosteusvaurion. Kostuneiden rakenteiden jäätyminen voi aiheuttaa vaurioita. Mikrobikasvusto voi alkaa kasvamaan pitkään kosteana olevassa rakenteessa. Kosteusvaurioiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä on monia. Tällaisia ovat käyttövirhe, rakennusvirhe, virhe rakennusosassa tai sen huollossa. Lisäksi suunnitelmavirhe tai suunnitelman puuttuminen sekä puutteellinen laadun hallinta rakennusvaiheessa voivat aiheuttaa vaurion. Jos tällainen vaurio rakenteessa todetaan, se tulee korjata ja vaurioon johtanut syy poistaa. (Siikanen 2014, 65–66.)

Eri vuodenaikoina ulkoilmassa on suuret kosteuserot. Talviajan kosteussisältö on merkittävin rakenteiden toimivuuden kannalta. Vesipitoisuus pakkasilmassa on vähäinen, vaikka suhteellinen kosteus (keskimäärin 85 %) onkin korkea. (Siikanen 2014, 206.) Homekasvuston muodostuminen rakenteeseen vaatii aina kosteutta. Haitallisen kosteuden pääsyn estäminen rakenteeseen estää myös homekasvuston. (RIL 216-2013, 2013, 106.)

3.4 Rakennusfysikaalinen toimivuus ja terveellisyys

Usein rakennuksen terveellisyyttä ja rakennusfysikaalista toimivuutta käsitellään rinnakkain. Sisäympäristön laatu vaikuttaa rakennuksen terveellisyteen. Rakenteessa puutteellinen lämmöneristys ja ilmativeys saattavat aiheuttaa suunnitelmattomia ilmavirtauksia, jotka vaikuttavat sisäilmaston laatuun. (RIL 241-2016, 2016, 57.)

Ihminen oleskelee sisätiloissa 80–90 % elinajastaan. (RIL 216-2013, 2013, 104.) Kosteusvauriot rakennuksissa on yksi astman riskitekijöistä lapsilla. Tutkimukset ovat osoittaneet yhteyden kosteusvaurioiden ja astman sekä hengitystieoireiden välillä, mutta ei ole selvää mitkä tekijät niitä aiheuttavat. (Lampi & Pekkanen 2018, 20.)

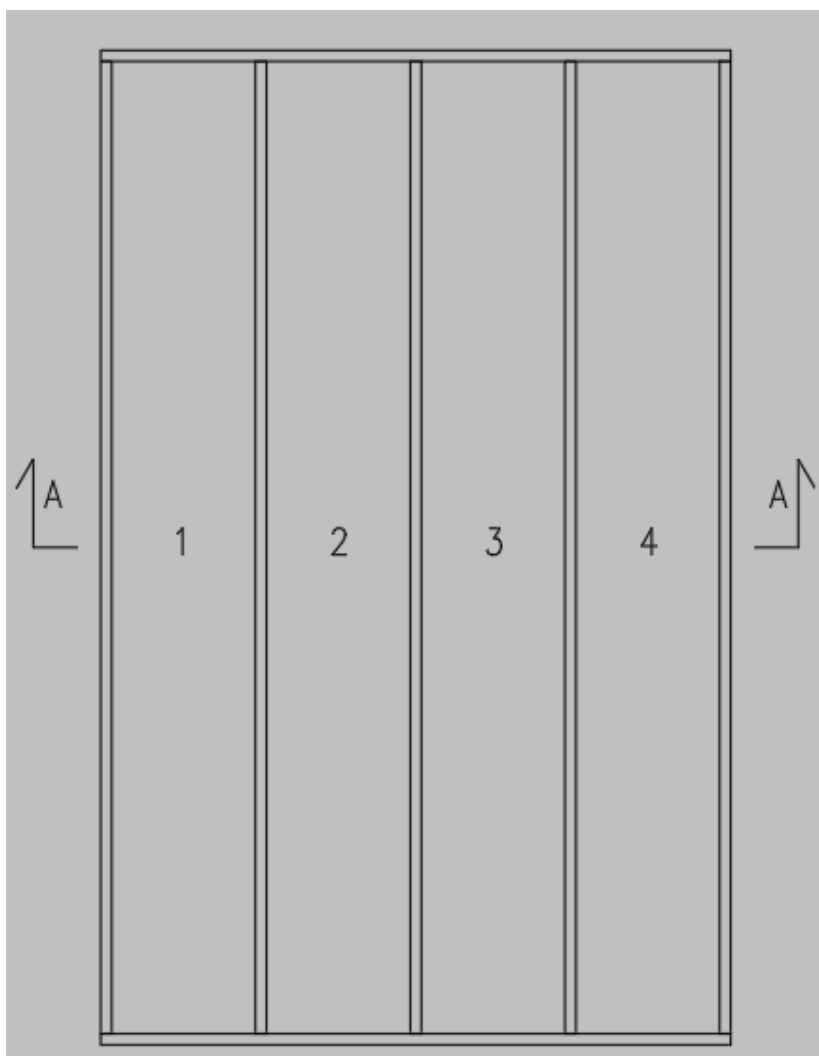
Mikrobit ovat osa normaalia elinympäristöämme ja niitä on kaikkialla. Rakennuksissa esiintyvät mikrobit ovat peräisin mm. ulkoilmasta, maaperästä, ihmisistä, eläimistä, elintarvikkeista ja kasveista. Mikrobikasvusto pääsee muodostumaan rakennukseen, kun johonkin rakennosaan muodostuu riittävän pitkäksi aikaa suotuisat olosuhteet mikrobikasvustolle. Kosteus on tyypillisesti ainoa mikrobikasvua rajoittava tekijä rakennuksissa. Vaikka kosteus on hyvä viite mikrobikasvustosta, voivat rakenteet myös kuivua niin, että kasvamaan ehtinyt kasvusto kuolee tai jää epäaktiiviseen tilaan kosteuden vähentyessä. Kosteusmittauksin kuivaksi todettu rakenne ei siis välttämättä sulje pois mikrobikasvuston olemassaoloa. (Jalkanen & Pessi 2018, 11)

4 Opinnäytetyön tavoite ja tutkimustehtävä

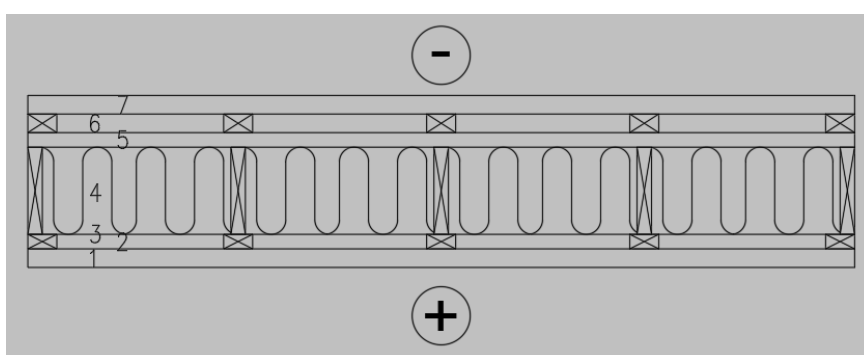
4.1 Tutkimuksen tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia neljän erilaisen seinärakenteen kosteus- ja lämpötilakäyttäytymistä vaihtelevissa sää- ja ilmasto-olosuhteissa sekä vertailla seinärakenteiden soveltuvuutta osan vuodesta kylmänä pidettävään vapaa-ajan asuntoon ja todeta, mikä niistä sopisi parhaiten pohjoiskarjalaisiin olosuhteisiin. Tässä tutkimuksessa emme ottaneet kantaa muihin rakennusfysikaalisiin ominaisuuksiin, kuin lämpöön sekä ilman ja rakenteen suhteellisiin kosteuksiin.

Tutkimukseen valikoitui neljä pystyrankaista seinärakennetta. Rakenteet olivat muutoin toistensa kaltaisia, mutta kahdessa niistä käytettiin lämmöneristeenä selluvillaa ja kahdessa lasivillaa. Ilmansulkutuotetta käytettiin sekä selluvillaeristeen että lasivillaeristeen kanssa ja höyrynsulkumuovia niin ikään molempien eristeiden kanssa siten, että kaikki rakenteet olivat erilaisia. Seinistä tehtiin visuaalisesti samankaltaisia hirsiseinän kanssa, joten rakenne voi olla vaihtoehto hirsirakenteelle. Valituista eristeistä selluvilla on hygroskooppinen materiaali toisin kuin lasivilla. Kuvassa 1 on esitetty seinärakenne edestäpäin ja kuvassa 2 vaakaleikkaus seinärakenteesta. Rakennekerrokset ovat tarkemmin kuvattu luvussa 5.



Kuva 1. Seinärakenne edestäpäin kuvattuna.



Kuva 2. Vaakaleikkaus seinärakenteesta.

Loma-asumiseen suunniteltavan pientalon, joka on tarkoitettu käytettäväksi vähintään neljä kuukautta vuodessa, on rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo (U-arvo) laskettava käyttämällä rakennusosien

lämmönläpäisykertoimena ulkoseinän vertailuarvoa $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017, 24 §).

Liitteen 1 Puuinfon U-arvolaskurilla tehdyistä laskelmista voidaan todeta, että valitut rakenteet täyttävät loma-asumiseen suunniteltavalle pientalolle asetetut rakennusvaipan lämpöhäviöarvot. Loma-asuntoon ei sovelleta laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun eli E-luvun asetettuja raja-arvoja (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017, 4 §).

Sääkaapin avulla pyrittiin luomaan olosuhteet, joissa seinärakenteen oletetun sisätilan eli höyryn- tai ilmansulullisen puolen lämpötila pidettiin ensiksi noin $+21 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa, joka vastaa suositeltua sisäilman lämpötilaa. Tutkimuksen edetessä sisälämpötila oli tarkoitus laskea vastaamaan kylmilleen jätetyn vapaa-ajan asunnon talviolosuhteita jopa $-15 \text{ }^\circ\text{C}$:seen. Vastaavasti ulkolämpötilan vaihteluväli oli tarkoitus asettaa $+5 \text{ }^\circ\text{C}$:sta $-15 \text{ }^\circ\text{C}$:seen.

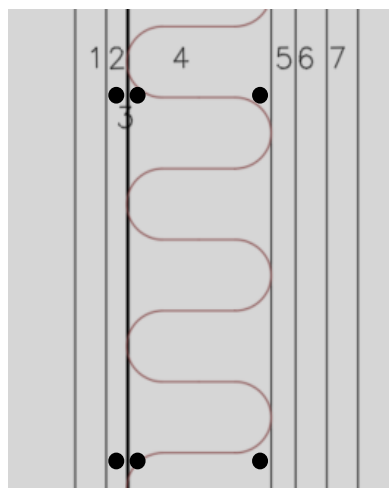
4.2 Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat

Tilastokeskuksen (2020) mukaan Suomessa on yli 500 000 vapaa-ajan asuntoa ja kesämökkiä. Maa- ja metsätalousministeriön Mökkibarometrin 2016 mukaan vain 32 %:ssa niistä on peruslämmitys päällä ympäri vuoden (Maa- ja metsätalousministeriö 2016, 21). Jopa 68 %:ssa vapaa-ajan asunnoista sisälämpötila talviaikaan laskee pakkasen puolelle. Kevätauringon lämmittäessä ulkoilmaa ja rakenteita kääntyvät olosuhteet päinvastaiseksi kuin normaalisti. Tästä seuraavia ilmiöitä ja mahdollisia haittoja halusimme tutkia omassa opinnäytetyösämme. Aiempaa tutkimustietoa ei aiheesta juurikaan löytynyt. Pystyimme hyödyntämään opinnäytetyön tutkimuksessa Karelia-ammattikorkeakoulun sääkaappia ja sen mahdollistamia olosuhteiden vaihteluja.

Sijoitimme jokaiseen neljään rankarunkoiseen seinärakenteeseen kuusi kosteus- ja lämpötila-anturia mittaamaan kunkin rakenteen suhteellista kosteutta ja lämpötilaa eri syvyyksiltä. Kuvassa 3 on esitetty antureiden sijoituskohdat seinärakenteessa: ilman- tai höyrynsulun sisäpinnassa seinän ala- ja yläosassa,

ilman- tai höyrynsulun ulkopinnassa seinän ala- ja yläosassa sekä tuulensuojalevyn sisäpinnassa seinän ala- ja yläosassa. Anturit lähettivät mitatut tiedot reaaliaikaisena pilvipalveluun, johon ne myös tallentuivat. Tietoja voitiin seurata tutkimuksen edetessä internetselaimen välityksellä ja tutkimuksen päätyttyä tiedot siirrettiin opinnäytetyöhön kirjalliseen muotoon.

Sääkaapista kerätty tieto analysoitiin ja liitettiin tutkimusraporttiin. Tietoa pyrimme pohtimaan sekä avaamaan tarkoituksen mukaisessa laajuudessaan. Tutkimuksessa paneuduttiin erityisesti mahdollisiin riskeihin ja rakenteita vahingoittaviin seurauksiin.



• = mittausanturi

- 1) hirsipaneeli
- 2) pystykoolaus
- 3) höyryn- tai ilmansulku
- 4) runko + lämmöneriste
- 5) tuulensuojalevy
- 6) pystykoolaus
- 7) hirsipaneeli

Kuva 3. Mittausantureiden sijoituskohdat seinärakenteessa.

5 Tutkimuksen toteutus

5.1 Olosuhdetekijät

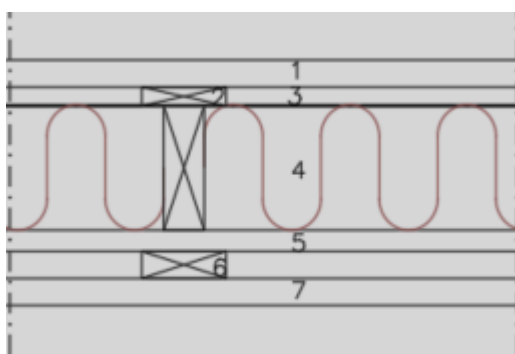
Tässä opinnäytetyössä tutkittu kuvitteellinen vapaa-ajan asunto oli osan vuodesta kylmillään, jolloin sen sisälämpötila laski selvästi pakkasen puolelle. Sääkaapissa tehdyissä tutkimuksissa ei huomioitu sisäilman kosteuslisää. Oletuksena oli, ettei sisätiloissa ollut kosteuslisää aiheuttavia tekijöitä rakennuksen ollessa kylmillään.

Säättekijöitä on useita kuten lämpötila, tuuli, sateet ja auringonsäteily. Havaintojemme mukaan Suomessa sääolosuhteiden ääripäät ovat varsin suuret. Tässä tutkimuksessa vaikuttavia tekijöitä olivat lämpö ja ilman suhteellinen kosteus. Muita säättekijöitä ei käytettävässä sääkaapissa pystytä huomioimaan.

5.2 Lasivillaeristeinen rakenne höyrynsululla

Opinnäytetyön tutkimuksessa rakenne tehtiin pystyrunkorakenteena. Kuvassa 4 on esitetty rakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- 1) vaakahirsipaneeli 32 mm
- 2) pystykoolaus 22 mm
- 3) höyrynsulkumuovi
- 4) runko + lasivillaeriste 100+50 mm
- 5) tuulensuojalevy 25 mm
- 6) pystykoolaus 32 mm
- 7) vaakahirsipaneeli 32 mm.



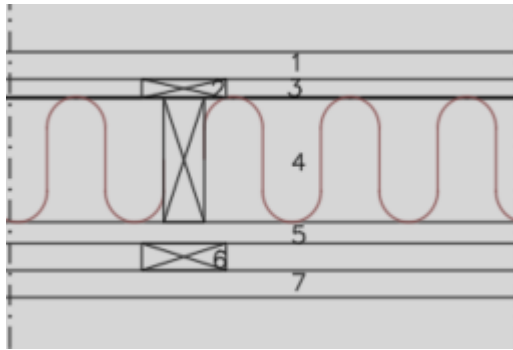
Kuva 4. Mineraalivillaeristeinen ulkoseinärakenne.

Tässä seinätyypissä mittausantureiden tunnistet olivat S1, S4, S6 seinän yläosassa ja S3, S5 ja S7 seinän alaosassa.

5.3 Selluvillaeristeinen rakenne höyrynsululla

Rakenne tehtiin pystyrunkorakenteena. Kuvassa 5 on esitetty rakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- 1) vaakahirsipaneeli 32 mm
- 2) pystykoolaus 22 mm
- 3) höyrynsulkumuovi
- 4) runko + selluvillaeriste (levy) 100+50 mm
- 5) tuulensuojalevy 25 mm
- 6) pystykoolaus 32 mm
- 7) vaakahirsipaneeli 32 mm.



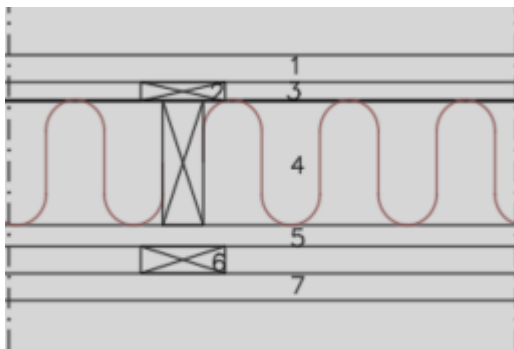
Kuva 5. Selluvillaeristeinen ulkoseinärakenne höyrynsululla.

Tässä seinätyypissä mittausantureiden tunnisteen olivat S8, S10, S12 seinän yläosassa ja S9, S11 ja S13 seinän alaosassa.

5.4 Lasivillaeristeinen rakenne ilmansululla

Rakenne tehtiin pystyrunkorakenteena. Kuvassa 6 on esitetty rakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- 1) vaakahirsipaneeli 32 mm
- 2) pystykoolaus 22 mm
- 3) ilmansulkupaperi
- 4) runko + lasivillaeriste (levy) 100+50 mm
- 5) tuulensuojalevy 25 mm
- 6) pystykoolaus 32 mm
- 7) vaakahirsipaneeli 32 mm.



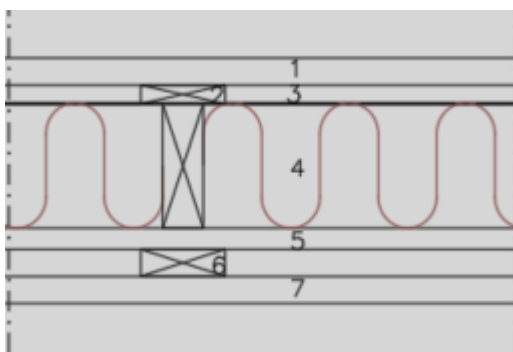
Kuva 6. Lasivillaeristeinen ulkoseinärakenne.

Tässä seinätyypissä mittausantureiden tunnisteen olivat S14, S19, S21 seinän yläosassa ja S18, S20 ja S22 seinän alaosassa.

5.5 Selluvillaeristeinen rakenne ilmansululla

Rakenne tehtiin pystyrunkorakenteena. Kuvassa 7 on esitetty rakenne sisältä ulospäin lueteltuna:

- 1) vaakahirsipaneeli 32 mm
- 2) pystykoolaus 22 mm
- 3) ilmansulkupaperi
- 4) runko + selluvillaeriste (levy) 100+50 mm
- 5) tuulensuojalevy 25 mm
- 6) pystykoolaus 32 mm
- 7) vaakahirsipaneeli 32 mm.



Kuva 7. Selluvillaeristeinen ulkoseinärakenne ilmansululla.

Tässä seinätyypissä mittausantureiden tunnisteen olivat S23, S25, S27 seinän yläosassa ja S24, S26 ja S28 seinän alaosassa.

5.6 Seinien rakentaminen

Päädyimme rakentamaan tutkittavat seinärakenteet suoraan sääkaapin sisään. Seinät rakensimme sääkaapin sisälle 19.3.2021. Vaihtoehtona olisi ollut tehdä seinistä elementtejä puuntyöstöhallissa ja siirtää ne elementteinä sääkaappiin. Rakennettaessa seinät suoraan kaappiin pystyimme tekemään rakenteen pienemmällä asennusvaroilla ja näin sekä tiiviiden että lämmöneristävyiden varmistaminen oli helpompaa. Tällä rakennustyyllillä pystyimme myös säästämään hiukan materiaaleissa.

