

Pesuhuoneen alaslasketun katon höyrynsulun tarve

LAB-ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK), Työnjohdon koulutusohjelma, tekniikan koulutusala

2021

Pasi Kallojärvi

Tiivistelmä

Tekijä(t) Kallojärvi Pasi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 23	
Työn nimi Pesuhuoneen alaslasketun katon höyrynsulun tarve		
Tutkinto Rakennusmestari (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Huhtinen Erkki, suunnitteluinsinööri, LVI-suunnittelu Huhtinen & Karjalainen Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan kosteusteknistä toimintaa ilman höyrynsulkua ja höyrynsulun asennuksen jälkeen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää myös pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan lisätuuletuksen tarvetta.</p> <p>Tutkimus toteutettiin 2019 valmistuneessa omakotitalossa kahdessa mittausjaksossa keväällä 2020. Tutkimuksesta laadittiin tutkimussuunnitelma, jonka mukaan mittauspisteistä mitattiin suhteellinen kosteus ja lämpötila. Mittausjaksojen tuloksista laadittiin tutkimusselostus, jossa analysoitiin tutkimustulos.</p> <p>Yksittäisen tutkimustuloksen perusteella pesuhuoneen alaslaskettu katto toimii kosteusteknisesti hyvin ilman lisähöyrynsulkua, eikä alaslasketun katon yläpuolinen tila tarvitse lisätuuletusta.</p>		
Asiasanat höyrynsulku, pesuhuone, alaslaskettu katto		

Abstract

Author(s) Kallojärvi, Pasi	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 23	
Title of Publication The need for a vapor barrier on the lowered suspended ceiling of the washroom		
Name of Degree Construction Manager (UAS)		
Name, title and organization of the client Huhtinen Erkki, Design Engineer, LVI-suunnittelu Huhtinen & Karjalainen Oy		
Abstract <p>In the thesis, the moisture technical functionality of the lowered suspended ceiling of the bathroom, without vapor barrier and after the installation of the vapor barrier was investigated. A study plan was drawn up for the research, according to which the investigation was performed. A study report was prepared on the results of the measurement periods, in which the study results were analyzed.</p> <p>According to an individual study, the lowered suspended ceiling works well in terms of moisture technology without vapor barrier and the space above does not need additional ventilation.</p>		
Keywords suspended ceiling, vapor barrier, bathroom		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Yleiset kosteustekniset periaatteet märkätiloissa	2
2.1	Perustietoa märkätilasta	2
2.2	Kattorakenteet	2
2.3	Alakattotilan tuuletus.....	4
2.4	Höyryn- ja ilmansulku.....	5
2.5	Kosteuslisä ja diffuusio	6
2.6	Konvektio.....	7
3	Tutkimuskohde	9
3.1	Yleistiedot	9
3.2	Pesuhuoneen rakenne.....	9
3.3	Ilmanvaihto	10
4	Tutkimussuunnitelma	11
5	Tutkimusselostus	12
6	Tutkimusmenetelmä	13
6.1	Tutkimusmenetelmä	13
6.2	1. mittausjakso 10.03—30.03.2020.....	14
6.3	2. mittausjakso 31.03—20.04.2020.....	15
7	Tutkimuskohteen mittaustulokset.....	17
8	Tutkimustulosten analysointi	20
9	Päätelmät	22
	Lähteet.....	23

Liitteet

Liite 1. Tutkimussuunnitelma

Liite 2. Tutkimusselostus

1 Johdanto

Tutkimukseni aihe jakaa mielipiteitä rakenne- ja lvi-suunnittelijoiden keskuudessa. Onko alaslaskettuun kattoon pesuhuoneissa asennettava lisähöyrinsulku? Tuulettuuko pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolinen tila lisähöyrinsulun asennuksen jälkeen tarpeeksi? Tarvitseeko pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolinen tila erillisen koneellisen ilmanvaihdon? Onko perinteisellä tavalla ilman lisähöyrinsulkua toteutettu pesuhuoneen alaslaskettu katto kosteusteknisesti toimiva?