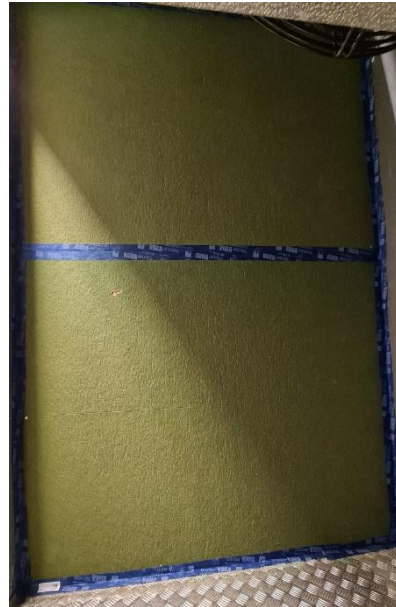
Jokaisen tutkittavan seinätyypin mitat olivat samat, leveys 350 mm ja korkeus 2200 mm. Koska seinässä rankaväli oli noin puolet normaalista, teimme seinän rungon poikkeuksellisesti 25 mm paksuisesta laudasta 48 mm soiron sijasta. Tällä runkotavaran ohentamisella pyrimme demonstroimaan suhteellisesti normaalilla rankavälillä olevaa seinää.

Ennen seinien rakentamista tarkistimme, että olosuhdeanturit toimivat ja lähettivät dataa pilvipalveluun. Antureista saatu data on luettavissa simap.fi-palvelussa. Palvelun käyttöön tarvitsimme käyttäjätunnukset, jotka saimme projektipäällikkö Mikko Matveiselta.

Seinät rakensimme seuraavalla tavalla: ensiksi teimme puurungon (kuva 8), jonka liitokset yhdistettiin puuruuveilla. Seuraavaksi asensimme tuulensuojalevyt ruuvikiinnityksin ja levysaumot teipaten (kuva 9).



Kuva 8. Seinän runko sääkaapissa.



Kuva 9. Tuulensuojalevyt saumat teipattuna.

Ensimmäiset mittausanturit asennettiin tuulensuojalevyn sisäpintaan (kuva 10). Jokainen seinätyyppi eristettiin 100 mm + 50 mm lämmöneristekerroksilla, eristekerrosten saumat limittäen (kuvat 11 ja 12). Toiset mittausanturit asennettiin 50 mm eristekerroksen sisäpintaan eli höyryn-/ilmansulun ulkopintaan (kuva 13).



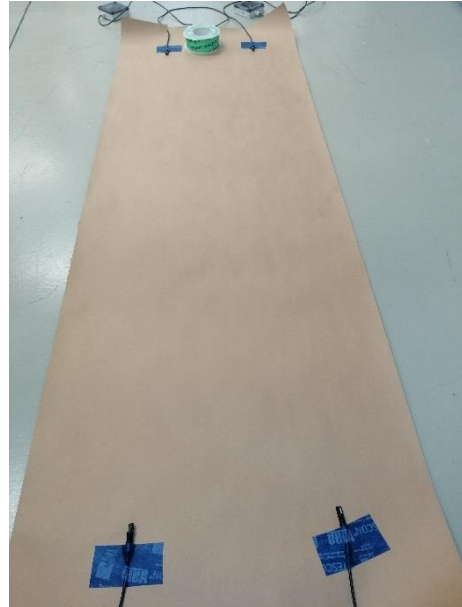
Kuva 10. Mittausantureiden paikat tuulensuojalevyn sisäpinnassa.



Kuva 11. 100 mm eristeet asennettuina seinärunkoon.



Kuva 12. Eristetyt seinärakenteet.



Kuva 13. Mittausanturit kiinnitetty ilmansulkupaperiin.

Kuvassa 14 on höyryn- ja ilmansulut asennettu ja tiivistetty. Seinän ja sääkaapin välinen liittymäkohta tiivistettiin höyrnsulkuteipillä seinän molemmin puolin. Tiivistämisen jälkeen asennettiin seinän molemmille puolille koolaus (kuvat 14 ja 15) ja höyryn-/ilmansulun sisäpintaan kolmannet mittausanturit.

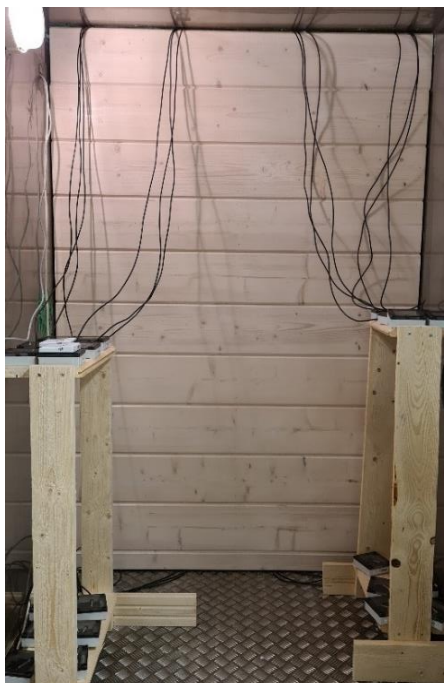


Kuva 14. Mittausantureiden höyryn- ja ilmansulun sisäpuolella



Kuva 15. Koolaus seinän ulkopuolella.

Verhouspaneelit kiinnitettiin koolaukseen paineilmanaulainta käyttäen ja verhousten pintoihin siveltiin puunsuojakäsittelyt (kuvat 16 ja 17). Olosuhdeanturit laitettiin kylmälaukkuihin (kuva 18), joihin asetettiin led-lamput pitämään laukun lämpötilan lämpimän puolella. Kuvan 19 led-lampan tarkoituksena oli estää olosuhdeantureiden akkujen liian aikainen kuluminen.



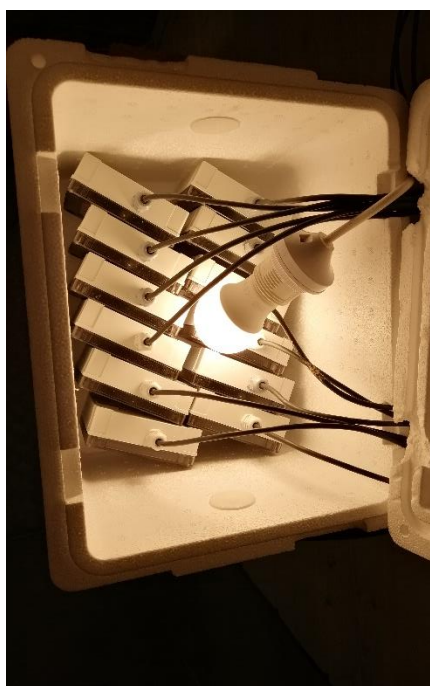
Kuva 16. Sisäpuolen seinäpinta.



Kuva 17. Ulkopuolen seinäpinta.



Kuva 18. Olosuhdeantureiden kylmälaukut.



Kuva 19. Led-lamppu lämmittämässä antureita.

Saimme tiedon tutkimuksen tilaajalta 30.3.2021, että sääkaapissa oli heidän toimestaan suoritettu testiajo. Testiajo osoitti, että kaapit olivat kunnossa ja niillä pystyttäisiin ajamaan suunnittelemiämme olosuhdekäyriä.

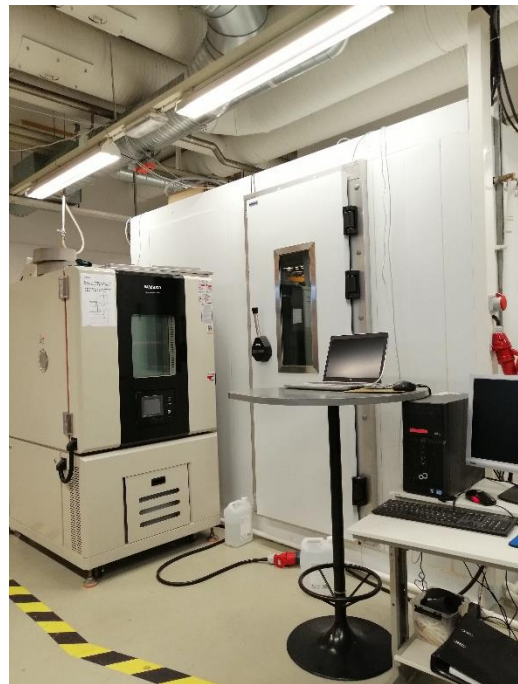
5.7 Sääkaapin ominaisuudet

Tutkimus toteutettiin Karelia-ammattikorkeakoulun laboratorion kahdessa, toisiinsa kytketyissä olosuhde- eli sääkaapissa. Vanhempi ja tilavampi testikaappi jaettiin aiemmin mainituilla seinärakenteilla kahteen osaan, jotka kuvasivat rakennuksen ulko- ja sisäpuolta.

Vanhempi testikaappi (kuva 20) on varustettu Finero HCT-10 -lämpötilasäätimellä. Ulkopuolen olosuhteita ohjattiin TCC-1000 Win -ohjelmistolla. Uudempi ja pienempi sääkaappi kuvasi rakennuksen sisätilaa (kuva 21). Sisäpuolen olosuhteita ohjattiin Samwon Temi1000 -sarjan ohjelmoitavalla lämpötilan ja kosteuden ohjaimella.



Kuva 20. Vanhempi testikaappi kuvassa vasemmalla.



Kuva 21. Uudempi testikaappi kuvassa vasemmalla.

Molempiin ohjelmistoihin olisi pystynyt ohjelmoimaan olosuhteiden muutokset jopa minuutin aika-askeleilla, mutta opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa päädyimme käyttämään kolmen viikon keskiarvolukemia. Kunkin jakson keskiarvolukemia oli tarkoitus testata kahden viikon ajan. Näitä kahden viikon jaksoja valittiin syksyiltä neljä jaksoa sekä keväältä neljä jaksoa, jotka syötettiin edellä mainittuihin ohjelmistoihin. Tässä tutkimuksessa rakenteeseen vaikuttavia olosuhteita ei voitu tarkastella yhtä vuotta, joten pyrimme toteuttamaan vuoden aikana oletetut sääolosuhteet sääkaapissa nopeutetussa aikataulussa noin 3–4 kauden aikana.

5.8 Ulkopuolen olosuhdekäyrä

Ulkopuolen olosuhteita tutkittiin Ilmatieteen laitoksen ilmastopalvelun tallentamalla säähavainnoilla Joensuun Linnunlahden havaintoasemalta yhden vuoden ajanjaksolta. Tutkimusosioon päädyimme valitsemaan syksyn olosuhteet ajanjaksolta 8.9.–26.11.2020 ja kevään olosuhteet ajanjaksolta 8.3.–30.5.2020. Näillä jaksoilla lämpötilat vaihtelivat nollan molemmin puolin ja ilman suhteellinen kosteus oli kohtuullisen korkea. Sähavainnoista lasketut lämpötilan ja suhteellisen kosteuden keskiarvolukemat on esitetty taulukossa 1.

Ulkopuoli	Olosuhteiden keskiarvot		
	Ajanjakso	RH (%)	T (°C)
	8.9.–26.9.2020	80,0	8,5
	27.9.–17.10.2020	84,9	3,9
	18.10.–7.11.2020	83,3	0,1
	8.11.–26.11.2020	87,2	0,4
	8.3.–28.3.2020	81,5	-1,3
	29.3.–18.4.2020	65,2	1,7
	19.4.–9.5.2020	65,4	5,2
	10.5.–30.5.2020	67,8	11,0

Taulukko 1. Ulkopuolen suunnitellut olosuhteiden keskiarvot.

5.9 Sisäpuolen olosuhdekäyrä

Sisäpuolen olosuhteisiin valittiin syksyn kolmelle ensimmäiselle jaksolle tilanne, jossa oletettiin loma-asunnon olleen käytössä. Jakson sisätilan lämpötila oli noin +21 °C ja ilman suhteellinen kosteus 50 %. Neljännessä jaksossa loma-asunto jätettiin kylmilleen, jolloin sisäolosuhteet alkoivat myötäilemään ulkoilman olosuhteita. Jakson keskilämpötila laski +8,4 °C:seen ja ilman suhteellinen kosteus nousi 71,4 %:iin.

Suunnitelmavaiheessa valittiin kevään sisäolosuhteet niin, että kolmessa ensimmäisessä jaksossa loma-asunto oli edelleen kylmillään, sisälämpötila osittain pakkasen puolella ja sisäpuolen olosuhteet myötäilivät ulkoilman olosuhteita. Neljänteen jaksoon loma-asunto otettiin jälleen käyttöön ja lämpötila nostettiin +21 °C:seen. Suunnitelmavaiheen sisäpuolen keskiarvolukemat on esitetty taulukossa 2.

Sisäpuoli	Olosuhteiden keskiarvot		
	Ajanjakso	RH (%)	T (°C)
	8.9.–26.9.2020	50,0	21,0
	27.9.–17.10.2020	50,0	18,0
	18.10.–7.11.2020	50,0	18,0
	8.11.–26.11.2020	71,4	8,4
	8.3.–28.3.2020	81,6	-1,3
	29.3.–18.4.2020	65,5	1,7
	19.4.–9.5.2020	55,9	10,6
	10.5.–30.5.2020	50,0	18,0

Taulukko 2. Sisäpuolen suunnitellut olosuhteiden keskiarvot.

5.10 Olosuhdekäyrien muutokset

Tutkimuksen aikana tehtyihin havaintoihin ja kohdattuihin ongelmiin perustuen päädyimme muuttamaan radikaalisti sekä ulkopuolen että sisäilman olosuhdekäyriä kevätjaksoihin. Kolmen viikon keskiarvolukemien sijaan päädyimme käyttämään neljää yhden viikon jaksoa, jotka seurailivat vuorokautista lämpötiläkäyrää.

Ulkopuolen lämpötilan vaihteluväli asetettiin yön -15 °C:sta päivän auringonpaisteen lämmittämään +15 °C:seen. Suhteellisen kosteuden lukemaksi laitteiston toimivuuden varmistamiseksi asetimme 50 %. Taulukossa 3 nähtävät olosuhdearvot asetimme ulkopuolen ohjelmistoon tutkimukseen käytettävissä olevan neljän viikon ajaksi.

Ulkopuoli	Olosuhteiden arvot	
Kellonaika	RH (%)	T (°C)
06.00–12.00	50,0	-8,0
12.00–15.00	50,0	+15,0
15.00–19.00	50,0	-8,0
19.00–23.00	50,0	-12,0
23.00–06.00	50,0	-15,0

Taulukko 3. Ulkopuolen muutetut olosuhteiden arvot.

Sisäpuolen lämpötilojen osalta päädyimme laitteiston toimivuuden varmistamiseksi ajamaan ensimmäiseen jaksoon pelkästään plussalla olleita lämpötiloja 0,5:stä 5:een. Toiseen jaksoon valittiin pelkästään pakkaslukemia vaihteluvälin ollessa -0,5 °C:sta -10 °C:seen. Kolmannessa jaksossa oletuksena oli, että loma-asunto otettiin viikoksi käyttöön ja lämpötila nostettiin +21 °C:seen. Neljänteen ja tutkimuksen viimeiseen jaksoon loma-asunto jäi jälleen asumattomaksi ja olosuhteet muuttuivat jakson kaksi kaltaisiksi.

Sisäilman suhteellinen kosteus asetettiin laitteiston toimivuuden varmistamiseksi pakkasjaksoilla nolnaan (0 %). Kolmannessa jaksossa, jossa lämpötila oli plussan puolella, sisäilman suhteellinen kosteus vaihteli 65–85 % välillä. Näihin lukemiin on huomioitu vapaa-ajan asunnon kosteuslisä 3 % (RIL 107-2012.2012, 23–24). Kevätjaksojen muutetut sisälämpötila- ja kosteuslukemat on esitetty taulukoissa 4–6.

Sisäpuoli	Olosuhteiden arvot	
Viikko 1, kellonaika	RH (%)	T (°C)
06.00–12.00	60,0	0,5
12.00–15.00	50,0	5,0
15.00–19.00	60,0	0,5
19.00–23.00	60,0	0,5
23.00–06.00	60,0	0,5

Taulukko 4. Sisäpuolen muutetut olosuhteiden arvot, viikko 1.

Sisäpuoli	Olosuhteiden arvot	
Viikot 2 ja 4, kellonaika	RH (%)	T (°C)
06.00–12.00	0,0	-5,0
12.00–15.00	0,0	-0,5
15.00–19.00	0,0	-4,0
19.00–23.00	0,0	-8,0
23.00–06.00	0,0	-10,0

Taulukko 5. Sisäpuolen muutetut olosuhteiden arvot, viikot 2 ja 4.

Sisäpuoli	Olosuhteiden arvot	
Viikko 3, kellonaika	RH (%)	T (°C)
08.00–12.00	80,0	21,0
12.00–15.00	85,0	21,0
15.00–19.00	80,0	21,0
19.00–23.00	75,0	21,0
23.00–01.30	70,0	21,0
01.30–08.00	65,0	21,0

Taulukko 6. Sisäpuolen muutetut olosuhteiden arvot, viikko 3.

5.11 Mallintaminen Wufi 5 -ohjelmalla

Ennen tutkimusvaihetta rakenteiden kosteus- ja lämpöteknistä toimivuutta mallinnettiin Wufi 5 -laskentaohjelmalla (<https://wufi.de/en/>). Mallinnuksella pystytään tuottamaan laskennallista tietoa rakenteiden käyttäytymisestä, kun muuttujina ovat ulko- ja sisäilman olosuhteet sekä eri materiaalien ominaisuudet. Tulosten perusteella pystytään arvioimaan rakenteiden rakennusfysikaalista toimivuutta.

Kaikista neljästä ulkoseinän rakennetyypistä luotiin Wufi-ohjelmaan yksiulotteinen laskentamalli. Mallinnuksessa käytettiin Ilmatieteen laitoksen tallentamia säähavaintoja Joensuun Linnunlahden säähavaintoasemalta 1.7.2019–30.6.2020 ajanjaksolta mitattuja ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvoja.

Sisäpuolen lämpötiloina ja suhteellisen kosteuden lukemina käytettiin kohdassa 5.9 esitettyjä arvoja. Lopuksi mallinnuksen ja laboratoriotutkimuksen tuloksia oli tarkoitus verrata keskenään.

6 Tulokset ja tulosten analysointi

6.1 Tutkimustietoa

Sääkaapissa toteutetussa tutkimuksesta kertynyt aineisto tallentui simap.fi verkkosivuille, josta pääsimme seuraamaan lämpötilojen ja kosteuksien kehittymistä reaaliaikaisesti. Wufi-ohjelmistolla tehdyn rakennusfysikaalisen mallinnuksen tulokset olivat luettavissa suoraan kyseisestä ohjelmasta. Tutkimus sääkaapissa aloitettiin 21.4.2021. Tutkimusvaiheen suunniteltiin kestävän 16 viikkoa, mutta suunniteltu aikataulu venyi sääkaapissa ilmenneiden teknisten ongelmien vuoksi. Kohdissa 4.8 ja 4.9 esitetyistä olosuhdekäyristä kolmea viimeistä emme saaneet ajettua lainkaan ja niitä edeltävästä vain pienen osan.

Teimme elokuussa 2021 päätöksen jatkaa tutkimusta sitten, kun sääkaappi on korjattu. Tammikuun alussa 2022 meille ilmoitettiin, että kaappi on toimintakunnossa. Tuolloin koneille ajettiin uudet olosuhdekäyrät, mutta kaappien tekniset ongelmat jatkuivat jo muutaman päivän kuluttua. Suunniteltuja olosuhdekäyriä ohjelmistot onnistuivat toteuttamaan vain hetkittäin, joten lopullinen päätös tutkimuksen lopettamisesta tehtiin 15.2.2022.

Tutkimusdataa tutkittaessa huomasimme, että muutamista olosuhdeantureiden akuista oli loppunut virta jo tutkimuksen alkuvaikeina. Lähes joka toisesta akusta virta loppui tutkimuksen edetessä. Akkujen virran loppuminen näkyy kuvioissa viivan päättymisenä tai laskevana, suorana viivana. Joissain tapauksissa anturi on ennen virran loppumista tallentanut virheellisiä lukemia kuvaajaan. Akut vaihdettiin uusiin tammikuun alussa 2022. Saman aikaisesti asetettiin uudet olosuhdekäyrät laitteisiin.