Tutkimuksessani etsitään vastauksia näihin kysymyksiin. Tilaajana tutkimukselle toimii LVI-suunnittelu Huhtinen & Karjalainen Oy. Tutkimus rajataan yhteen yksittäiseen tutkimuskohteeseen. Tutkimuskohteeksi valittiin 2019 valmistunut uusi omakotitalo, jonka lvi-suunnittelun oli toteuttanut LVI-suunnittelu Huhtinen & Karjalainen Oy. Kohde soveltuu hyvin tutkimuskohteeksi, koska pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon ei ole asennettu höyrinsulkua, vaikka kohteeseen oli kuitenkin suunniteltu höyrinsulku. Kohteessa on koneellinen ilmanvaihto ja kohde on uusi.

Tutkimusmenetelmäksi valittiin suhteellisen kosteuden (RH %) ja lämpötilojen (°C) mittaminen eri mittauspisteistä. Tutkimuksesta laaditaan Ympäristöopas 2016 ohjeen mukainen tutkimussuunnitelma sekä tutkimusselostus, jossa analysoidaan tutkimuksen tulokset ja tehdään johtopäätökset.

2 Yleiset kosteustekniset periaatteet märkätiloissa

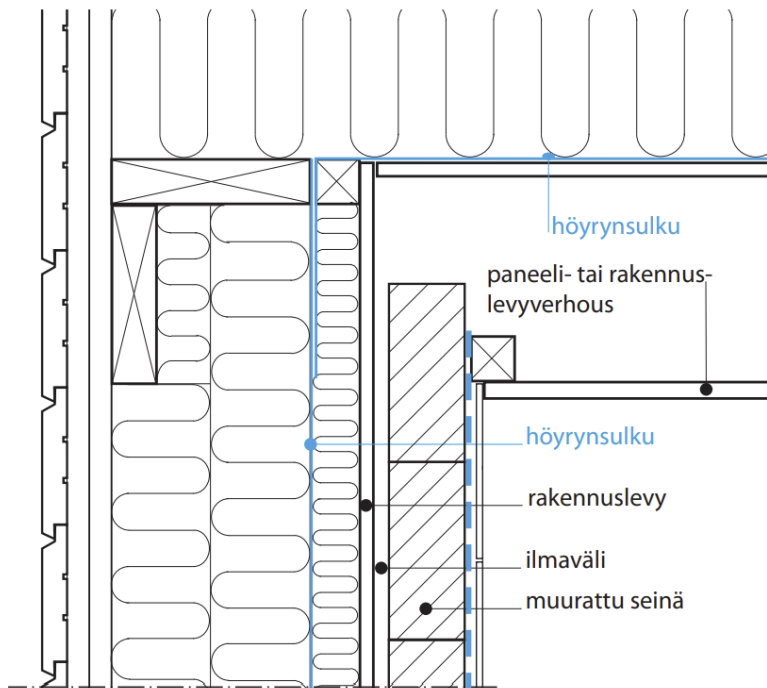
2.1 Perustietoa märkätilasta

Sisäisistä kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry tai vesi ei saa haittaa aiheuttaen kulkeutua rakenteisiin. Kastuvien pintojen rakenteiden on kestävä veden vaikutus sekä satunnaisesti kulkeutuvan kosteuden on voitava poistua rakenteista haittaa aiheuttamatta. Sisä-rakenteiden ilmanpitävyyden ja höyrytiivyyden on estettävä vesihöyryn haitallinen siirtyminen rakenteisiin. Jos yläpohjan rakenteissa on käytetty höyrynsulkua tai ilmansulkua, on läpivientien, reunojen ja saumojen oltava tiiviitä. Tuuletustilalla tai -välillä varustettu rakenne on toteuttava niin, ettei tuuletustilaan tai -väliin jää tuulettumattomia tai kokonaan suljettuja tiloja. Märkätilan vedeneristyksen on muodostettava tiivis kokonaisuus kaikilta vedeneristetyiltä pinnoiltaan. Märkätilan kattopinnoitteen on kestävä korkea suhteellista kosteutta, roiskevesiä ja kosteuden tilapäistä tiivistymistä katto pinnoille. (Ympäristöministeriön asetus 2018).