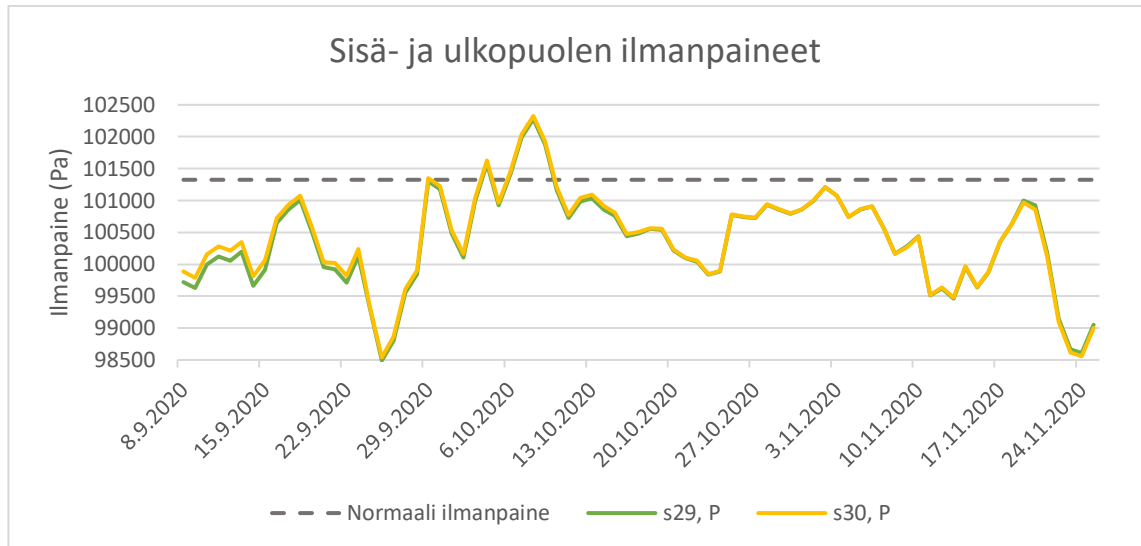
Jokaisesta seinätyypistä keräsimme datan antureilta seinän ylä- ja alaosaan erikseen kuvioiden selkeyttämiseksi. Taulukossa 7 on esitetty mittausantureiden tunnuksot ja sijainnit seinärakenteissa. Samasta pisteestä kerätyn datan tiedot näkyvät kuvioissa samalla värillä; lämpötila pisteiviivalla ja suhteellinen kosteus yhtenäisellä viivalla. Tutkitusta datasta on poistettu laitteiston häiriötilojen aiheuttamia virheitä. Virheellisten jaksot pituudet, joissa lämpötila ja suhteellinen kosteus poikkesivat merkittävästi asetetusta käyrästä, vaihtelivat yhdestä vuorokaudesta jopa kahteen viikkoon.

Seinärakenne	Lasivilla+ höyrynsulku	Selluvilla+ höyrynsulku	Lasivilla+ ilmansulku	Selluvilla+ ilmansulku
Rakennekerros	Mittausanturin tunnus			
Tuulensuojalevyn sisäpinta, yläosa	s1	s8	s14	s23
Höyryn-/ilmansulun ulkopinta, yläosa	s4	s10	s19	s25
Höyryn-/ilmansulun sisäpinta, yläosa	s6	s12	s21	s27
Tuulensuojalevyn sisäpinta, alaosa	s3	s9	s18	s24
Höyryn-/ilmansulun ulkopinta, alaosa	s5	s11	s20	s26
Höyryn-/ilmansulun sisäpinta, alaosa	s7	s13	s22	s28
Sisäpuoli	s29			
Ulkopuoli	s30			

Taulukko 7. Mittausantureiden tunnuksot seinärakenteissa.

6.2 Mittaustulosten analysointi

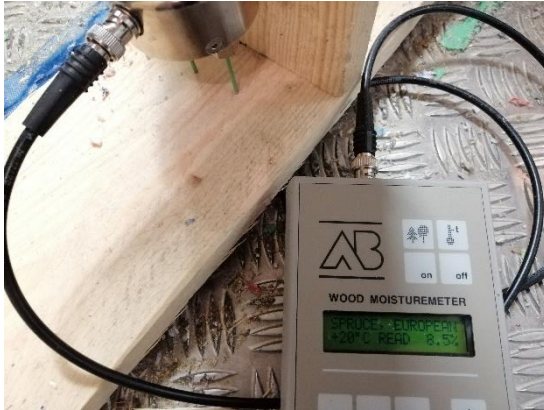
Normaali ilmanpaine merenpinnan tasolla on noin 101325 Pascalia (Foreca 2022). Kuviossa 1 on esitetty sisä- ja ulkotilan ilmanpaineet tutkimuksen neljän ensimmäisen jaksot ajalta. Kuvaajasta voidaan havaita, että ilmanpaine oli ulkopuolella (s30) pääosin hieman korkeampi kuin sisäpuolella (s29). Toisin sanoen, kun sisäpuoli oli hieman alipaineinen ulkoilmaan nähden, tapahtui vesihöyryn siirtyminen diffuusiolla ja konvektiolla ulkoilmasta sisäilmaan päin. Ilmiö oli havaittavissa kaikissa seinärakenteissa tuulensuojalevyn sisäpinnassa, jossa suhteellisen kosteuden lukemat kohosivat paikoitellen yli 90 %:iin.



Kuvio 1. Sisä- ja ulkopuolen ilmanpaineet syysjaksolla.

Edellytyksiä rakenteisiin syntyville mikrobivaurioille tarkastelimme VTT:n ja TTY:n kehittämän Suomalaisen homemallin avulla. Syötimme mittausantureilta saadun datan H.Viitasen kaavoja hyödyntävään laskentataulukko-ohjelmistoon. (Tampereen yliopisto 2022) Ohjelmiston antamien tulosten mukaan suhteellinen kosteus rakenteiden sisällä ei noussut niin merkittävästi, että se olisi aiheuttanut homeen kasvua.

Purettaessa seinärakenteita testin päättymisen jälkeen 16.3.2022, mitattiin puurakenteiden kosteuspitoisuuksia AB Wood Moisturemeter -piikkikosteusmittarilla. Mittalaite antaa tuloksen painoprosentteina. Puun kosteus normaalikäytössä vaihtelee 8–25 % välillä, joten kuvien 22 ja 23 mittaustulokset osoittivat puurakenteiden olevan kuivia, lukemien ollessa noin 8,5 %. (Puuinfo 2020)



Kuva 22. Alaohjauspuun kosteusmittaus käynnissä.



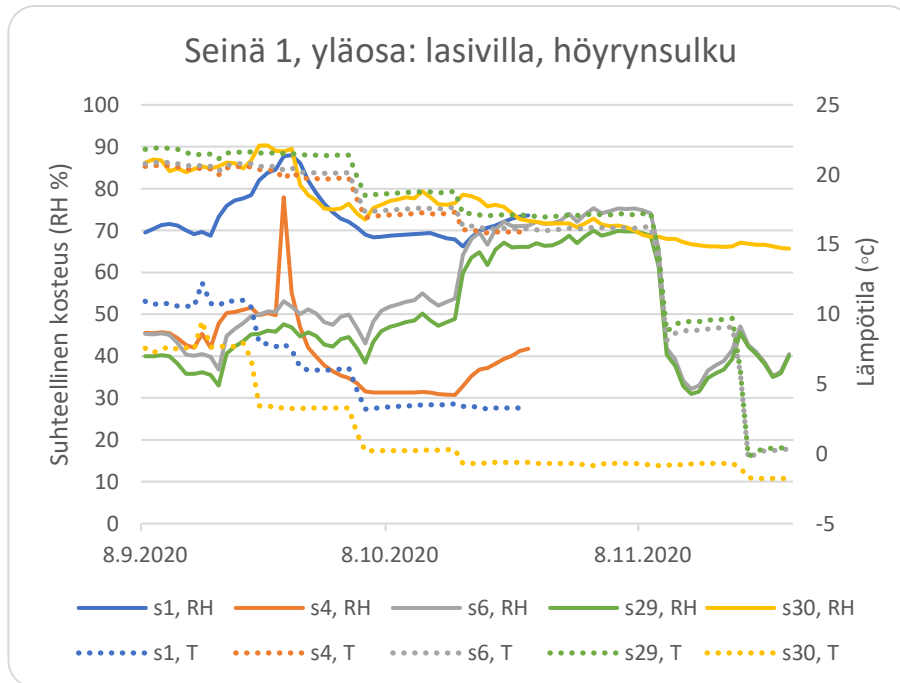
Kuva 23. Mittauslukemat osoittavat puun olevan kuivaa.

Kohdissa 6.3–6.6 vertaillaan kunkin rakennetyypin ylä- ja alaosan mittauspisteissä havaittuja huomattavia poikkeamia sekä mahdollisia ajanjaksoja, joissa esiintyy suurimmat rakennusfysikaaliset riskit. Lisäksi näihin kohtiin on kirjattu tutkimuksen aikana havaittuja häiriöitä, jotka ovat voineet vaikuttaa mittaustuloksiin.

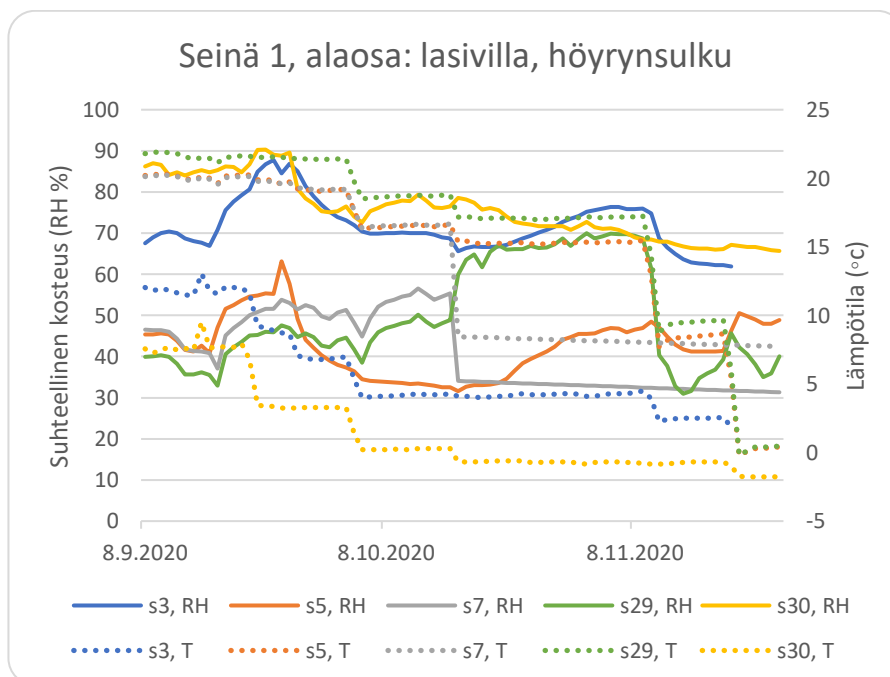
Kohdassa 6.7 vertaillaan jokaisen seinärakenteen samassa kohtaa sijaitsevien mittaustureiden keskinäisiä tuloksia. Pyrkimyksenä on löytää mahdollisia eroavuuksia rakennetyyppien kesken.

6.3 Lasivillaeristeinen rakenne höyrynsululla

Höyrynsulullista lasivillaeristeistä rakennetta emme pystyneet vertaamaan alaja yläosan välillä tutkimusjakson loppuun saakka, koska s1, s3, s4 ja s7 mittaustureista akut olivat loppuneet kesken jakson. Kuviossa 2 ja 3 nähdään, että suhteellinen kosteus tuulensuojalevyn sisäpinnalla (s1, RH ja s3, RH) on hetkellisesti noussut yli 80 %. Se ei pystynyt aiheuttamaan mikrobikasvustoa, koska lämpötila tuolla hetkellä oli matala ja aikaväli lyhyt. Höyrynsulun sisäpinnassa oleva mittausturi (s6) myötäili odotetusti sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta.



Kuvio 2. Seinä 1, yläreunan mittausantureiden kuvaajat.

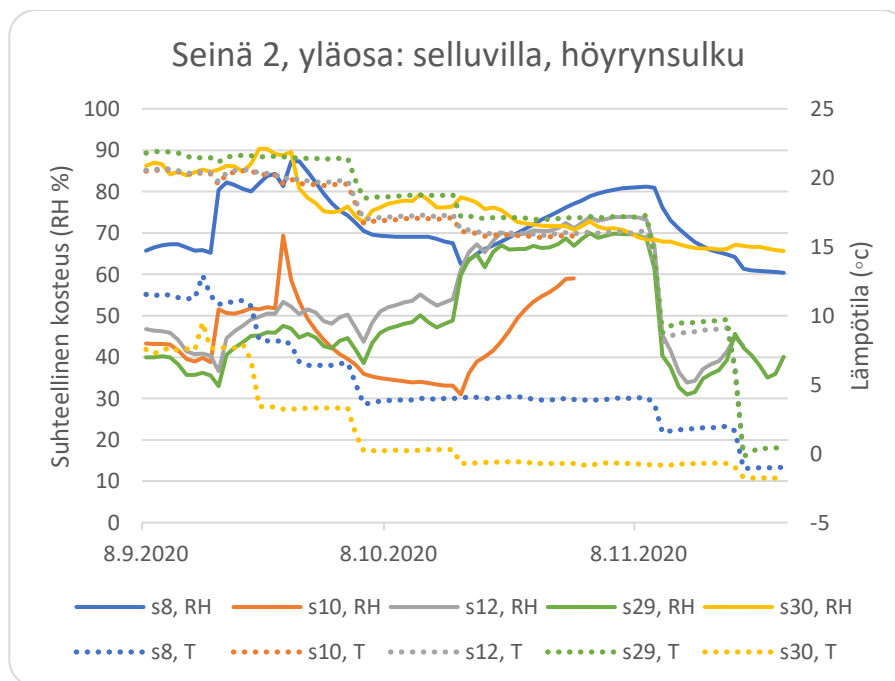


Kuvio 3. Seinä 1, alareunan mittausantureiden kuvaajat.

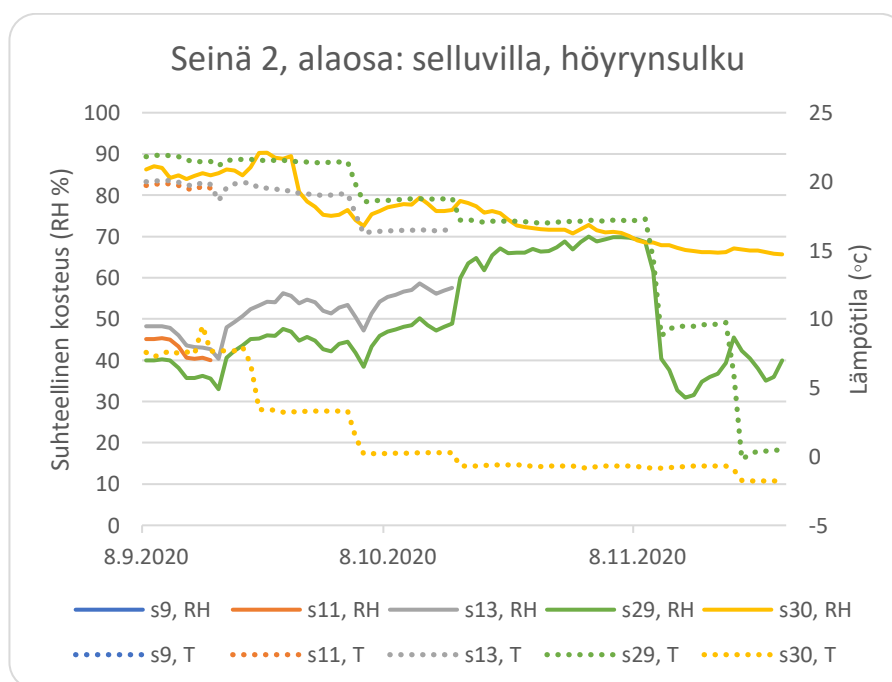
6.4 Selluvillaeristeinen rakenne höyrynsululla

Höyrynsulullisen selluvillaeristeisen seinärakenteen ala- ja yläosan tuloksia ei pystytty vertaamaan keskenään käytännössä lainkaan. Mittausantureista s9,

s10, s11, s12 ja s13 akut olivat loppuneet jo tutkimuksen alkuvaiheessa, joten niistä ei saatu vertailtavaa dataa. Tuulensuojalevyn yläosassa oleva anturi (s8) oli ainoa, joka on tallentanut mittaustuloksia koko tutkimusjakson ajan. Näissä kuvaajissa ei havaittu merkittäviä poikkeavuuksia.



Kuvio 4. Seinä 2, yläreunan mittausantureiden kuvaajat.



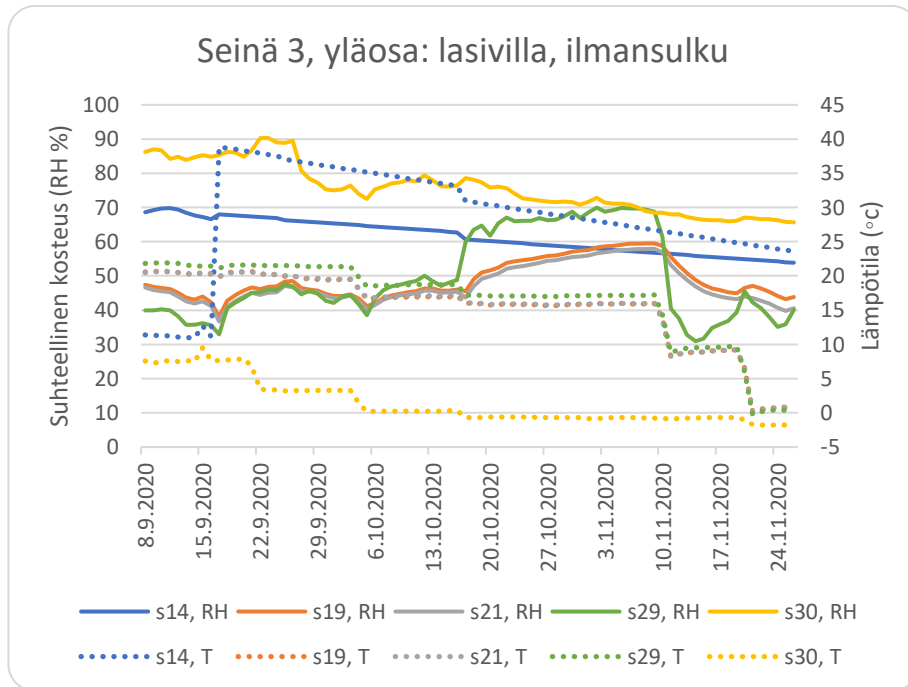
Kuvio 5. Seinä 2, alareunan mittausantureiden kuvaajat.

6.5 Lasivillaeristeinen rakenne ilmansululla

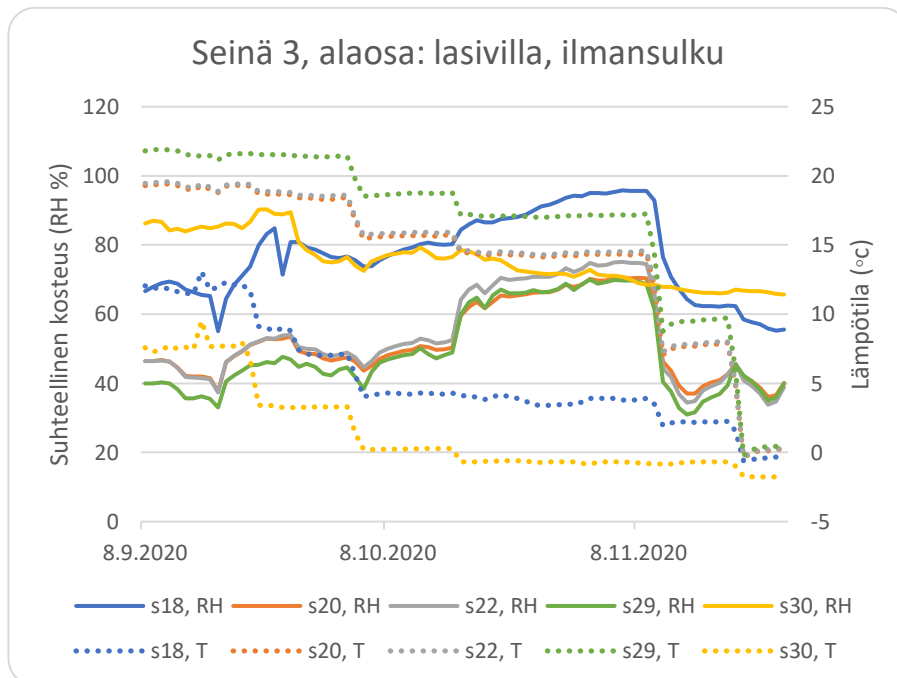
Ilmansulullisessa lasivillaeristeisessä seinärakenteessa mittausanturin s14, T lämmönmittaus oli noussut jopa 38°C:seen, joka oli vähäisesti vaikuttanut suhteellisen kosteuden lukemaan. Tämä näkyy kuviossa 6 selvästi poikkeavana kuvaajana verrattuna muihin suhteellisen kosteuden kuvaajiin. Simap-ohjelman käyristä havaittiin, että viiva jatkuu laskevana suorana siihen saakka, kunnes akku vaihdettiin tammikuun alussa. Tulkittiin mittausanturin akun virran loppuneen, vaikka s14-anturin viivan piirto ei ole loppunut.

Kuvioissa 6 ja 7 havaitaan, että ilmansulun sisäpinnalla suhteellinen kosteus on seinän alaosassa (s21, RH) paikoin yli 20 % korkeampi kuin seinän yläosassa (s22, RH). Myös ilmansulun ulkopinnalla (s19, RH ja s20, RH) suhteellisen kosteuden ero seinän ylä- ja alaosassa on paikoin jopa 15 %. Jakson loppupuolella sisäilman lämpötilan laskiessa seinän alaosan suhteellinen kosteus mukaillee tarkemmin sisäilman kosteutta sekä ilmansulun sisä- että ulkopinnalla. Sen sijaan seinän yläosassa näiden mittauspisteiden kosteus tasaantuu hitaammin.