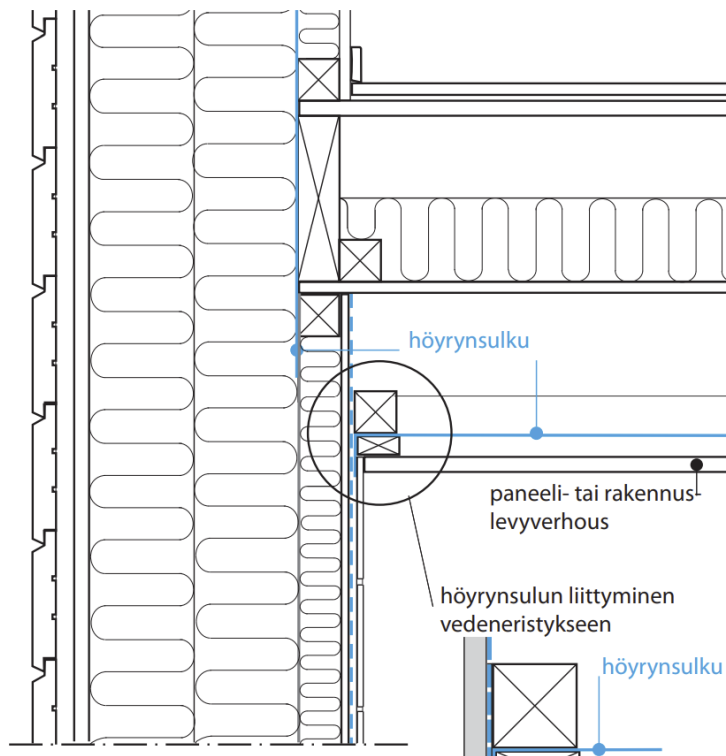
Rakennuksen vaipan liitoksineen sekä rakennuksen sisä-rakenteiden ilmanpitävyyden ja höyrytiivyyden on estettävä vesihöyryn rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta haitallinen siirtyminen rakenteisiin (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 6§).

2.2 Kattorakenteet

Märkätilojen kattorakenteen höyrynsulkuna toimii kantavarakenteinen betonivälipohja tai -yläpohja. Puurakenteisen väli- tai yläpohjan alapintaan asennetaan erillinen höyrynsulkerros (kuvat 1 ja 2). Kantavan rakenteen alapuolelle voidaan tarvittaessa tehdä putkiasennuksia varten alaslaskettu katto. Alakattotilan höyrynsulkuna toimii tällöin yleensä edellä mainitut väli- ja yläpohjarakenteet, eikä alakattoverhouksen yläpuolelle tällöin yleensä asenneta erillistä toista höyrynsulkua. (RIL 107-2012, 169.) Viimeisimmän ohjeen mukaan märkätilojen alaslasketun katon erillisen höyrynsulun tarve arvioidaan erikseen (Rakennusten kosteustekninen toimivuus, 48).



Kuva 1. Esimerkki puutalon pesuhuoneen rakenteen liittymisestä yläpohjaan (mukailtu RT 84-11166)