Tuulensuojalevyn sisäpinnalla suhteellinen kosteus (s18, RH) kohoaa jopa 95 %:iin. Mikrobikasvuston riski on kuitenkin vähäinen, koska lämpötila on matala, noin +4°C. Suomalaisen homemallin mukainen homeindeksin maksimiarvo jää alle yhden, jonka mukaan materiaalissa ei ole havaittavissa mikrobikasvua. Huomioitavaa on, että tuulensuojalevyn pinnalla ulkoilman lämpötilan laskiessa pakkaselle suhteellinen kosteus nousee merkittävästi yli ulkoilman suhteellisen kosteuden.



Kuvio 6. Seinä 3, yläreunan mittausantureiden kuvaajat.



Kuvio 7. Seinä 3, alareunan mittausantureiden kuvaajat.

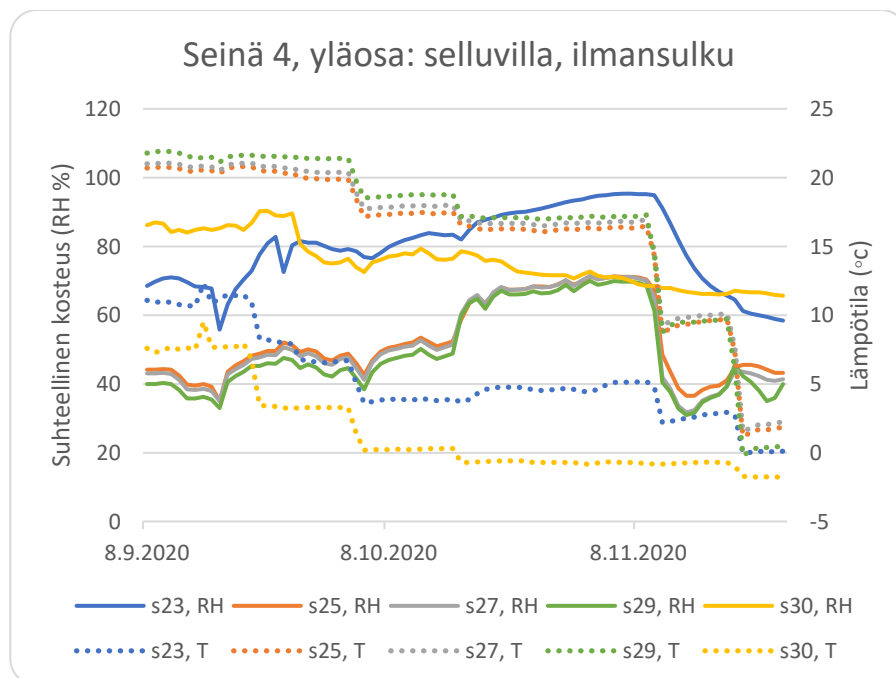
6.6 Selluvillaeristeinen rakenne ilmansululla

Ilmansulullisen selluvillaeristeisen seinätyypin alaosan suhteellinen kosteus jää paljon alhaisemmaksi kuin seinän yläosassa. Ilmiö toistuu jokaisessa

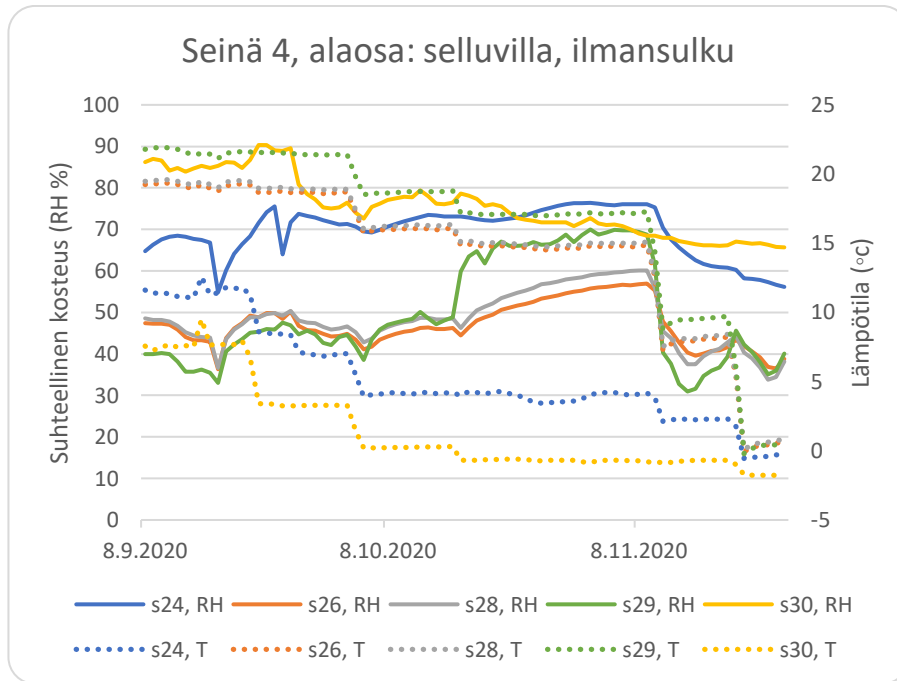
rakennekerroksessa. Tämä selviää vertaamalla kuvion 8 mittausantureiden ja kuvion 9 mittausantureiden kuvaajia keskenään.

Ilmansulun ulkopinnalla (s25, RH ja s26, RH) suhteellisen kosteuden ero seinän ylä- ja alaosassa on noin 10 prosenttiyksikköä. Tässä vuorostaan jakson jälkimmäisellä puoliskolla seinän yläosan suhteellinen kosteus mukailee tarkemmin sisäilman kosteutta sekä ilmansulun sisä- että ulkopinnalla. Seinän alaosassa näiden mittauspisteiden kosteus tasaantuu hitaammin.

Tässä rakenteessa on huomattava, että ulkoilman lämpötilan laskiessa pakkaselle, tuulensuojalevyn pinnalla suhteellinen kosteus nousee merkittävästi yli ulkoilman suhteellisen kosteuden, varsinkin seinän yläosassa. Seinän yläosassa suhteellinen kosteus (s23, RH) kohoaa yli 95 %:iin. Alaosan suhteellinen kosteus (s24, RH) jää noin 75 %:iin.



Kuvio 8. Seinä 4, yläreunan mittausantureiden kuvaajat.



Kuvio 9. Seinä 4, alareunan mittausantureiden kuvaajat.

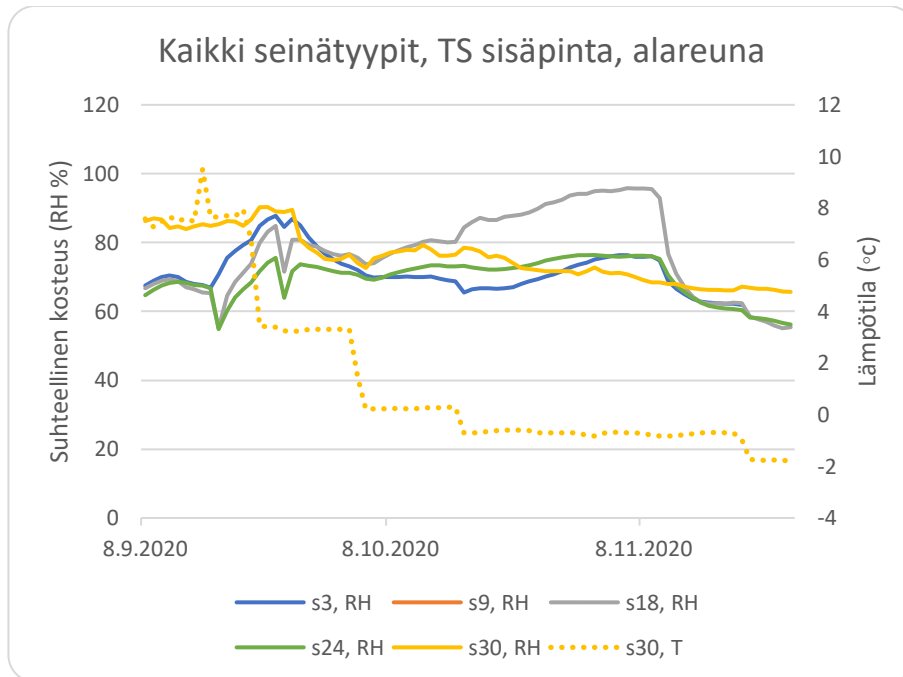
6.7 Seinätyyppien vertailu keskenään

Toisessa vertailussa verrattiin jokaisen seinärakenteen samoissa mittauspisteissä sijaitsevien mittausantureiden keskinäisiä tuloksia. Seuraavissa kuvioissa on kussakin jokaisen neljä seinätyypin suhteellisen kosteuden (RH) kuvaajat sekä ulkoilman lämpötilan (s30, T) ja suhteellisen kosteuden (s30, RH) kuvaajat. Kuvaajien tunnuksia on esitetty kohdan 6.1 taulukossa 7.

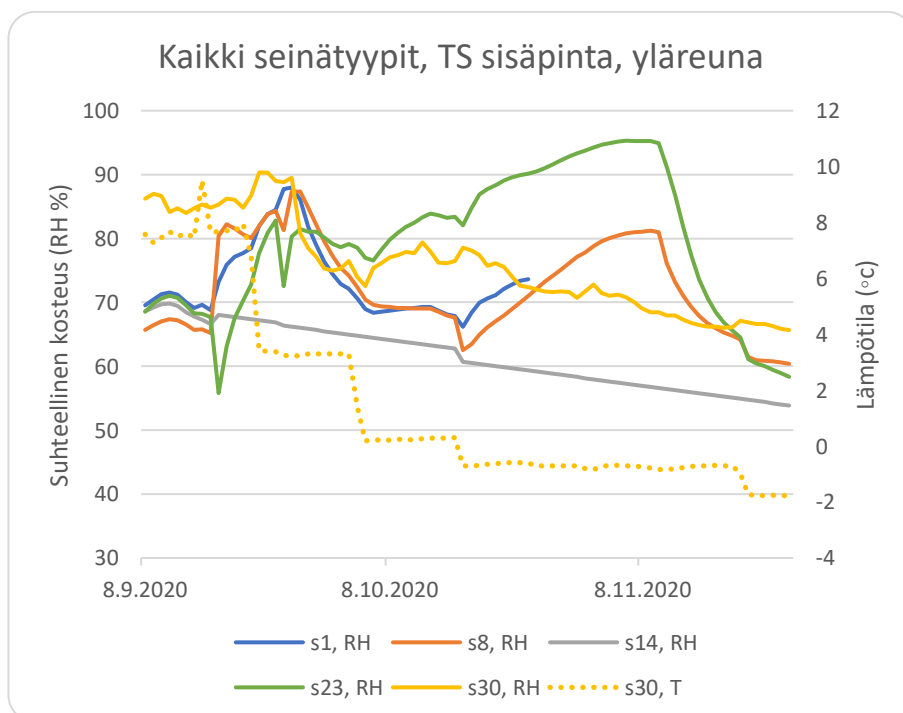
Kuviosta 10 voidaan havaita, että ilmansulku-lasivilla yhdistelmällä seinän alaosassa tuulensuojalevyn sisäpinnalla (s18, RH) suhteellinen kosteus on merkittävästi korkeampi muiden rakennetyyppien suhteellisten kosteuksien ollessa hyvin lähellä toisiaan. Samalla rakenteella tuulensuojalevyn sisäpinnalla suhteellinen kosteus on pidemmän aikaa korkeammalla kuin ulkopuolen suhteellinen kosteus.

Seinien yläosan kuviossa 11 on nähtävissä, että ilmansulku-lasivillarakenteen anturista (s14, RH) on akun virta loppunut jakson alkuvaiheessa. Höyrynsulku-lasivillarakenteen anturi (s1, RH) on jakson puolivälin jälkeen lakannut

toimimasta akun virran loppumisen takia. Ilmansulku-selluvillarakenteen kuvaaja (s23, RH) kohoaa ulkoilman kuvaajan yläpuolelle jakson alkuvaiheessa ja pysyy pääosan ajasta sen yläpuolella. Rakenteiden välisiä eroavaisuuksia on mahdotonta todentaa mittaustulosten puutteellisuuden takia.



Kuvio 10. Tuulensuojalevyn sisäpinta; alareunan mittaustureiden kuvaajat.

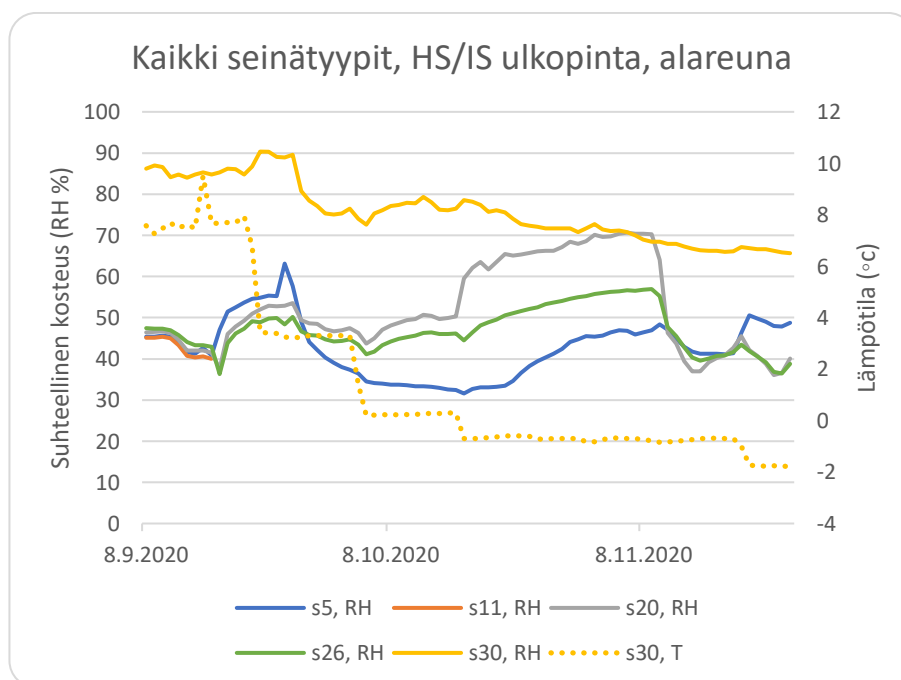


Kuvio 11. Tuulensuojalevyn sisäpinta; yläreunan mittaustureiden kuvaajat.

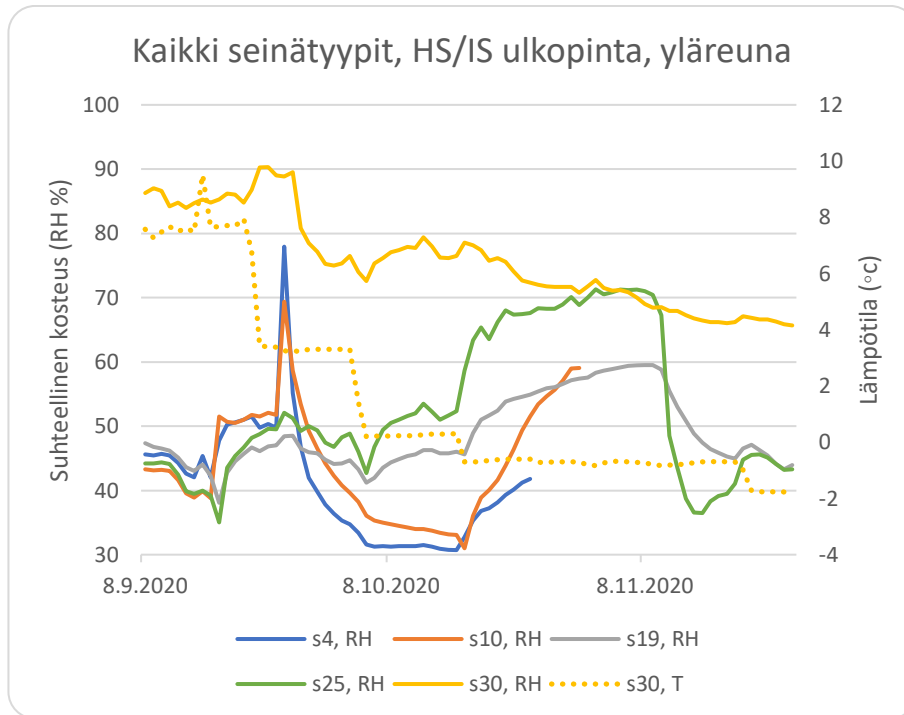
Verrattaessa höyryn- ja ilmansulun ulkopinnan rakennekerrosta voimme todeta kuviosta 12, että ilmansulkupaperilla toteutetussa rakenteessa suhteellinen kosteus ilmansulun ulkopuolella on huomattavasti korkeampi kuin höyrynsulullisessa rakenteessa molemmilla eristetyypeillä. Mittausanturin (s11, RH) akusta on virta loppunut tutkimuksen aikana.

Huomioitavaa on, että kuvion 12 ilmansulku-selluvillan alaosan anturin (s26, RH) ja kuvion 13 ilmansulku-lasivilla yläosan anturin (s19, RH) kuvaajat ovat lähes identtiset. Kuvion 13 ilmansulku-selluvillan yläosan anturin (s25, RH) ja kuvion 12 ilmansulku-lasivilla alaosan anturin (s20, RH) kuvaajat ovat lähes identtiset.

Kuviosta 13 voidaan todeta, että ulkoilman lämpötilan ollessa plussalla ei rakenteiden suhteellisissa kosteuksissa ole merkittäviä eroja. Lämpötilan laskiessa lähelle nollaa ja sen alle alkaa suhteellisissa kosteuksissa tulla merkittävämpiä muutoksia. Mittaustulosten vertailu osoittautuu mahdottomaksi puutteellisten mittaustulosten vuoksi. Saatujen tulosten perusteella suhteelliset kosteudet eivät missään rakenteessa nouse vaarallisen korkealle. Mittausantureiden (s4, RH ja s10, RH) akuista on virta loppunut tutkimuksen aikana.



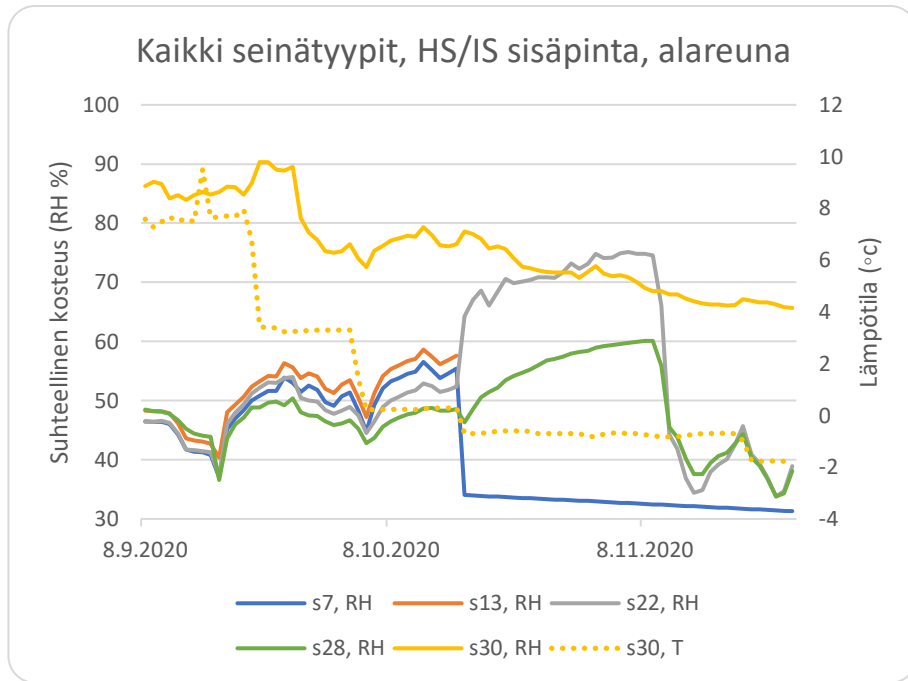
Kuvio 12. Höyryn-/ilmansulun ulkopinta; alareunan mittausantureiden kuvaajat.