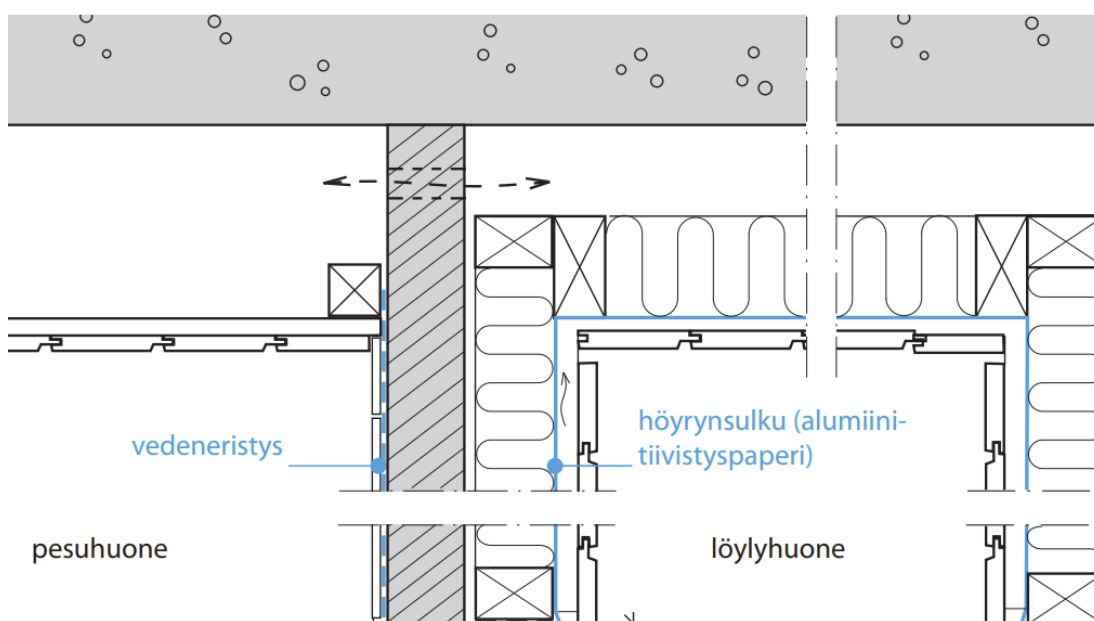


Kuva 2. Esimerkki puutalon pesuhuoneen rakenteen liittymisestä välipohjaan (mukailtu RT 84-11166)

Kuvassa 1 esitetään höyrinsulun sijainti puurakenteisen talon yläpohjassa ja kuvassa 2 höyrinsulun sijainti puurakenteisen talon välipohjassa pesuhuoneen kohdalla.

2.3 Alakattotilan tuuletus

Yleensä asuinhuoneistojen märkätilojen alakattotilat eivät tarvitse erillistä tuuletusta. Yleinen alakatonverhous on paneeli- tai levyverhous, jotka eivät muodosta diffuusio- ja ilmatii- vistä rakennetta mahdollisten valaisimien ja tarkastusluukkujen johdosta. Alakattotilojen ilman suhteellinen kosteus seuraa viiveellä märkätilojen ilman suhteellista kosteutta, mutta jää kuitenkin merkittävästi märkätilojen ilman suhteellista kosteutta alemmaksi. Alakattoti- loissa kohonneet ilman suhteelliset kosteudet laskevat nopeasti normaalille tasolle märkä- tilojen käytön jälkeen. Saunan alakattotila on yleensä kahden höyrinsulkukerroksen välissä ja se on suositeltavaa jättää avoimeksi pesuhuoneen alakattotilaan tai muihin vastaaviin tiloihin (kuva 3). Mikäli märkätilan yläpuolella on heikosti lämmöneristetty yläpohjarakenne, tai märkätila sijaitsee rakennuksen ulkonurkassa, tulee alakattotilan olla kosteudenkestävä ja tuulettaa kuivaan tilaan. Mikäli märkätilojen kosteusrasitus on enemmän kuin tavanomai- nen asuinkäyttö, tulee alakattojen rakenteet ja tuuletustarve suunnitella aina erikseen. Mi- käli alakattotilan tuuletus joudutaan toteuttamaan koneellisella ilmanvaihdolla, luotetta- vampi tapa on tuloilman puhaltaminen alakattotilaan, josta se virtaa märkätilan puolelle poistoilmanvaihdon aiheuttaman alipaineen vaikutuksesta, kuin sijoittaa poistoilmanvaihto alakattotilaan. (RIL 107-2012, 169—170.)



Kuva 3. Saunan alaslasketun katon yläpuolen tuuletus (mukailtu RT 84-11166)