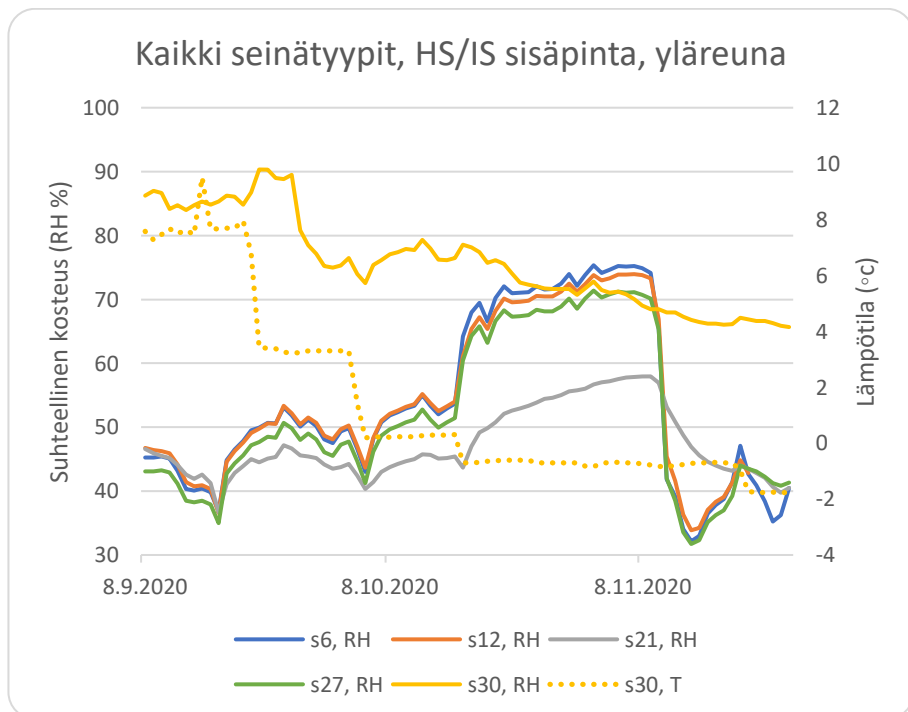
Kuvio 13. Höyryn-/ilmansulun ulkopinta; yläreunan mittausantureiden kuvaajat.

Kuviosta 14 nähdään, että ulkoilman lämpötilan ollessa plussalla ei rakenteiden suhteellisissa kosteuksissa ole merkittäviä eroja. Lämpötilan lasiessa nollan alapuolelle alkaa suhteellisissa kosteuksissa tulla enemmän hajontaa. Ilmansulku-selluvilla rakenne (s28, RH) tasaa kosteutta rakenteessa paremmin kuin ilmansulku-lasivillarakenne (s22, RH). Höyrinsulullisten ja ilmansulullisten rakenteiden eroavaisuuksia ei pystytty vertaamaan puutteellisten mittaustulosten vuoksi. Mittausantureiden (s7, RH ja s13, RH) akuista on virta loppunut tutkimuksen puolivälissä.

Kuviosta 15 havaitaan, että muiden rakenteiden kuin ilmansulku-lasivillarakenteen kuvaajat ovat lähes identtisiä keskenään. Rakenteiden suhteelliset kosteudet eivät nouse vaarallisen korkealle missään rakennetyypissä. Huomioitavaa on, että kuvion 14 alaosan anturin (s22, RH) ja kuvion 15 yläosan antureiden (s6, s12 ja s27, RH) kuvaajat ovat lähes identtiset. Kuvion 15 yläosan anturin (s21, RH) ja kuvion 14 alaosan anturin (s28, RH) kuvaajat ovat lähes identtiset.



Kuvio 14. Höyryn-/ilmansulun sisäpinta; alareunan mittausantureiden kuvaajat.



Kuvio 15. Höyryn-/ilmansulun sisäpinta, yläreunan mittausantureiden kuvaajat.

6.8 Wufi-mallinnuksen tulokset

Wufi 5 -ohjelman mallinnuksessa käytettiin samoja Linnunlahden säähavainto-
aseman säätietoja, joita suunniteltiin käytettäväksi sääkaapissa alun perin. Olo-
suhdekäyrät muokkaantuivat sääkaapissa ilmenneiden ongelmien vuoksi, joten
ne eivät enää vastanneet Wufi-mallinnuksen olosuhdekäyriä. Tutkimuksen ja
Wufi-mallinnuksen tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia, joten jätimme
näiden tulosten keskinäisen vertaamisen pois tästä opinnäytetyöstä.

Parhaimmillaan Wufi-laskentaohjelmaa voidaan hyödyntää rakennusfysikaali-
sessa suunnittelussa. Rakenteiden toiminnan lisäksi sillä olisi voitu tarkastella
olosuhteita ja ominaisuuksia, mutta tällä kertaa sitä ei pystytty hyödyntämään.

7 Pohdinta

7.1 Tavoitteiden toteutuminen

Ajatuksemme tutkimusta aloittaessa oli, että tutkimustyön tuloksia voidaan hyö-
dyntää lähes kaikkiin rakennettaviin vapaa-ajan asuntoihin, joihin ei tule ympäri-
vuotista lämmitystä ja jotka ovat osan vuodesta kylmillään. Tavoitteena oli, että
tulevaisuudessa vapaa-ajan asuntojen rakentajat pystyisivät hyödyntämään tut-
kimustuloksia tuleviin vapaa-ajan asuntoprojekteihinsa ja niiden rakenteiden va-
lintaprosessiin.

Tutkimuksen tulos jäi suurelta osin puutteelliseksi johtuen tutkimuslaitteistossa
ilmenneistä ongelmista. Tutkimuksen aikataulu meni kokonaan uusiksi, koska
jouduimme odottamaan tutkimuslaitteiston korjauksia. Tutkimuksen tekijöinä
emme pystyneet vaikuttamaan sääkaapissa ilmenneisiin teknisiin ongelmiin. Ai-
kataulun venyessä suunnittelemamme sääperiodit lyhenivät oleellisesti. Siitä
huolimatta yritimme saada tutkimusdataa myöskin ääriolosuhteista kevättäl-
vella. Sääkaapissa edelleen ilmenneiden teknisten ongelmien vuoksi analysoi-
tavaa tietoa ei elokuun 2021 jälkeen kuitenkaan saatu. Todettiin mittausturei-
den sijoituspaikalla korkeussuunnassa olevan melko suuri vaikutus mittaustu-
loksiin.

Rakennusten ulkoseinärakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan vaikuttavat niissä käytetyt materiaalit. Tämän tutkimuksen vajavaisten tulosten perusteella voitaneen todeta, että kaikki neljä seinärakennetta toimivat tutkimuksessa käytettyjä olosuhteita vastaavissa olosuhteissa. On kuitenkin huomioitava, että olosuhteiden muuttuessa myös rakenteiden rakennusfysikaalinen toimivuus voi muuttua merkittävästi. Näitä olosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa ulkoiset kosteustekijät, tuuli sekä rakenteiden epätiivelyskohdat.

7.2 Luotettavuus ja eettisyys

Lähteiden luotettavuutta arvioidessa tulee kiinnittää huomiota lähteiden ikään, uskottavuuteen ja lähteen tiedon alkuperään. Lisäksi on huomioitava kirjoittajan tunnettuus ja arvostettavuus. Julkaisijan arvovalta, vastuu, puolueettomuus ja totuudellisuus ovat myös lähteen luotettavuutta puoltavia asioita. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2013, 113–114.) Huolellisuus, tarkkuus ja rehellisyys ovat kaikki tiedeyhteisön tunnustamia toimintatapoja. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden kriteereitä ovat vahvistettavuus, uskottavuus, refleksiivisyys ja siirrettävyys. Tutkimusprosessin tarkka kirjaaminen siten, että toinen tutkija saa prosessin etenemisestä selkeän käsityksen, on vahvistettavuutta. Uskottavuuden tulee ilmetä tutkimuksesta. Uskottavuutta vahvistaa tutkimusten tulosten kirjaaminen selkeästi. Tutkimuksen lukijan tulee ymmärtää, kuinka tutkimus on tehty. Tekijän tietoisuus omien lähtökohtiensa vaikutuksesta tutkimuksen aineistoon ja tutkimuksen kulkuun on refleksiivisyyttä. Refleksiivisyyttä on myös tietoisuus omasta roolistaan tutkijana. Tutkimuksen tulosten ja itse tutkimuksen siirrettävyyttä toisiin, tutkimusta vastaaviin ympäristöihin, kutsutaan siirrettävyydeksi. (Kylmä & Juvakka 2007, 129.)

Tutkimustyötämme tehdessä pyrimme noudattamaan edellä mainittuja luotettavuuden ja eettisyyden periaatteita. Etsiessämme tietoa tutkimukseen käytimme useita samaan aiheeseen liittyviä lähteitä. Tutkimukseen valitut lähteet olivat uusimpia ja luotettavia. Tutkimus tehtiin huolellisesti ja tarkasti, jonka tulokset

julkaistiin rehellisesti. Tutkimuksen kulku selviää raportista yksityiskohtaisesti ja tutkimuksesta saatu data on liitetty myös raportin liitteeksi sellaisenaan.

7.3 Ehdotus tutkimuksen jatkamiseen

Mielestämme Karelia-ammattikorkeakoulun kannattaisi tilata uusi vastaavanlainen tutkimus toiselta opinnäytetyön tekijältä ja näin saattaa meidän tutkimuksemme ollut tavoite loppuun. Uuden tutkimuksen painopiste kannattaisi keskittää talven molemminpuoliseen aikaan. Olisi hyvä myös miettiä, olisiko tarpeellista sijoittaa mittausantureita myös eristeen sisälle. Myös antureiden sijoituskorkeutta olisi hyvä pohtia tarkemmin. Uudessa tutkimuksessa tulisi pyrkiä selvittämään, olisiko jokin tutkimuksemme olleista rakenteista jopa riskirakente. Uuden tutkimuksen voisi tehdä myös pelkkään Wufi-mallinnukseen perustuvaksi.

Lähteet

- Foreca. 2022. Ilmanpaine kertoo, kuinka paljon ilma painaa päälläsi. <https://www.foreca.fi/s%C3%A4%C3%A4pedia/fnrppkb8>. 17.3.2022.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Hämäläinen, J. & Teriö, O. 2017. Kestävä rakentaminen: rakennusaikainen kosteudenhallinta ja energiatehokkuus. Helsinki: Opetushallitus.
- Jalkanen, K. & Pessi, A-M. 2018. Laboratorio-opas: mikrobiologisten asumisterveys tutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Pori: Suomen Ympäristö- ja terveysalan Kustannus Oy.
- Kylmä, J. & Juvakka, T. 2007. Laadullinen terveystutkimus. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Lampi, J. & Pekkanen, J. 2018. Terve ihminen terveissä tiloissa: Kansallinen sisäilma ja terveys- ohjelma 2018–2028. Helsinki: Terveyden ja hyvinvoinnin laitos.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. 15.3.2022.
- Puuinfo. 2022. Puun ominaisuudet. Kosteustekniset ominaisuudet. <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/>. 17.3.2022.
- RIL 107-2012.2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
- RIL 216-2013. 2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
- RIL 241-2016. 2016. Rakennuksen turvallisuus, terveellisyys ja kulttuurihistorialliset arvot. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
- Siikanen, U. 2014. Rakennusfysiikka. Perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Siikanen, U. 2016. Puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Sisäilmayhdistys ry. 2022. Hygroskooppinen kosteus. Sisäilmayhdistys ry. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Materiaalien-ominaisuudet>. 15.3.2022.
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>. 15.3.2022.
- Tampereen yliopisto. 2022. Suomalainen homemalli. <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/suomalainen-homemalli/>. 15.3.2022.
- Tilastokeskus. 2020. Suomen virallinen tilasto: Rakennukset ja kesämökkit 2019. https://www.stat.fi/til/rakke/2019/rakke_2019_2020-05-27_tie_001_fi.html. 15.3.2022.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf. 15.3.2022.
- Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. <https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje/ac8d5e16-97be-456c-9c9c-ce8560f2092e>. 15.3.2022.
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>. 15.3.2022.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta
1010/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1010%2F2017>. 15.3.2022.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>. 15.3.2022.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>. 15.3.2022.

Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2020. <https://bit.ly/3ilZN8d>. 15.3.2022.

Liitteet

Seinärakenteen U-arvo

Suunnittelutoimisto		Työn nro		Sivu	
Hassinen Mika, Kärki Esa		Opinnäytetyö		1 / 2	
Rakennuskohde		Paiväys	Tekijä		
Vapaa-ajanasunto, seinärakenne		26.2.2021	EKä		
		Sisältö			
		U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)			

Ohjelmaversio 1.03

RAKENTEEN TIEDOT Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Hirsi ▼

Kerroksen paksuus [d]	32,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK

2 Ilman- ja höyrynsulku ▼

3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	150,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK
Koolausuunta (p / v)	p

4 Kuitulevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	25,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,049 W/mK

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
Pystykoolauksen k-jako [s]	600 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
Hassinen Mika, Kärki Esa	Opinnäytetyö	
	Päiväys	Tekijä
	44253	EKä
Rakennuskohde	Sisältö	
Vapaa-ajanasunto, seinärakenne	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Hirsi	32	0,120	0,2667		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	150	0,039	3,2982	48	600
4 Kuitulevy	25	0,049	0,5102		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus		207 mm
Ulkopuoli		
Sisäpuoli		

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI		
Ei muuraussiteitä		
OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET		
f_a	0,920	Eriste
f_b	0,080	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolauristeys
OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET		
R_a	4,884	m ² K/W
R_b	2,287	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W
U-ARVO		
R'_T	4,477	m ² K/W
R''_T	4,336	m ² K/W
U	0,227	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_g	0,000	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K
Korjauksia ei tarvitse huomioida		
ULKOSEINÄN U-ARVO		
$U_c = 0,2269 \text{ W/m}^2\text{K}$		
VIRHEILMOITUKSET		
<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • 		

Tutkimuksesta kertynyt aineisto

Lasivillaeristeinen rakenne höyrynsululla
yläpuoli

Date	s1, RH	s4, RH	s6, RH	s29, RH	s30, RH	s1, T	s4, T	s6, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	69.54	45.63	45.26	39.98	86.25	10.91	20.59	20.80	21.80	7.58
9.9.2020	70.44	45.41	45.22	40.00	87.01	10.71	20.62	20.86	21.90	7.27
10.9.2020	71.28	45.69	45.42	40.26	86.65	10.81	20.68	20.89	21.90	7.47
11.9.2020	71.56	45.43	45.05	39.93	84.18	10.75	20.63	20.86	21.89	7.67
12.9.2020	71.20	44.26	43.18	38.22	84.77	10.60	20.55	20.80	21.80	7.50
13.9.2020	70.07	42.63	40.34	35.71	83.96	10.59	20.39	20.66	21.57	7.61
14.9.2020	69.12	42.02	40.10	35.71	84.73	10.56	20.35	20.60	21.41	7.47
15.9.2020	69.59	45.36	40.45	36.20	85.30	12.26	20.47	20.67	21.47	9.51
16.9.2020	68.80	42.03	39.81	35.51	84.80	10.79	20.39	20.60	21.46	7.65
17.9.2020	73.20	47.79	36.79	32.99	85.29	10.63	19.99	20.25	21.13	7.67
18.9.2020	75.92	50.25	44.82	40.62	86.22	10.96	20.47	20.68	21.53	7.70
19.9.2020	77.14	50.60	46.51	42.27	86.05	10.91	20.54	20.75	21.57	7.69
20.9.2020	77.71	51.04	47.87	43.59	84.78	11.01	20.61	20.82	21.63	7.95
21.9.2020	78.46	51.50	49.49	45.16	86.76	10.49	20.57	20.79	21.61	6.77
22.9.2020	81.95	49.78	49.90	45.29	90.29	7.93	20.35	20.61	21.54	3.42
23.9.2020	83.79	50.34	50.71	46.06	90.31	7.86	20.34	20.60	21.54	3.40
24.9.2020	84.51	49.79	50.56	45.86	89.03	7.66	20.32	20.58	21.55	3.38
25.9.2020	87.77	77.93	53.10	47.60	88.86	7.86	19.68	20.32	21.52	3.24
26.9.2020	87.98	55.18	51.83	46.89	89.53	7.45	20.16	20.47	21.50	3.25
27.9.2020	86.04	46.80	50.08	44.69	80.82	6.18	19.78	20.18	21.42	3.23
28.9.2020	81.83	41.97	51.14	45.67	78.46	5.98	19.73	20.15	21.40	3.30
29.9.2020	78.99	39.81	50.19	44.77	77.16	6.00	19.71	20.12	21.39	3.30
30.9.2020	76.42	37.81	48.07	42.71	75.26	6.00	19.67	20.08	21.35	3.30
1.10.2020	74.41	36.41	47.51	42.20	75.00	6.01	19.70	20.10	21.40	3.30
2.10.2020	72.85	35.34	49.34	44.01	75.29	6.09	19.74	20.15	21.40	3.30
3.10.2020	72.09	34.73	49.87	44.54	76.45	6.15	19.77	20.15	21.40	3.30
4.10.2020	70.60	33.41	46.62	41.73	74.00	4.52	18.20	18.58	19.78	1.42
5.10.2020	68.96	31.57	43.02	38.48	72.56	3.20	16.91	17.30	18.51	0.20
6.10.2020	68.34	31.26	48.18	43.37	75.36	3.26	17.01	17.38	18.58	0.22
7.10.2020	68.53	31.30	50.75	45.91	76.15	3.31	17.06	17.42	18.61	0.23
8.10.2020	68.72	31.26	51.81	46.96	77.07	3.37	17.13	17.45	18.64	0.22
9.10.2020	68.85	31.29	52.33	47.49	77.42	3.41	17.13	17.50	18.67	0.24
10.10.2020	69.05	31.35	52.94	48.11	77.90	3.43	17.20	17.55	18.72	0.23
11.10.2020	69.10	31.31	53.34	48.49	77.73	3.45	17.21	17.56	18.74	0.23
12.10.2020	69.25	31.49	55.01	50.13	79.35	3.52	17.26	17.61	18.76	0.27
13.10.2020	69.33	31.27	53.36	48.51	77.98	3.51	17.20	17.56	18.74	0.28
14.10.2020	68.71	30.94	52.01	47.19	76.22	3.50	17.17	17.52	18.70	0.28
15.10.2020	68.09	30.73	52.91	48.07	76.11	3.52	17.24	17.60	18.75	0.29
16.10.2020	67.84	30.71	53.69	48.84	76.48	3.60	17.31	17.65	18.79	0.30
17.10.2020	66.18	32.77	64.18	59.84	78.57	3.41	16.04	16.30	17.18	-0.70
18.10.2020	68.36	35.28	67.97	63.48	78.14	3.40	16.05	16.31	17.22	-0.70
19.10.2020	69.94	36.81	69.49	64.80	77.36	3.33	15.95	16.22	17.13	-0.69

20.10.2020	70.60	37.21	66.55	61.76	75.73	3.22	15.82	16.07	17.05	-0.65
21.10.2020	71.14	38.16	70.25	65.42	76.12	3.29	15.89	16.13	17.10	-0.63
22.10.2020	72.09	39.27	72.06	67.08	75.59	3.30	15.90	16.16	17.10	-0.60
23.10.2020	72.79	40.13	71.00	66.00	74.06	3.30	15.88	16.14	17.10	-0.60
24.10.2020	73.34	41.19	71.08	66.06	72.67	3.30	15.90	16.13	17.10	-0.60
25.10.2020	73.60	41.76	71.14	66.11	72.34	3.30	15.90	16.13	17.08	-0.61
26.10.2020			72.03	66.94	72.03			16.05	17.02	-0.71
27.10.2020			71.56	66.36	71.73			15.98	16.97	-0.71
28.10.2020			71.63	66.48	71.64			16.04	17.01	-0.70
29.10.2020			72.48	67.33	71.67			16.09	17.05	-0.70
30.10.2020			73.96	68.76	71.64			16.15	17.13	-0.70
31.10.2020			72.12	66.92	70.74			16.14	17.07	-0.70
1.11.2020			73.84	68.61	71.72			16.14	17.12	-0.81
2.11.2020			75.34	69.98	72.77			16.22	17.19	-0.83
3.11.2020			74.12	68.77	71.49			16.18	17.13	-0.73
4.11.2020			74.65	69.28	71.05			16.15	17.13	-0.68
5.11.2020			75.25	69.86	71.19			16.21	17.18	-0.68
6.11.2020			75.17	69.77	70.81			16.21	17.19	-0.70
7.11.2020			75.24	69.73	70.03			16.17	17.12	-0.71
8.11.2020			74.88	69.36	69.01			16.24	17.19	-0.74
9.11.2020			74.12	68.71	68.47			16.29	17.27	-0.79
10.11.2020			65.43	61.41	68.49			13.59	14.36	-0.83
11.11.2020			41.84	40.35	67.94			8.15	8.76	-0.82
12.11.2020			39.20	37.67	67.93			8.64	9.27	-0.82
13.11.2020			34.05	32.79	67.26			8.82	9.47	-0.76
14.11.2020			32.15	30.95	66.75			8.84	9.48	-0.73
15.11.2020			33.00	31.61	66.43			8.86	9.49	-0.70
16.11.2020			36.49	34.75	66.22			8.95	9.57	-0.70
17.11.2020			37.79	35.91	66.23			9.00	9.60	-0.68
18.11.2020			38.78	36.80	66.04			9.01	9.64	-0.70
19.11.2020			41.45	39.30	66.15			9.11	9.72	-0.70
20.11.2020			47.06	45.57	67.13			5.80	5.98	-0.98
21.11.2020			42.68	42.24	66.87			-0.35	-0.21	-1.73
22.11.2020			40.94	40.52	66.59			0.02	0.15	-1.76
23.11.2020			38.42	38.07	66.62			0.21	0.40	-1.77
24.11.2020			35.23	35.05	66.26			0.21	0.39	-1.76
25.11.2020			36.21	35.95	65.84			0.30	0.42	-1.77
26.11.2020			40.52	40.03	65.67			0.34	0.50	-1.77

**Lasivillaeristeinen rakenne höyrynsululla
alapuoli**

Date	s3, RH	s5, RH	s7, RH	s29, RH	s30, RH	s3, T	s5, T	s7, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	67.55	45.39	46.53	39.98	86.25	12.04	20.20	20.12	21.80	7.58
9.9.2020	68.95	45.41	46.39	40.00	87.01	11.82	20.25	20.18	21.90	7.27
10.9.2020	69.96	45.69	46.37	40.26	86.65	11.97	20.34	20.25	21.90	7.47
11.9.2020	70.44	45.36	46.03	39.93	84.18	11.85	20.28	20.22	21.89	7.67
12.9.2020	70.02	43.87	44.29	38.22	84.77	11.63	20.18	20.11	21.80	7.50
13.9.2020	68.66	41.57	41.76	35.71	83.96	11.50	19.96	19.88	21.57	7.61

14.9.2020	68.00	41.19	41.37	35.71	84.73	11.45	19.89	19.80	21.41	7.47
15.9.2020	67.66	42.71	41.27	36.20	85.30	13.05	20.14	20.05	21.47	9.51
16.9.2020	66.93	40.83	40.85	35.51	84.80	11.82	20.01	19.92	21.46	7.65
17.9.2020	70.78	47.12	37.06	32.99	85.29	11.56	19.62	19.54	21.13	7.67
18.9.2020	75.61	51.54	45.13	40.62	86.22	12.07	20.16	20.06	21.53	7.70
19.9.2020	77.60	52.49	46.94	42.27	86.05	12.02	20.22	20.10	21.57	7.69
20.9.2020	79.22	53.70	48.41	43.59	84.78	11.98	20.23	20.13	21.63	7.95
21.9.2020	80.63	54.57	50.04	45.16	86.76	11.60	20.23	20.12	21.61	6.77
22.9.2020	84.91	54.80	50.81	45.29	90.29	9.21	19.88	19.78	21.54	3.42
23.9.2020	86.72	55.39	51.65	46.06	90.31	9.13	19.88	19.79	21.54	3.40
24.9.2020	87.78	55.18	51.62	45.86	89.03	8.87	19.85	19.77	21.55	3.38
25.9.2020	84.56	63.14	53.85	47.60	88.86	8.73	19.55	19.58	21.52	3.24
26.9.2020	86.80	57.66	52.98	46.89	89.53	8.67	19.74	19.66	21.50	3.25
27.9.2020	84.99	49.08	51.49	44.69	80.82	7.09	19.23	19.30	21.42	3.23
28.9.2020	81.37	44.13	52.53	45.67	78.46	6.81	19.16	19.23	21.40	3.30
29.9.2020	78.98	42.09	51.86	44.77	77.16	6.81	19.12	19.20	21.39	3.30
30.9.2020	76.82	40.28	49.78	42.71	75.26	6.79	19.05	19.14	21.35	3.30
1.10.2020	75.15	39.04	49.15	42.20	75.00	6.82	19.10	19.20	21.40	3.30
2.10.2020	73.85	38.03	50.71	44.01	75.29	6.91	19.18	19.20	21.40	3.30
3.10.2020	73.15	37.40	51.37	44.54	76.45	6.98	19.17	19.20	21.40	3.30
4.10.2020	71.92	36.44	48.28	41.73	74.00	5.40	17.63	17.68	19.78	1.42
5.10.2020	70.38	34.47	44.83	38.48	72.56	3.98	16.29	16.36	18.51	0.20
6.10.2020	69.83	34.07	49.27	43.37	75.36	4.06	16.38	16.47	18.58	0.22
7.10.2020	69.91	33.96	52.08	45.91	76.15	4.10	16.41	16.50	18.61	0.23
8.10.2020	70.00	33.78	53.23	46.96	77.07	4.10	16.45	16.54	18.64	0.22
9.10.2020	70.02	33.67	53.81	47.49	77.42	4.13	16.46	16.55	18.67	0.24
10.10.2020	70.08	33.54	54.52	48.11	77.90	4.18	16.51	16.57	18.72	0.23
11.10.2020	70.00	33.35	54.92	48.49	77.73	4.20	16.53	16.60	18.74	0.23
12.10.2020	70.02	33.39	56.54	50.13	79.35	4.29	16.57	16.65	18.76	0.27
13.10.2020	70.07	33.23	55.17	48.51	77.98	4.21	16.53	16.59	18.74	0.28
14.10.2020	69.58	32.92	53.83	47.19	76.22	4.20	16.48	16.55	18.70	0.28
15.10.2020	68.98	32.60	54.62	48.07	76.11	4.21	16.55	16.62	18.75	0.29
16.10.2020	68.69	32.49	55.40	48.84	76.48	4.30	16.61	16.66	18.79	0.30
17.10.2020	65.54	31.59	34.04	59.84	78.57	4.09	15.37	8.45	17.18	-0.70
18.10.2020	66.38	32.67	33.97	63.48	78.14	4.11	15.41	8.43	17.22	-0.70
19.10.2020	66.78	33.12	33.90	64.80	77.36	4.08	15.33	8.41	17.13	-0.69
20.10.2020	66.67	33.08	33.83	61.76	75.73	4.00	15.16	8.40	17.05	-0.65
21.10.2020	66.61	33.24	33.77	65.42	76.12	4.08	15.27	8.38	17.10	-0.63
22.10.2020	66.75	33.52	33.70	67.08	75.59	4.10	15.28	8.36	17.10	-0.60
23.10.2020	67.10	34.61	33.63	66.00	74.06	4.11	15.24	8.34	17.10	-0.60
24.10.2020	67.91	36.54	33.56	66.06	72.67	4.22	15.29	8.32	17.10	-0.60
25.10.2020	68.67	38.32	33.49	66.11	72.34	4.30	15.30	8.31	17.08	-0.61
26.10.2020	69.33	39.41	33.43	66.94	72.03	4.23	15.23	8.29	17.02	-0.71
27.10.2020	70.10	40.35	33.36	66.36	71.73	4.20	15.19	8.27	16.97	-0.71
28.10.2020	70.77	41.27	33.29	66.48	71.64	4.20	15.21	8.25	17.01	-0.70
29.10.2020	71.61	42.43	33.22	67.33	71.67	4.24	15.25	8.23	17.05	-0.70
30.10.2020	72.73	44.05	33.15	68.76	71.64	4.31	15.34	8.22	17.13	-0.70
31.10.2020	73.47	44.71	33.09	66.92	70.74	4.30	15.28	8.20	17.07	-0.70
1.11.2020	74.12	45.52	33.02	68.61	71.72	4.24	15.33	8.18	17.12	-0.81

2.11.2020	75.14	45.45	32.95	69.98	72.77	4.09	15.35	8.16	17.19	-0.83
3.11.2020	75.57	45.69	32.88	68.77	71.49	4.10	15.31	8.14	17.13	-0.73
4.11.2020	75.97	46.40	32.81	69.28	71.05	4.21	15.32	8.13	17.13	-0.68
5.11.2020	76.31	46.88	32.74	69.86	71.19	4.30	15.38	8.11	17.18	-0.68
6.11.2020	76.37	46.78	32.68	69.77	70.81	4.30	15.38	8.09	17.19	-0.70
7.11.2020	75.82	45.90	32.61	69.73	70.03	4.30	15.32	8.07	17.12	-0.71
8.11.2020	75.89	46.48	32.54	69.36	69.01	4.39	15.39	8.05	17.19	-0.74
9.11.2020	76.00	46.96	32.47	68.71	68.47	4.48	15.47	8.03	17.27	-0.79
10.11.2020	74.77	48.43	32.40	61.41	68.49	3.96	12.94	8.02	14.36	-0.83
11.11.2020	68.75	47.10	32.34	40.35	67.94	2.25	7.72	8.00	8.76	-0.82
12.11.2020	66.54	44.90	32.27	37.67	67.93	2.41	8.18	7.98	9.27	-0.82
13.11.2020	64.95	42.92	32.20	32.79	67.26	2.47	8.35	7.96	9.47	-0.76
14.11.2020	63.68	41.70	32.13	30.95	66.75	2.50	8.40	7.94	9.48	-0.73
15.11.2020	62.91	41.24	32.06	31.61	66.43	2.50	8.42	7.93	9.49	-0.70
16.11.2020	62.62	41.28	32.00	34.75	66.22	2.50	8.51	7.91	9.57	-0.70
17.11.2020	62.46	41.26	31.93	35.91	66.23	2.50	8.55	7.89	9.60	-0.68
18.11.2020	62.26	41.16	31.86	36.80	66.04	2.50	8.60	7.87	9.64	-0.70
19.11.2020	62.23	41.39	31.79	39.30	66.15	2.59	8.64	7.85	9.72	-0.70
20.11.2020	61.90	46.34	31.72	45.57	67.13	1.86	5.42	7.84	5.98	-0.98
21.11.2020	67.54	39.96	30.54	59.33	65.25	0.93	10.18	4.97	11.70	-3.21
22.11.2020	67.42	39.91	30.25	59.57	64.95	0.80	10.02	4.74	11.53	-3.34
23.11.2020	67.31	39.85	29.95	59.81	64.65	0.66	9.86	4.50	11.37	-3.47
24.11.2020	67.20	39.79	29.66	60.05	64.35	0.53	9.70	4.27	11.21	-3.60
25.11.2020	67.09	39.73	29.36	60.29	64.05	0.39	9.55	4.04	11.04	-3.74
26.11.2020	66.97	39.67	29.07	60.53	63.75	0.26	9.39	3.80	10.88	-3.87

**Selluvillaeristeinen rakenne höyrynsululla
yläpuoli**

Date	s8, RH	s10, RH	s12, RH	s29, RH	s30, RH	s8, T	s10, T	s12, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	65.74	43.24	46.75	39.98	86.25	11.56	20.48	20.54	21.80	7.58
9.9.2020	66.45	43.12	46.38	40.00	87.01	11.45	20.53	20.61	21.90	7.27
10.9.2020	67.07	43.23	46.28	40.26	86.65	11.57	20.59	20.68	21.90	7.47
11.9.2020	67.33	42.99	45.92	39.93	84.18	11.48	20.55	20.63	21.89	7.67
12.9.2020	67.24	41.59	44.17	38.22	84.77	11.33	20.44	20.52	21.80	7.50
13.9.2020	66.56	39.53	41.41	35.71	83.96	11.24	20.27	20.36	21.57	7.61
14.9.2020	65.70	38.92	40.76	35.71	84.73	11.22	20.22	20.30	21.41	7.47
15.9.2020	65.82	39.87	40.89	36.20	85.30	12.93	20.42	20.48	21.47	9.51
16.9.2020	65.20	38.78	40.31	35.51	84.80	11.46	20.29	20.35	21.46	7.65
17.9.2020	80.42	51.51	36.56	32.99	85.29	10.83	19.52	19.69	21.13	7.67
18.9.2020	82.24	50.67	44.58	40.62	86.22	11.00	20.27	20.38	21.53	7.70
19.9.2020	81.60	50.49	46.22	42.27	86.05	10.97	20.42	20.51	21.57	7.69
20.9.2020	80.63	51.04	47.56	43.59	84.78	11.11	20.51	20.57	21.63	7.95
21.9.2020	80.03	51.78	49.07	45.16	86.76	10.71	20.52	20.58	21.61	6.77
22.9.2020	81.98	51.51	49.78	45.29	90.29	8.25	20.22	20.32	21.54	3.42
23.9.2020	83.84	52.04	50.58	46.06	90.31	8.18	20.23	20.33	21.54	3.40
24.9.2020	84.35	51.77	50.55	45.86	89.03	8.09	20.17	20.28	21.55	3.38
25.9.2020	81.34	69.37	53.35	47.60	88.86	8.28	19.61	19.87	21.52	3.24
26.9.2020	87.31	58.62	52.15	46.89	89.53	7.87	19.91	20.09	21.50	3.25

27.9.2020	87.35	53.44	50.45	44.69	80.82	6.68	19.59	19.80	21.42	3.23
28.9.2020	84.78	49.29	51.50	45.67	78.46	6.40	19.53	19.78	21.40	3.30
29.9.2020	82.17	46.55	50.72	44.77	77.16	6.40	19.51	19.72	21.39	3.30
30.9.2020	79.53	44.17	48.66	42.71	75.26	6.39	19.45	19.66	21.35	3.30
1.10.2020	77.26	42.31	48.05	42.20	75.00	6.42	19.50	19.70	21.40	3.30
2.10.2020	75.41	40.76	49.66	44.01	75.29	6.51	19.53	19.80	21.40	3.30
3.10.2020	74.20	39.59	50.26	44.54	76.45	6.60	19.57	19.78	21.40	3.30
4.10.2020	72.40	38.19	46.99	41.73	74.00	5.07	18.10	18.32	19.78	1.42
5.10.2020	70.47	36.02	43.68	38.48	72.56	3.60	16.70	16.95	18.51	0.20
6.10.2020	69.62	35.30	48.32	43.37	75.36	3.71	16.84	17.07	18.58	0.22
7.10.2020	69.37	34.98	51.00	45.91	76.15	3.80	16.89	17.11	18.61	0.23
8.10.2020	69.26	34.69	52.07	46.96	77.07	3.85	16.94	17.14	18.64	0.22
9.10.2020	69.13	34.45	52.60	47.49	77.42	3.90	16.98	17.19	18.67	0.24
10.10.2020	69.10	34.20	53.22	48.11	77.90	3.90	17.04	17.24	18.72	0.23
11.10.2020	69.04	33.95	53.60	48.49	77.73	3.90	17.04	17.25	18.74	0.23
12.10.2020	69.04	33.96	55.15	50.13	79.35	4.01	17.09	17.30	18.76	0.27
13.10.2020	69.06	33.73	53.77	48.51	77.98	3.99	17.05	17.25	18.74	0.28
14.10.2020	68.53	33.41	52.48	47.19	76.22	3.93	16.99	17.20	18.70	0.28
15.10.2020	67.93	33.16	53.26	48.07	76.11	3.99	17.05	17.27	18.75	0.29
16.10.2020	67.59	33.11	53.98	48.84	76.48	4.02	17.13	17.34	18.79	0.30
17.10.2020	62.51	30.99	61.14	59.84	78.57	4.01	16.13	16.28	17.18	-0.70
18.10.2020	63.47	36.09	65.33	63.48	78.14	4.12	16.08	16.23	17.22	-0.70
19.10.2020	64.96	38.86	67.23	64.80	77.36	4.10	15.94	16.11	17.13	-0.69
20.10.2020	66.11	40.07	65.40	61.76	75.73	3.99	15.75	15.90	17.05	-0.65
21.10.2020	67.00	41.59	68.24	65.42	76.12	4.01	15.84	16.01	17.10	-0.63
22.10.2020	67.98	43.83	70.12	67.08	75.59	4.07	15.87	16.01	17.10	-0.60
23.10.2020	68.97	46.34	69.52	66.00	74.06	4.11	15.83	15.98	17.10	-0.60
24.10.2020	69.99	49.33	69.66	66.06	72.67	4.14	15.81	16.00	17.10	-0.60
25.10.2020	71.01	51.53	69.80	66.11	72.34	4.09	15.81	15.97	17.08	-0.61
26.10.2020	72.11	53.41	70.58	66.94	72.03	3.93	15.74	15.92	17.02	-0.71
27.10.2020	73.21	54.65	70.46	66.36	71.73	3.89	15.67	15.81	16.97	-0.71
28.10.2020	74.14	55.63	70.46	66.48	71.64	3.89	15.72	15.87	17.01	-0.70
29.10.2020	75.10	57.06	71.20	67.33	71.67	3.93	15.77	15.94	17.05	-0.70
30.10.2020	76.14	58.96	72.46	68.76	71.64	3.99	15.85	16.04	17.13	-0.70
31.10.2020	77.11	59.07	71.18	66.92	70.74	3.92	15.77	15.96	17.07	-0.70
1.11.2020	77.82		72.37	68.61	71.72	3.89		16.01	17.12	-0.81
2.11.2020	78.82		73.79	69.98	72.77	3.89		16.06	17.19	-0.83
3.11.2020	79.55		72.99	68.77	71.49	3.90		16.01	17.13	-0.73
4.11.2020	80.02		73.33	69.28	71.05	3.92		16.02	17.13	-0.68
5.11.2020	80.46		73.88	69.86	71.19	4.02		16.07	17.18	-0.68
6.11.2020	80.84		73.90	69.77	70.81	4.04		16.06	17.19	-0.70
7.11.2020	80.94		73.95	69.73	70.03	4.00		16.01	17.12	-0.71
8.11.2020	81.07		73.78	69.36	69.01	4.04		16.09	17.19	-0.74
9.11.2020	81.25		73.27	68.71	68.47	4.09		16.17	17.27	-0.79
10.11.2020	80.94		66.90	61.41	68.49	3.61		13.74	14.36	-0.83
11.11.2020	76.11		45.39	40.35	67.94	1.53		8.05	8.76	-0.82
12.11.2020	73.10		41.61	37.67	67.93	1.64		8.55	9.27	-0.82
13.11.2020	71.06		36.29	32.79	67.26	1.73		8.74	9.47	-0.76
14.11.2020	69.30		33.87	30.95	66.75	1.80		8.80	9.48	-0.73

15.11.2020	67.83		34.22	31.61	66.43	1.80		8.83	9.49	-0.70
16.11.2020	66.73		37.10	34.75	66.22	1.88		8.95	9.57	-0.70
17.11.2020	65.92		38.32	35.91	66.23	1.90		9.00	9.60	-0.68
18.11.2020	65.29		39.07	36.80	66.04	1.91		9.05	9.64	-0.70
19.11.2020	64.80		41.37	39.30	66.15	2.00		9.13	9.72	-0.70
20.11.2020	64.18		44.81	45.57	67.13	1.66		6.38	5.98	-0.98
21.11.2020	61.41		42.83	42.24	66.87	-1.07		0.01	-0.21	-1.73
22.11.2020	60.96			40.52	66.59	-1.06			0.15	-1.76
23.11.2020	60.89			38.07	66.62	-1.00			0.40	-1.77
24.11.2020	60.76			35.05	66.26	-1.00			0.39	-1.76
25.11.2020	60.57			35.95	65.84	-1.00			0.42	-1.77
26.11.2020	60.39			40.03	65.67	-0.98			0.50	-1.77

**Selluvillaeristeinen rakenne höyrynsululla
alapuoli**

Date	s9, RH	s11, RH	s13, RH	s29, RH	s30, RH	s9, T	s11, T	s13, T	s29, T	s30, T
8.9.2020		45.11	48.30	39.98	86.25		19.72	19.98	21.80	7.58
9.9.2020		45.17	48.22	40.00	87.01		19.77	20.01	21.90	7.27
10.9.2020		45.36	48.25	40.26	86.65		19.85	20.08	21.90	7.47
11.9.2020		45.03	47.89	39.93	84.18		19.82	20.07	21.89	7.67
12.9.2020		43.31	46.10	38.22	84.77		19.70	19.96	21.80	7.50
13.9.2020		40.66	43.58	35.71	83.96		19.48	19.76	21.57	7.61
14.9.2020		40.36	43.26	35.71	84.73		19.40	19.69	21.41	7.47
15.9.2020		40.60	43.08	36.20	85.30		19.69	19.93	21.47	9.51
16.9.2020		40.01	42.70	35.51	84.80		19.52	19.78	21.46	7.65
17.9.2020			40.35	32.99	85.29			18.59	21.13	7.67
18.9.2020			48.01	40.62	86.22			19.56	21.53	7.70
19.9.2020			49.31	42.27	86.05			19.84	21.57	7.69
20.9.2020			50.65	43.59	84.78			19.92	21.63	7.95
21.9.2020			52.34	45.16	86.76			19.89	21.61	6.77
22.9.2020			53.27	45.29	90.29			19.52	21.54	3.42
23.9.2020			54.14	46.06	90.31			19.50	21.54	3.40
24.9.2020			54.10	45.86	89.03			19.48	21.55	3.38
25.9.2020			56.30	47.60	88.86			19.28	21.52	3.24
26.9.2020			55.59	46.89	89.53			19.35	21.50	3.25
27.9.2020			53.76	44.69	80.82			19.11	21.42	3.23
28.9.2020			54.66	45.67	78.46			19.10	21.40	3.30
29.9.2020			54.05	44.77	77.16			19.06	21.39	3.30
30.9.2020			51.99	42.71	75.26			18.99	21.35	3.30
1.10.2020			51.31	42.20	75.00			19.01	21.40	3.30
2.10.2020			52.72	44.01	75.29			19.10	21.40	3.30
3.10.2020			53.40	44.54	76.45			19.10	21.40	3.30
4.10.2020			50.44	41.73	74.00			17.60	19.78	1.42
5.10.2020			47.20	38.48	72.56			16.20	18.51	0.20
6.10.2020			51.28	43.37	75.36			16.36	18.58	0.22
7.10.2020			54.14	45.91	76.15			16.38	18.61	0.23
8.10.2020			55.32	46.96	77.07			16.40	18.64	0.22
9.10.2020			55.93	47.49	77.42			16.43	18.67	0.24