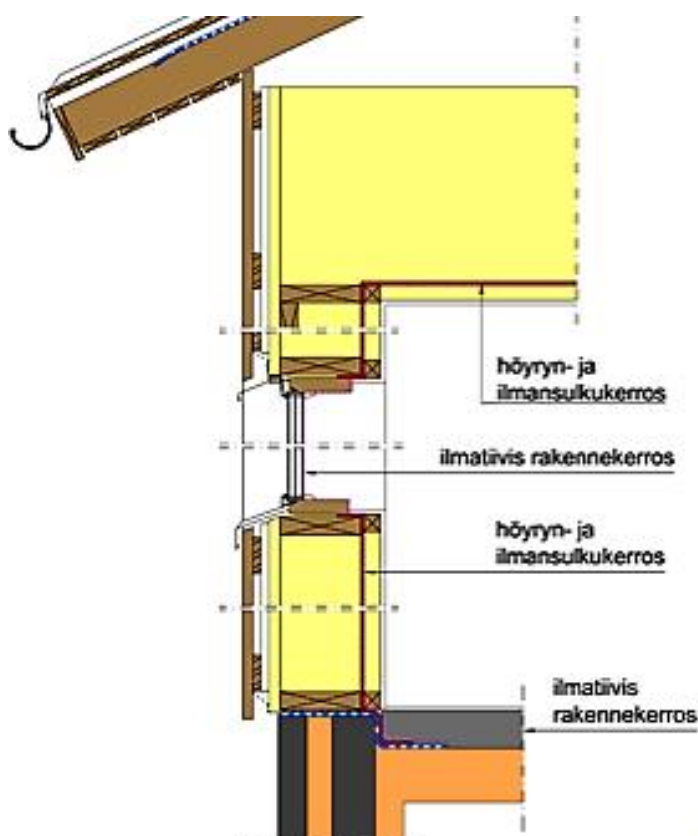
Kuvassa 3 esitetään periaate saunan alaslasketun katon yläpuolisen tilan tuuletuksen järjestämisestä.

2.4 Höyryn- ja ilmansulku

Höyrynsulun tehtävä on estää rakennuksen sisältä ulospäin tapahtuva haitallinen vesihöyryn diffuusio. Rakenteessa mikä tahansa tiivis ja yhtenäinen kerros, joka sijaitsee rakenteen lämpimällä puolella ja jolla on riittävä vesihöyrynvastus, voi toimia höyrynsulkuna. (RIL 107-2012, 27.)

Ilmansulun tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn siirtyminen konvektiona rakenteisiin ja mahdollistaa rakennuksen ilmanvaihdon säätämisen siten, että rakennus kyetään pitämään lievästi alipaineisena (RIL 107-2012, 28).

Höyryn- ja ilmansulkuna käytetään yleensä samaa ainekerrosta, puurakenteissa 0,2 mm paksua höyrynsulkukalvoa (kuva 4).



Kuva 4. Periaatekuva puurakenteisen rakennuksen rakennusosien muodostamasta höyryn- ja ilmansulkukerroksesta (mukaiiltu Rakennusten kosteustekninen toimivuus)

Betonirakenteissa betonirakenne toimii höyryn- ja ilmansulkuna. Sisäilman kosteuden aiheuttamat kosteusvauriot ovat yleensä ilmavuotojen aiheuttamia, koska kosteutta voi siirtyä rakenteisiin ilmavirtauksien mukana enemmän kuin diffuusiolla. Tästä syystä, rakenteen kosteusteknisen toiminnan kannalta, on tärkeää saada höyry- ja ilmansulun liitokset ja läpiviennit ilmatiiviiksi. Kun rakennus tehdään ilmatiiviiksi, on huolehdittava ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmavirtojen säätämisestä siten, ettei rakennukseen synny suuria yli- tai alipaineita. Ilmanvaihto on syytä säätää lievästi alipaineiseksi. (RIL 107-2012, 28.)

2.5 Kosteuslisä ja diffuusio

Rakennuksen käyttäminen ja asuminen tuottavat sisäilmaan aina lisäkosteutta. Sisäilman kosteuslisä synnyttää vesihöyrypitoisuuseron (g/m^3) sisä- ja ulkoilman välille. Sisäilman kosteuslisä pyrkii tasoittumaan rakennuksen läpi ulkoilmaan diffuusiolla, joka on sitä suurempi mitä suurempi on vesihöyrypitoisuusero sisä- ja ulkoilmassa. Sisäilman kosteuslisä on suurin talvella, koska kylmään ulkoilmaan mahtuu vähemmän kosteutta, kuin lämpimään sisäilmaan. Sisäilman kosteuslisälle on kansainvälinen SFS-EN ISO 13788 standardin mukainen luokitus, Suomessa suositellaan kosteuslisän mitoitusarvoina käyttämään kuitenkin taulukon 1 mukaisia arvoja. (RIL 107-2012, 23—24.)