10.10.2020			56.66	48.11	77.90			16.45	18.72	0.23
11.10.2020			57.07	48.49	77.73			16.45	18.74	0.23
12.10.2020			58.63	50.13	79.35			16.50	18.76	0.27
13.10.2020			57.42	48.51	77.98			16.46	18.74	0.28
14.10.2020			56.14	47.19	76.22			16.42	18.70	0.28
15.10.2020			56.84	48.07	76.11			16.47	18.75	0.29
16.10.2020			57.60	48.84	76.48			16.54	18.79	0.30
17.10.2020				59.84	78.57				17.18	-0.70
18.10.2020				63.48	78.14				17.22	-0.70
19.10.2020				64.80	77.36				17.13	-0.69
20.10.2020				61.76	75.73				17.05	-0.65
21.10.2020				65.42	76.12				17.10	-0.63
22.10.2020				67.08	75.59				17.10	-0.60
23.10.2020				66.00	74.06				17.10	-0.60
24.10.2020				66.06	72.67				17.10	-0.60
25.10.2020				66.11	72.34				17.08	-0.61
26.10.2020				66.94	72.03				17.02	-0.71
27.10.2020				66.36	71.73				16.97	-0.71
28.10.2020				66.48	71.64				17.01	-0.70
29.10.2020				67.33	71.67				17.05	-0.70
30.10.2020				68.76	71.64				17.13	-0.70
31.10.2020				66.92	70.74				17.07	-0.70
1.11.2020				68.61	71.72				17.12	-0.81
2.11.2020				69.98	72.77				17.19	-0.83
3.11.2020				68.77	71.49				17.13	-0.73
4.11.2020				69.28	71.05				17.13	-0.68
5.11.2020				69.86	71.19				17.18	-0.68
6.11.2020				69.77	70.81				17.19	-0.70
7.11.2020				69.73	70.03				17.12	-0.71
8.11.2020				69.36	69.01				17.19	-0.74
9.11.2020				68.71	68.47				17.27	-0.79
10.11.2020				61.41	68.49				14.36	-0.83
11.11.2020				40.35	67.94				8.76	-0.82
12.11.2020				37.67	67.93				9.27	-0.82
13.11.2020				32.79	67.26				9.47	-0.76
14.11.2020				30.95	66.75				9.48	-0.73
15.11.2020				31.61	66.43				9.49	-0.70
16.11.2020				34.75	66.22				9.57	-0.70
17.11.2020				35.91	66.23				9.60	-0.68
18.11.2020				36.80	66.04				9.64	-0.70
19.11.2020				39.30	66.15				9.72	-0.70
20.11.2020				45.57	67.13				5.98	-0.98
21.11.2020				42.24	66.87				-0.21	-1.73
22.11.2020				40.52	66.59				0.15	-1.76
23.11.2020				38.07	66.62				0.40	-1.77
24.11.2020				35.05	66.26				0.39	-1.76
25.11.2020				35.95	65.84				0.42	-1.77
26.11.2020				40.03	65.67				0.50	-1.77

**Lasivillaeristeinen rakenne ilman-
sululla yläpuoli**

Date	s14, RH	s19, RH	s21, RH	s29, RH	s30, RH	s14, T	s19, T	s21, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	68.62	47.36	46.58	39.98	86.25	11.42	20.58	20.51	21.80	7.58
9.9.2020	69.21	46.80	45.91	40.00	87.01	11.28	20.63	20.59	21.90	7.27
10.9.2020	69.68	46.50	45.52	40.26	86.65	11.34	20.69	20.65	21.90	7.47
11.9.2020	69.82	46.20	45.19	39.93	84.18	11.21	20.64	20.60	21.89	7.67
12.9.2020	69.45	45.08	44.05	38.22	84.77	11.08	20.53	20.51	21.80	7.50
13.9.2020	68.47	43.64	42.60	35.71	83.96	10.99	20.34	20.32	21.57	7.61
14.9.2020	67.75	43.00	41.94	35.71	84.73	10.95	20.28	20.21	21.41	7.47
15.9.2020	67.27	44.01	42.57	36.20	85.30	12.69	20.49	20.42	21.47	9.51
16.9.2020	66.65	42.32	41.23	35.51	84.80	11.18	20.35	20.31	21.46	7.65
17.9.2020	68.06	38.07	36.69	32.99	85.29	38.86	19.87	19.85	21.13	7.67
18.9.2020	67.88	42.82	41.11	40.62	86.22	38.68	20.47	20.44	21.53	7.70
19.9.2020	67.71	44.54	42.82	42.27	86.05	38.49	20.56	20.53	21.57	7.69
20.9.2020	67.54	45.67	43.94	43.59	84.78	38.31	20.62	20.60	21.63	7.95
21.9.2020	67.37	46.72	45.02	45.16	86.76	38.12	20.63	20.58	21.61	6.77
22.9.2020	67.20	46.14	44.48	45.29	90.29	37.94	20.26	20.24	21.54	3.42
23.9.2020	67.03	46.82	45.09	46.06	90.31	37.76	20.25	20.24	21.54	3.40
24.9.2020	66.86	46.98	45.30	45.86	89.03	37.57	20.20	20.20	21.55	3.38
25.9.2020	66.35	48.43	47.14	47.60	88.86	37.02	19.99	20.00	21.52	3.24
26.9.2020	66.18	48.50	46.70	46.89	89.53	36.84	20.06	20.07	21.50	3.25
27.9.2020	66.00	46.53	45.56	44.69	80.82	36.65	19.62	19.70	21.42	3.23
28.9.2020	65.83	45.96	45.42	45.67	78.46	36.47	19.55	19.65	21.40	3.30
29.9.2020	65.66	45.74	45.15	44.77	77.16	36.28	19.52	19.62	21.39	3.30
30.9.2020	65.49	44.76	44.15	42.71	75.26	36.10	19.40	19.50	21.35	3.30
1.10.2020	65.32	44.15	43.53	42.20	75.00	35.92	19.43	19.52	21.40	3.30
2.10.2020	65.15	44.22	43.76	44.01	75.29	35.73	19.50	19.60	21.40	3.30
3.10.2020	64.98	44.65	44.24	44.54	76.45	35.55	19.50	19.59	21.40	3.30
4.10.2020	64.81	43.31	42.40	41.73	74.00	35.36	18.08	18.19	19.78	1.42
5.10.2020	64.64	41.20	40.32	38.48	72.56	35.18	16.62	16.75	18.51	0.20
6.10.2020	64.47	41.92	41.43	43.37	75.36	35.00	16.75	16.87	18.58	0.22
7.10.2020	64.30	43.51	43.04	45.91	76.15	34.81	16.81	16.94	18.61	0.23
8.10.2020	64.13	44.34	43.79	46.96	77.07	34.63	16.85	16.98	18.64	0.22
9.10.2020	63.95	44.85	44.28	47.49	77.42	34.44	16.90	17.01	18.67	0.24
10.10.2020	63.78	45.32	44.69	48.11	77.90	34.26	16.95	17.06	18.72	0.23
11.10.2020	63.61	45.58	44.97	48.49	77.73	34.08	16.95	17.07	18.74	0.23
12.10.2020	63.44	46.30	45.73	50.13	79.35	33.89	17.02	17.13	18.76	0.27
13.10.2020	63.27	46.29	45.64	48.51	77.98	33.71	16.96	17.07	18.74	0.28
14.10.2020	63.10	45.78	45.12	47.19	76.22	33.53	16.89	17.00	18.70	0.28
15.10.2020	62.93	45.79	45.17	48.07	76.11	33.34	16.96	17.08	18.75	0.29
16.10.2020	62.76	46.06	45.45	48.84	76.48	33.16	17.04	17.14	18.79	0.30
17.10.2020	60.71	45.62	43.63	59.84	78.57	30.95	16.01	16.09	17.18	-0.70
18.10.2020	60.54	48.96	46.99	63.48	78.14	30.77	16.03	16.10	17.22	-0.70
19.10.2020	60.37	51.04	49.15	64.80	77.36	30.58	15.93	16.02	17.13	-0.69
20.10.2020	60.20	51.68	49.85	61.76	75.73	30.40	15.75	15.84	17.05	-0.65
21.10.2020	60.02	52.43	50.77	65.42	76.12	30.21	15.84	15.92	17.10	-0.63
22.10.2020	59.85	53.79	52.08	67.08	75.59	30.03	15.87	15.96	17.10	-0.60

23.10.2020	59.68	54.22	52.56	66.00	74.06	29.85	15.84	15.90	17.10	-0.60
24.10.2020	59.51	54.57	52.94	66.06	72.67	29.66	15.82	15.90	17.10	-0.60
25.10.2020	59.34	54.91	53.33	66.11	72.34	29.48	15.80	15.88	17.08	-0.61
26.10.2020	59.17	55.39	53.88	66.94	72.03	29.29	15.73	15.81	17.02	-0.71
27.10.2020	59.00	55.92	54.41	66.36	71.73	29.11	15.66	15.72	16.97	-0.71
28.10.2020	58.83	56.07	54.57	66.48	71.64	28.93	15.70	15.76	17.01	-0.70
29.10.2020	58.66	56.52	54.99	67.33	71.67	28.74	15.76	15.84	17.05	-0.70
30.10.2020	58.49	57.16	55.60	68.76	71.64	28.56	15.85	15.93	17.13	-0.70
31.10.2020	58.32	57.35	55.75	66.92	70.74	28.37	15.80	15.87	17.07	-0.70
1.11.2020	58.14	57.53	55.98	68.61	71.72	28.19	15.85	15.90	17.12	-0.81
2.11.2020	57.97	58.32	56.70	69.98	72.77	28.01	15.95	16.00	17.19	-0.83
3.11.2020	57.80	58.65	57.00	68.77	71.49	27.82	15.90	15.94	17.13	-0.73
4.11.2020	57.63	58.85	57.21	69.28	71.05	27.64	15.89	15.93	17.13	-0.68
5.11.2020	57.46	59.17	57.52	69.86	71.19	27.45	15.96	15.99	17.18	-0.68
6.11.2020	57.29	59.39	57.74	69.77	70.81	27.27	15.94	16.02	17.19	-0.70
7.11.2020	57.12	59.44	57.86	69.73	70.03	27.09	15.88	15.92	17.12	-0.71
8.11.2020	56.95	59.50	57.94	69.36	69.01	26.90	15.94	15.99	17.19	-0.74
9.11.2020	56.78	59.50	57.95	68.71	68.47	26.72	16.01	16.07	17.27	-0.79
10.11.2020	56.61	58.83	56.90	61.41	68.49	26.53	13.82	13.46	14.36	-0.83
11.11.2020	56.44	55.49	53.21	40.35	67.94	26.35	8.18	8.19	8.76	-0.82
12.11.2020	56.27	53.00	50.83	37.67	67.93	26.17	8.59	8.61	9.27	-0.82
13.11.2020	56.09	50.85	48.80	32.79	67.26	25.98	8.78	8.81	9.47	-0.76
14.11.2020	55.92	48.86	46.96	30.95	66.75	25.80	8.84	8.87	9.48	-0.73
15.11.2020	55.75	47.41	45.57	31.61	66.43	25.62	8.88	8.89	9.49	-0.70
16.11.2020	55.58	46.41	44.59	34.75	66.22	25.43	9.02	9.03	9.57	-0.70
17.11.2020	55.41	45.87	44.04	35.91	66.23	25.25	9.10	9.10	9.60	-0.68
18.11.2020	55.24	45.30	43.49	36.80	66.04	25.06	9.12	9.12	9.64	-0.70
19.11.2020	55.07	44.97	43.16	39.30	66.15	24.88	9.23	9.23	9.72	-0.70
20.11.2020	54.90	46.55	44.00	45.57	67.13	24.70	6.55	6.55	5.98	-0.98
21.11.2020	54.73	47.13	43.46	42.24	66.87	24.51	0.22	0.16	-0.21	-1.73
22.11.2020	54.56	46.30	42.83	40.52	66.59	24.33	0.52	0.45	0.15	-1.76
23.11.2020	54.39	45.42	42.04	38.07	66.62	24.14	0.73	0.70	0.40	-1.77
24.11.2020	54.21	44.12	40.70	35.05	66.26	23.96	0.74	0.72	0.39	-1.76
25.11.2020	54.04	43.24	39.75	35.95	65.84	23.78	0.85	0.82	0.42	-1.77
26.11.2020	53.87	43.92	40.52	40.03	65.67	23.59	0.95	0.91	0.50	-1.77

**Lasivillaeristeinen rakenne ilman-
sululla alapuoli**

Date	s18, RH	s20, RH	s22, RH	s29, RH	s30, RH	s18, T	s20, T	s22, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	66.68	46.45	46.39	39.98	86.25	12.05	19.30	19.46	21.80	7.58
9.9.2020	67.93	46.51	46.45	40.00	87.01	11.86	19.35	19.48	21.90	7.27
10.9.2020	68.91	46.67	46.59	40.26	86.65	11.93	19.40	19.57	21.90	7.47
11.9.2020	69.37	46.31	46.21	39.93	84.18	11.80	19.41	19.55	21.89	7.67
12.9.2020	68.75	44.60	44.39	38.22	84.77	11.63	19.29	19.44	21.80	7.50
13.9.2020	67.07	42.07	41.73	35.71	83.96	11.50	19.07	19.22	21.57	7.61
14.9.2020	66.37	41.96	41.67	35.71	84.73	11.47	18.95	19.09	21.41	7.47
15.9.2020	65.56	42.02	41.48	36.20	85.30	13.08	19.29	19.42	21.47	9.51
16.9.2020	65.31	41.55	41.24	35.51	84.80	11.73	19.03	19.18	21.46	7.65

17.9.2020	55.08	37.61	37.32	32.99	85.29	11.98	18.81	18.89	21.13	7.67
18.9.2020	64.51	46.05	46.06	40.62	86.22	12.31	19.26	19.35	21.53	7.70
19.9.2020	68.55	47.89	47.95	42.27	86.05	12.13	19.28	19.38	21.57	7.69
20.9.2020	71.15	49.28	49.41	43.59	84.78	12.12	19.33	19.44	21.63	7.95
21.9.2020	73.80	51.00	51.17	45.16	86.76	11.71	19.26	19.38	21.61	6.77
22.9.2020	79.96	52.03	52.20	45.29	90.29	9.11	18.71	18.87	21.54	3.42
23.9.2020	83.14	52.92	53.08	46.06	90.31	9.01	18.69	18.87	21.54	3.40
24.9.2020	84.80	52.75	52.99	45.86	89.03	8.78	18.68	18.86	21.55	3.38
25.9.2020	71.50	52.89	53.79	47.60	88.86	9.00	18.69	18.83	21.52	3.24
26.9.2020	80.84	53.54	54.00	46.89	89.53	8.79	18.64	18.79	21.50	3.25
27.9.2020	80.90	49.37	50.46	44.69	80.82	7.40	18.42	18.62	21.42	3.23
28.9.2020	79.26	48.63	50.04	45.67	78.46	7.10	18.40	18.61	21.40	3.30
29.9.2020	78.75	48.46	49.83	44.77	77.16	7.08	18.38	18.58	21.39	3.30
30.9.2020	77.53	47.25	48.37	42.71	75.26	7.00	18.29	18.53	21.35	3.30
1.10.2020	76.58	46.64	47.75	42.20	75.00	7.02	18.31	18.56	21.40	3.30
2.10.2020	76.22	46.99	48.32	44.01	75.29	7.08	18.40	18.60	21.40	3.30
3.10.2020	76.62	47.52	48.92	44.54	76.45	7.15	18.40	18.60	21.40	3.30
4.10.2020	75.61	46.28	47.50	41.73	74.00	5.60	16.80	17.00	19.78	1.42
5.10.2020	73.77	43.68	44.55	38.48	72.56	4.03	15.40	15.67	18.51	0.20
6.10.2020	73.95	45.03	46.50	43.37	75.36	4.16	15.55	15.78	18.58	0.22
7.10.2020	75.53	47.11	48.91	45.91	76.15	4.20	15.60	15.81	18.61	0.23
8.10.2020	76.80	48.15	50.04	46.96	77.07	4.30	15.64	15.84	18.64	0.22
9.10.2020	77.72	48.75	50.69	47.49	77.42	4.28	15.64	15.86	18.67	0.24
10.10.2020	78.66	49.39	51.41	48.11	77.90	4.23	15.66	15.87	18.72	0.23
11.10.2020	79.32	49.72	51.75	48.49	77.73	4.21	15.67	15.89	18.74	0.23
12.10.2020	80.19	50.70	52.92	50.13	79.35	4.31	15.73	15.94	18.76	0.27
13.10.2020	80.69	50.42	52.41	48.51	77.98	4.29	15.68	15.89	18.74	0.28
14.10.2020	80.29	49.68	51.47	47.19	76.22	4.20	15.64	15.86	18.70	0.28
15.10.2020	80.04	49.90	51.84	48.07	76.11	4.22	15.70	15.92	18.75	0.29
16.10.2020	80.23	50.35	52.40	48.84	76.48	4.30	15.74	15.95	18.79	0.30
17.10.2020	84.36	59.57	64.23	59.84	78.57	4.09	14.42	14.56	17.18	-0.70
18.10.2020	85.99	62.07	67.09	63.48	78.14	4.10	14.45	14.60	17.22	-0.70
19.10.2020	87.11	63.53	68.56	64.80	77.36	3.97	14.36	14.52	17.13	-0.69
20.10.2020	86.60	61.77	66.07	61.76	75.73	3.85	14.23	14.37	17.05	-0.65
21.10.2020	86.48	63.50	68.39	65.42	76.12	4.02	14.34	14.49	17.10	-0.63
22.10.2020	87.50	65.45	70.54	67.08	75.59	4.17	14.36	14.50	17.10	-0.60
23.10.2020	87.72	65.09	69.87	66.00	74.06	4.02	14.30	14.46	17.10	-0.60
24.10.2020	88.03	65.39	70.16	66.06	72.67	3.90	14.30	14.45	17.10	-0.60
25.10.2020	88.69	65.72	70.42	66.11	72.34	3.73	14.28	14.40	17.08	-0.61
26.10.2020	89.87	66.18	70.84	66.94	72.03	3.46	14.21	14.34	17.02	-0.71
27.10.2020	91.13	66.29	70.81	66.36	71.73	3.40	14.12	14.30	16.97	-0.71
28.10.2020	91.60	66.30	70.77	66.48	71.64	3.40	14.16	14.33	17.01	-0.70
29.10.2020	92.49	67.10	71.62	67.33	71.67	3.43	14.21	14.37	17.05	-0.70
30.10.2020	93.68	68.51	73.21	68.76	71.64	3.50	14.26	14.43	17.13	-0.70
31.10.2020	94.21	67.93	72.26	66.92	70.74	3.50	14.20	14.38	17.07	-0.70
1.11.2020	94.17	68.56	73.07	68.61	71.72	3.65	14.29	14.47	17.12	-0.81
2.11.2020	94.98	70.15	74.79	69.98	72.77	3.89	14.35	14.52	17.19	-0.83
3.11.2020	95.06	69.68	74.10	68.77	71.49	3.89	14.31	14.47	17.13	-0.73
4.11.2020	94.88	69.77	74.21	69.28	71.05	3.90	14.31	14.48	17.13	-0.68

5.11.2020	95.27	70.43	74.92	69.86	71.19	3.89	14.35	14.50	17.18	-0.68
6.11.2020	95.80	70.67	75.12	69.77	70.81	3.80	14.33	14.51	17.19	-0.70
7.11.2020	95.72	70.40	74.82	69.73	70.03	3.76	14.30	14.48	17.12	-0.71
8.11.2020	95.66	70.43	74.80	69.36	69.01	3.84	14.34	14.54	17.19	-0.74
9.11.2020	95.60	70.31	74.55	68.71	68.47	3.90	14.39	14.59	17.27	-0.79
10.11.2020	92.84	64.09	66.07	61.41	68.49	3.50	12.08	12.21	14.36	-0.83
11.11.2020	76.59	46.28	44.28	40.35	67.94	1.94	7.08	7.26	8.76	-0.82
12.11.2020	70.86	43.66	41.78	37.67	67.93	2.12	7.48	7.66	9.27	-0.82
13.11.2020	67.19	39.38	36.85	32.79	67.26	2.20	7.62	7.80	9.47	-0.76
14.11.2020	64.29	37.02	34.46	30.95	66.75	2.20	7.70	7.82	9.48	-0.73
15.11.2020	62.65	36.97	34.85	31.61	66.43	2.19	7.70	7.85	9.49	-0.70
16.11.2020	62.29	39.18	37.92	34.75	66.22	2.20	7.79	7.92	9.57	-0.70
17.11.2020	62.32	40.24	39.23	35.91	66.23	2.20	7.80	7.95	9.60	-0.68
18.11.2020	62.20	40.82	40.08	36.80	66.04	2.20	7.85	8.00	9.64	-0.70
19.11.2020	62.54	42.65	42.49	39.30	66.15	2.24	7.92	8.04	9.72	-0.70
20.11.2020	62.36	45.58	45.66	45.57	67.13	1.54	4.94	4.97	5.98	-0.98
21.11.2020	58.52	42.17	40.93	42.24	66.87	-0.59	-0.37	-0.34	-0.21	-1.73
22.11.2020	57.74	40.77	39.37	40.52	66.59	-0.53	-0.07	-0.01	0.15	-1.76
23.11.2020	57.02	38.76	36.96	38.07	66.62	-0.41	0.11	0.20	0.40	-1.77
24.11.2020	55.86	36.06	33.80	35.05	66.26	-0.40	0.13	0.20	0.39	-1.76
25.11.2020	55.16	36.61	34.71	35.95	65.84	-0.34	0.21	0.26	0.42	-1.77
26.11.2020	55.48	40.04	38.89	40.03	65.67	-0.25	0.30	0.31	0.50	-1.77

**Selluvillaeristeinen rakenne ilmansululla
yläpuoli**

Date	s23, RH	s25, RH	s27, RH	s29, RH	s30, RH	s23, T	s25, T	s27, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	68.58	44.21	43.10	39.98	86.25	11.09	20.70	21.00	21.80	7.58
9.9.2020	69.75	44.19	43.08	40.00	87.01	10.91	20.75	21.01	21.90	7.27
10.9.2020	70.65	44.35	43.24	40.26	86.65	10.99	20.79	21.08	21.90	7.47
11.9.2020	71.01	44.13	42.92	39.93	84.18	10.93	20.74	21.04	21.89	7.67
12.9.2020	70.75	42.43	41.16	38.22	84.77	10.76	20.66	20.95	21.80	7.50
13.9.2020	69.53	39.86	38.46	35.71	83.96	10.70	20.48	20.78	21.57	7.61
14.9.2020	68.28	39.43	38.20	35.71	84.73	10.67	20.45	20.76	21.41	7.47
15.9.2020	68.22	39.92	38.53	36.20	85.30	12.31	20.58	20.85	21.47	9.51
16.9.2020	67.68	39.18	37.91	35.51	84.80	10.89	20.49	20.79	21.46	7.65
17.9.2020	55.80	35.02	34.96	32.99	85.29	11.15	20.31	20.51	21.13	7.67
18.9.2020	63.15	43.52	42.72	40.62	86.22	11.51	20.69	20.93	21.53	7.70
19.9.2020	67.55	45.32	44.33	42.27	86.05	11.41	20.76	21.01	21.57	7.69
20.9.2020	70.30	46.67	45.62	43.59	84.78	11.47	20.81	21.05	21.63	7.95
21.9.2020	72.79	48.21	47.18	45.16	86.76	10.91	20.78	21.03	21.61	6.77
22.9.2020	77.70	48.73	47.69	45.29	90.29	8.28	20.51	20.81	21.54	3.42
23.9.2020	80.92	49.59	48.48	46.06	90.31	8.20	20.48	20.81	21.54	3.40
24.9.2020	82.83	49.54	48.31	45.86	89.03	8.05	20.46	20.81	21.55	3.38
25.9.2020	72.51	52.10	50.69	47.60	88.86	8.01	20.30	20.70	21.52	3.24
26.9.2020	80.27	51.28	49.86	46.89	89.53	7.91	20.34	20.69	21.50	3.25
27.9.2020	81.49	49.29	48.02	44.69	80.82	6.81	19.99	20.45	21.42	3.23
28.9.2020	81.04	50.03	48.97	45.67	78.46	6.63	19.96	20.45	21.40	3.30
29.9.2020	81.04	49.36	48.08	44.77	77.16	6.63	19.91	20.40	21.39	3.30

30.9.2020	80.11	47.41	46.06	42.71	75.26	6.53	19.84	20.36	21.35	3.30
1.10.2020	79.17	46.80	45.52	42.20	75.00	6.58	19.89	20.39	21.40	3.30
2.10.2020	78.68	48.22	47.25	44.01	75.29	6.66	19.90	20.40	21.40	3.30
3.10.2020	79.18	48.86	47.79	44.54	76.45	6.68	19.90	20.40	21.40	3.30
4.10.2020	78.59	46.00	44.64	41.73	74.00	5.05	18.43	18.93	19.78	1.42
5.10.2020	76.94	42.67	41.26	38.48	72.56	3.60	17.12	17.70	18.51	0.20
6.10.2020	76.54	46.76	46.19	43.37	75.36	3.72	17.28	17.77	18.58	0.22
7.10.2020	78.20	49.43	48.70	45.91	76.15	3.81	17.30	17.81	18.61	0.23
8.10.2020	79.79	50.48	49.70	46.96	77.07	3.89	17.34	17.84	18.64	0.22
9.10.2020	80.87	51.02	50.20	47.49	77.42	3.88	17.39	17.89	18.67	0.24
10.10.2020	81.82	51.62	50.77	48.11	77.90	3.86	17.42	17.93	18.72	0.23
11.10.2020	82.50	52.00	51.17	48.49	77.73	3.84	17.42	17.93	18.74	0.23
12.10.2020	83.28	53.47	52.75	50.13	79.35	3.94	17.47	17.97	18.76	0.27
13.10.2020	83.91	52.25	51.19	48.51	77.98	3.87	17.41	17.93	18.74	0.28
14.10.2020	83.61	51.00	49.92	47.19	76.22	3.80	17.37	17.89	18.70	0.28
15.10.2020	83.24	51.67	50.74	48.07	76.11	3.83	17.44	17.97	18.75	0.29
16.10.2020	83.39	52.31	51.44	48.84	76.48	3.91	17.52	18.04	18.79	0.30
17.10.2020	82.03	58.67	60.48	59.84	78.57	3.67	16.53	16.86	17.18	-0.70
18.10.2020	84.77	63.34	64.28	63.48	78.14	3.87	16.47	16.86	17.22	-0.70
19.10.2020	86.93	65.32	65.80	64.80	77.36	4.30	16.33	16.74	17.13	-0.69
20.10.2020	87.75	63.51	63.21	61.76	75.73	4.61	16.16	16.59	17.05	-0.65
21.10.2020	88.32	66.17	66.59	65.42	76.12	4.68	16.29	16.69	17.10	-0.63
22.10.2020	89.09	68.00	68.26	67.08	75.59	4.80	16.28	16.68	17.10	-0.60
23.10.2020	89.57	67.37	67.33	66.00	74.06	4.75	16.26	16.67	17.10	-0.60
24.10.2020	89.88	67.47	67.41	66.06	72.67	4.76	16.26	16.69	17.10	-0.60
25.10.2020	90.14	67.58	67.50	66.11	72.34	4.70	16.24	16.66	17.08	-0.61
26.10.2020	90.49	68.35	68.39	66.94	72.03	4.57	16.15	16.58	17.02	-0.71
27.10.2020	91.01	68.28	68.10	66.36	71.73	4.53	16.03	16.48	16.97	-0.71
28.10.2020	91.59	68.24	68.15	66.48	71.64	4.56	16.11	16.54	17.01	-0.70
29.10.2020	92.21	68.92	68.89	67.33	71.67	4.62	16.18	16.62	17.05	-0.70
30.10.2020	92.84	70.13	70.17	68.76	71.64	4.68	16.26	16.69	17.13	-0.70
31.10.2020	93.32	68.85	68.55	66.92	70.74	4.61	16.20	16.65	17.07	-0.70
1.11.2020	93.71	69.97	70.10	68.61	71.72	4.43	16.26	16.69	17.12	-0.81
2.11.2020	94.28	71.29	71.38	69.98	72.77	4.45	16.34	16.76	17.19	-0.83
3.11.2020	94.65	70.51	70.33	68.77	71.49	4.62	16.27	16.71	17.13	-0.73
4.11.2020	94.90	70.81	70.78	69.28	71.05	4.90	16.31	16.72	17.13	-0.68
5.11.2020	95.20	71.23	71.18	69.86	71.19	5.10	16.39	16.80	17.18	-0.68
6.11.2020	95.31	71.17	71.06	69.77	70.81	5.14	16.41	16.82	17.19	-0.70
7.11.2020	95.29	71.22	71.10	69.73	70.03	5.09	16.32	16.73	17.12	-0.71
8.11.2020	95.26	70.99	70.75	69.36	69.01	5.14	16.39	16.83	17.19	-0.74
9.11.2020	95.21	70.39	70.12	68.71	68.47	5.20	16.47	16.96	17.27	-0.79
10.11.2020	94.90	67.28	65.32	61.41	68.49	4.75	14.32	14.65	14.36	-0.83
11.11.2020	91.21	48.47	42.01	40.35	67.94	2.19	8.58	9.13	8.76	-0.82
12.11.2020	86.70	43.52	38.51	37.67	67.93	2.27	9.09	9.62	9.27	-0.82
13.11.2020	81.85	38.73	33.60	32.79	67.26	2.41	9.26	9.77	9.47	-0.76
14.11.2020	77.36	36.53	31.72	30.95	66.75	2.51	9.34	9.83	9.48	-0.73
15.11.2020	73.57	36.50	32.30	31.61	66.43	2.60	9.40	9.86	9.49	-0.70
16.11.2020	70.64	38.32	35.15	34.75	66.22	2.75	9.55	9.99	9.57	-0.70
17.11.2020	68.49	39.12	36.24	35.91	66.23	2.80	9.60	10.01	9.60	-0.68

18.11.2020	66.83	39.44	37.01	36.80	66.04	2.87	9.65	10.05	9.64	-0.70
19.11.2020	65.65	41.04	39.26	39.30	66.15	2.95	9.75	10.16	9.72	-0.70
20.11.2020	64.54	44.81	44.01	45.57	67.13	2.73	7.33	7.66	5.98	-0.98
21.11.2020	61.15	45.56	43.50	42.24	66.87	-0.02	1.18	1.53	-0.21	-1.73
22.11.2020	60.41	45.61	43.06	40.52	66.59	0.02	1.46	1.82	0.15	-1.76
23.11.2020	60.00	45.13	42.24	38.07	66.62	0.10	1.69	2.03	0.40	-1.77
24.11.2020	59.44	44.13	41.26	35.05	66.26	0.02	1.65	2.04	0.39	-1.76
25.11.2020	58.90	43.18	40.83	35.95	65.84	0.10	1.76	2.15	0.42	-1.77
26.11.2020	58.37	43.27	41.33	40.03	65.67	0.10	1.86	2.24	0.50	-1.77

**Selluvillaeristeinen rakenne ilmansululla
alapuoli**

Date	s24, RH	s26, RH	s28, RH	s29, RH	s30, RH	s24, T	s26, T	s28, T	s29, T	s30, T
8.9.2020	64.70	47.45	48.52	39.98	86.25	11.61	19.23	19.48	21.80	7.58
9.9.2020	66.25	47.27	48.22	40.00	87.01	11.38	19.27	19.52	21.90	7.27
10.9.2020	67.52	47.32	48.12	40.26	86.65	11.43	19.31	19.58	21.90	7.47
11.9.2020	68.21	46.96	47.78	39.93	84.18	11.33	19.35	19.59	21.89	7.67
12.9.2020	68.53	45.82	46.72	38.22	84.77	11.16	19.25	19.49	21.80	7.50
13.9.2020	68.26	44.07	45.20	35.71	83.96	11.10	19.06	19.31	21.57	7.61
14.9.2020	67.65	43.35	44.39	35.71	84.73	11.03	18.98	19.19	21.41	7.47
15.9.2020	67.49	43.26	44.11	36.20	85.30	12.57	19.26	19.48	21.47	9.51
16.9.2020	66.78	42.93	43.93	35.51	84.80	11.25	18.99	19.24	21.46	7.65
17.9.2020	54.85	36.30	36.59	32.99	85.29	11.42	18.77	19.00	21.13	7.67
18.9.2020	60.15	43.80	43.58	40.62	86.22	11.82	19.16	19.43	21.53	7.70
19.9.2020	64.08	46.17	45.92	42.27	86.05	11.72	19.20	19.46	21.57	7.69
20.9.2020	66.38	47.36	47.13	43.59	84.78	11.75	19.31	19.55	21.63	7.95
21.9.2020	68.37	49.19	48.86	45.16	86.76	11.29	19.21	19.45	21.61	6.77
22.9.2020	71.62	48.88	48.81	45.29	90.29	8.60	18.66	18.97	21.54	3.42
23.9.2020	74.18	49.79	49.62	46.06	90.31	8.53	18.65	18.97	21.54	3.40
24.9.2020	75.60	49.88	49.85	45.86	89.03	8.40	18.70	18.99	21.55	3.38
25.9.2020	64.01	48.42	49.18	47.60	88.86	8.45	18.80	19.04	21.52	3.24
26.9.2020	71.70	50.18	50.38	46.89	89.53	8.36	18.66	18.94	21.50	3.25
27.9.2020	73.77	46.71	48.01	44.69	80.82	7.17	18.67	18.91	21.42	3.23
28.9.2020	73.21	45.74	47.50	45.67	78.46	6.95	18.70	18.94	21.40	3.30
29.9.2020	72.89	45.67	47.44	44.77	77.16	6.96	18.68	18.91	21.39	3.30
30.9.2020	72.24	44.80	46.48	42.71	75.26	6.84	18.58	18.84	21.35	3.30
1.10.2020	71.63	44.22	45.90	42.20	75.00	6.90	18.60	18.88	21.40	3.30
2.10.2020	71.16	44.32	46.13	44.01	75.29	6.97	18.69	18.90	21.40	3.30
3.10.2020	71.27	44.80	46.68	44.54	76.45	7.04	18.69	18.90	21.40	3.30
4.10.2020	70.61	43.43	45.22	41.73	74.00	5.50	17.21	17.41	19.78	1.42
5.10.2020	69.47	41.10	42.76	38.48	72.56	3.91	15.75	16.01	18.51	0.20
6.10.2020	69.27	41.75	43.73	43.37	75.36	4.05	15.89	16.14	18.58	0.22
7.10.2020	69.89	43.38	45.60	45.91	76.15	4.10	15.95	16.20	18.61	0.23
8.10.2020	70.71	44.25	46.54	46.96	77.07	4.19	15.98	16.24	18.64	0.22
9.10.2020	71.37	44.81	47.11	47.49	77.42	4.20	15.99	16.25	18.67	0.24
10.10.2020	71.99	45.29	47.63	48.11	77.90	4.13	16.03	16.27	18.72	0.23
11.10.2020	72.49	45.62	47.93	48.49	77.73	4.11	16.03	16.28	18.74	0.23
12.10.2020	72.98	46.25	48.66	50.13	79.35	4.23	16.08	16.35	18.76	0.27

13.10.2020	73.45	46.41	48.71	48.51	77.98	4.22	16.05	16.29	18.74	0.28
14.10.2020	73.37	46.03	48.26	47.19	76.22	4.13	15.97	16.25	18.70	0.28
15.10.2020	73.13	46.01	48.29	48.07	76.11	4.19	16.04	16.30	18.75	0.29
16.10.2020	73.08	46.20	48.55	48.84	76.48	4.20	16.10	16.35	18.79	0.30
17.10.2020	73.17	44.42	46.28	59.84	78.57	3.99	14.86	15.09	17.18	-0.70
18.10.2020	72.80	46.38	48.55	63.48	78.14	4.27	14.94	15.16	17.22	-0.70
19.10.2020	72.43	48.07	50.52	64.80	77.36	4.22	14.89	15.10	17.13	-0.69
20.10.2020	72.20	48.85	51.42	61.76	75.73	4.10	14.73	14.94	17.05	-0.65
21.10.2020	72.11	49.49	52.19	65.42	76.12	4.26	14.80	15.04	17.10	-0.63
22.10.2020	72.30	50.57	53.45	67.08	75.59	4.28	14.82	15.04	17.10	-0.60
23.10.2020	72.63	51.12	54.13	66.00	74.06	4.13	14.77	15.00	17.10	-0.60
24.10.2020	72.90	51.61	54.69	66.06	72.67	4.00	14.71	14.94	17.10	-0.60
25.10.2020	73.34	52.09	55.29	66.11	72.34	3.78	14.68	14.90	17.08	-0.61
26.10.2020	73.99	52.57	55.94	66.94	72.03	3.52	14.60	14.82	17.02	-0.71
27.10.2020	74.71	53.29	56.76	66.36	71.73	3.45	14.51	14.72	16.97	-0.71
28.10.2020	75.21	53.66	57.08	66.48	71.64	3.47	14.53	14.75	17.01	-0.70
29.10.2020	75.64	54.06	57.41	67.33	71.67	3.50	14.58	14.80	17.05	-0.70
30.10.2020	76.06	54.65	57.93	68.76	71.64	3.55	14.64	14.86	17.13	-0.70
31.10.2020	76.32	55.00	58.25	66.92	70.74	3.60	14.61	14.84	17.07	-0.70
1.11.2020	76.31	55.26	58.44	68.61	71.72	3.75	14.67	14.89	17.12	-0.81
2.11.2020	76.39	55.81	58.98	69.98	72.77	4.04	14.80	15.00	17.19	-0.83
3.11.2020	76.25	56.03	59.20	68.77	71.49	4.18	14.76	14.99	17.13	-0.73
4.11.2020	75.95	56.21	59.35	69.28	71.05	4.20	14.74	14.98	17.13	-0.68
5.11.2020	75.85	56.44	59.58	69.86	71.19	4.20	14.80	15.00	17.18	-0.68
6.11.2020	76.05	56.61	59.79	69.77	70.81	4.08	14.80	15.00	17.19	-0.70
7.11.2020	76.10	56.59	59.97	69.73	70.03	4.01	14.72	14.97	17.12	-0.71
8.11.2020	76.10	56.77	60.10	69.36	69.01	4.09	14.79	15.04	17.19	-0.74
9.11.2020	76.09	56.95	60.10	68.71	68.47	4.17	14.87	15.09	17.27	-0.79
10.11.2020	75.31	55.29	55.89	61.41	68.49	3.83	12.52	12.69	14.36	-0.83
11.11.2020	70.39	47.77	45.47	40.35	67.94	2.12	7.30	7.52	8.76	-0.82
12.11.2020	67.54	45.52	43.80	37.67	67.93	2.24	7.73	7.94	9.27	-0.82
13.11.2020	65.64	42.76	40.23	32.79	67.26	2.30	7.89	8.10	9.47	-0.76
14.11.2020	63.93	40.35	37.56	30.95	66.75	2.30	7.91	8.10	9.48	-0.73
15.11.2020	62.52	39.59	37.57	31.61	66.43	2.26	7.94	8.12	9.49	-0.70
16.11.2020	61.64	40.11	39.46	34.75	66.22	2.30	8.06	8.25	9.57	-0.70
17.11.2020	61.19	40.69	40.60	35.91	66.23	2.30	8.10	8.30	9.60	-0.68
18.11.2020	60.87	40.89	41.20	36.80	66.04	2.30	8.15	8.32	9.64	-0.70
19.11.2020	60.71	41.59	42.72	39.30	66.15	2.34	8.23	8.42	9.72	-0.70
20.11.2020	60.32	43.39	44.35	45.57	67.13	1.73	5.36	5.46	5.98	-0.98
21.11.2020	58.23	41.84	40.39	42.24	66.87	-0.55	-0.05	0.11	-0.21	-1.73
22.11.2020	58.01	40.64	38.98	40.52	66.59	-0.48	0.23	0.42	0.15	-1.76
23.11.2020	57.77	39.13	36.78	38.07	66.62	-0.40	0.41	0.60	0.40	-1.77
24.11.2020	57.35	36.86	33.79	35.05	66.26	-0.40	0.43	0.63	0.39	-1.76
25.11.2020	56.72	36.49	34.37	35.95	65.84	-0.31	0.56	0.74	0.42	-1.77