Kosteusluokka	Kosteuslisän mitoitusarvo talvella ($T \leq 5 \text{ °C}$)	Rakennustyyppi ^{3), 4)}
1	$> 5 \text{ g/m}^3$ ¹⁾	Kylpylät, uimahallit, laitoskeittiöt, pesulat, panimot, kirjapainot, kasvihuoneet, kostutetut tilat, ratsastusmaneesit, maatalouden tuotantorakennukset, eläinsuojat, teollisuuden kosteusrasitetut tilat
2	5 g/m^3	Asuinrakennukset, toimisto- ja liikerakennukset, hotellit ja majoitusrakennukset, ravintolat, kokoontumis- ja juhlatilat, opetusrakennukset ja päiväkodit, sairaalat ja hoitolaitokset, museot, liikuntahallit ja -tilat, jäähallit ja jäähdytetyt liikuntatilat ^{5), 6)} , kylmä- ja pakkashuoneet ^{5), 6)} , talviasuttavat vapaa-ajan asunnot
3	3 g/m^3 ²⁾	Vapaa-ajan asunnot, puolilämpimät tai kylmillään olevat rakennukset, varastot ja säilytystilat, ajoneuvosuojat, tekniset tilat, väliaikaiset ja siirrettävät rakennukset

¹⁾ Kosteusluokan 1 rakennuskohteissa sisäilman kosteuslisä ja lämpötila on aina arvioitava kohdekohtaisesti erikseen mitoituksen yhteydessä. Kosteuslisä voi vaihdella rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen välillä $6\text{--}20 \text{ g/m}^3$.

²⁾ Kosteusluokan 3 rakennuskohteissa kosteustekninen mitoitus tehdään käyttäen talvella kosteuslisän arvoa 3 g/m^3 , ellei voida luotettavasti osoittaa, että pienempikin kosteuslisä riittää tarkasteltavassa kohteessa.

³⁾ Eri rakennustyyppeihin kuuluvia rakennuksia on lueteltu tarkemmin RakMK D3:ssa.

⁴⁾ Rakennusta suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon, että rakennuksen käyttötarkoitusta saatetaan joskus myöhemmin muuttaa, jolloin myös sen kosteusluokka voi muuttua.

⁵⁾ Jäähdytettyjen tilojen kosteusluokkaa valittaessa on otettava huomioon, että sisäilman kosteuslisä voi nousta suureksi sisätilan mahdollisten lämpötilamuutosten yhteydessä. Jäähallit ja muut jäähdytetyt liikuntatilat, joiden lämpötila nostetaan ajoittain korkeaksi ja joita käytetään ajoittain kosteusluokan 1 mukaisissa tarkoituksissa, kuuluvat kosteusluokkaan 1.

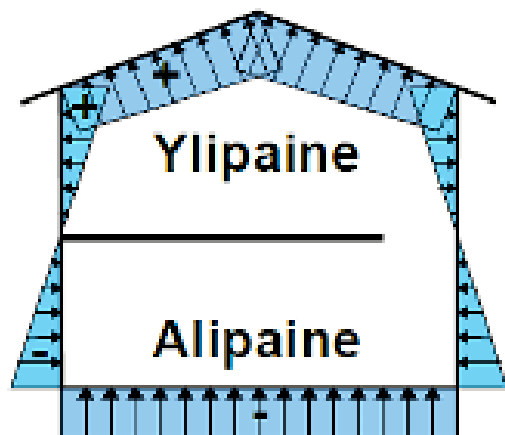
⁶⁾ Jäähdytettyjen tilojen vaipparakenteiden mitoituksessa on otettava huomioon myös ulkoa sisälle päin siirtyvä vesihöyry, joka voi aiheuttaa kosteuden kondensoitumista ja homeen kasvulle otollisia olosuhteita lähellä rakenteen sisäpintaa.

Taulukko 1. Sisäilman kosteuslisän perusteella määritettyihin kosteusluokkiin kuuluvat rakennustyypit (RIL 107-2012, 24)

Taulukossa 1 esitetään kosteusluokat ja kosteuslisän mittausarvot talvella, jotka tulee ottaa huomioon rakennusta suunniteltaessa.

2.6 Konvektio

Vesihöyry voi siirtyä rakenteeseen myös virtaavan ilman mukana eli konvektiona. Konvektion aiheuttaa rakenteen yli vaikuttava ilman paine-ero. Paine-ero syntyy lämpötilaerojen, ilmanvaihdon sekä tuulen vaikutuksesta. Talvella ulkoilma on kylmempää ja tiheämpää verrattuna sisäilmaan, tämä aiheuttaa alipainetta rakennuksen sisälle. Kesällä paine-ero toimii toisinpäin. Rakennuksen sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero vaikuttaa paine-erojakautaan siten, että rakennuksen yläosaan muodostuu ylipainetta ja alaosaan alipainetta (kuva 5). (RIL 107-2012, 26.)



Kuva 5. Esimerkki sisä- ja ulkoilman aiheuttamasta paine-erosta rakenteiden yli talvella (mukailtu RIL 107-2012)

Painovoimainen ilmanvaihto ja koneellinen poistoilmanvaihto aiheuttavat rakennuksen sisälle alipainetta. Koneellinen poistoilmanvaihto riittää saamaan rakennuksen sisätilan alipaineiseksi ulkoilmaan nähden, tällöin rakennuksen sisälle asuinkäytöstä syntynyt haitallinen kosteuslisä ei pääse siirtymään ilmavirtauksien mukana rakenteisiin. Uusissa rakennuksissa käytetään nykyisin koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtoa, joka pyritään mitoittamaan siten, että rakennuksen sisätiloihin muodostuu pieni alipaine. Puutteellisesti säädetty ilmanvaihto, jolloin tuloilmavirta on suurempi kuin poistoilmavirta, aiheuttaa ylipainetta yläpohjarakenteisiin. Liiallinen poistoilmavirran määrä muodostaa alipaineen rakennuksen alaosaan, josta voi siirtyä ilmavirran mukana sisäilmaan radonia ja mikrobeja. Alipaineen määrä sisätiloissa tulisi olla enintään noin 5 Pa. (RIL 107-2012, 27.)

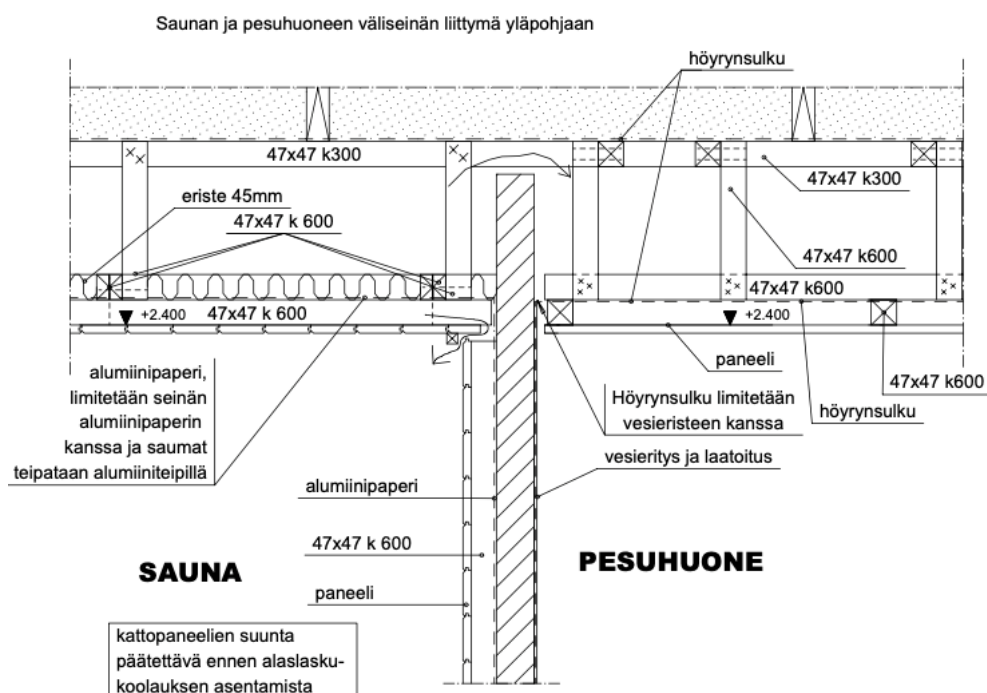
3 Tutkimuskohde

3.1 Yleistiedot

Tutkimuksen kohteena oli 2019 valmistunut yksikerroksinen puurakenteinen omakotitalo. Rakennuksen kerrosala on 166 m² ja tilavuus 622 m³. Rakennuksen ulkoseinien eristepaksuus on 250 mm ja yläpohjan 500 mm. Höyrynsulku on yhtenäinen koko rakennuksessa ja sijaitsee ulkoseinien sisäpinnasta 50 mm:n syvyydessä lämmöneristeiden välissä (kuva 4). Yläpohjassa höyrynsulku sijaitsee kattotuolin alapinnassa ja on tuettu 47*47 k 300 kattokoolauksilla. Sauna- ja pesuhuonetilat sijaitsee talon oikeassa päädyssä. Pesuhuonetilassa on myös talon toinen wc, joka on erotettu pesuhuonetilasta kiinteällä tilanjakoseinällä. (liite 2)

3.2 Pesuhuoneen rakenne

Pesuhuoneen seinät ovat 85 mm paksua ohutsaumamuurattua harkkoa. Harkkoseinän ja ulkoseinän välissä on 20 mm:n tuuletusväli. Harkkoseinän sisäpinnassa on vedeneristys ja laatoitus. Pesuhuoneen alaslasketussa katossa on kosteudenkestävällä maalilla pinnoitettu 15 mm paksu paneeli. Saunan alaslasketun katon yläpuolinen tila tuulettuu pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuoliseen 300 mm korkeaan tilaan, joka tuulettuu viereisten huoneiden (khh, mh) 47 mm korkeaan kattokoolaustilaan (kuva 6). (liite 2).

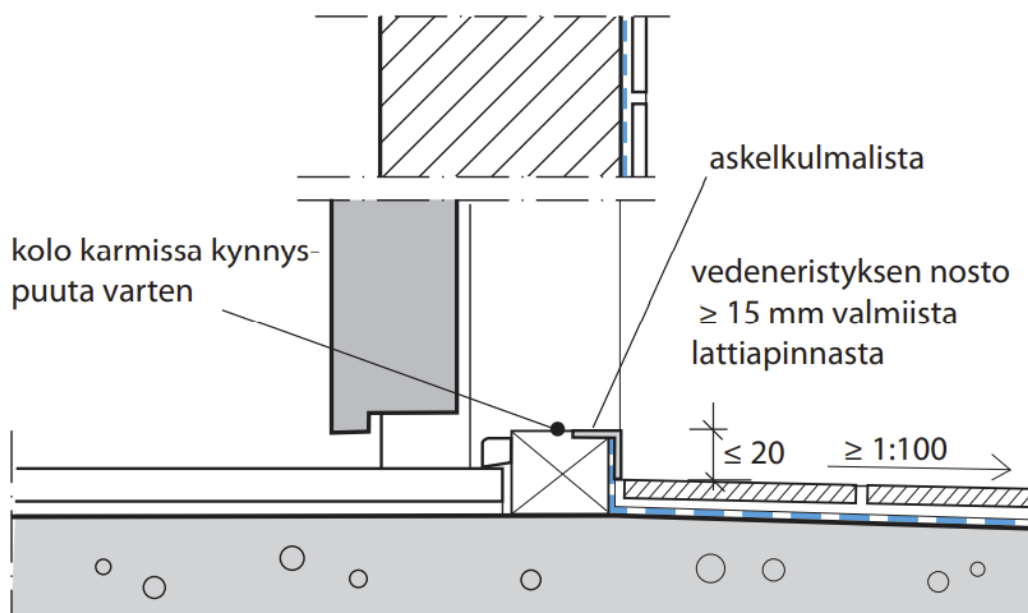


Kuva 6. Saunan alaslasketun katon ylätilan tuuletus (liite 2)

Kuvassa 6 tutkimuskohteen saunan alaslasketun katon yläpuolisen tilan suunniteltu tuuletus.

3.3 Ilmanvaihto

Rakennus on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmavaihdolla, joka on säädetty noin 3 prosenttia alipaineiseksi. Saunatilassa 100 mm tuloilmaventtiili sijaitsee kiukaan päällä ja 100 mm poistoilmaventtiili lauteiden alla. Pesuhuone- ja wc-tilassa on kaksi poistoilmaventtiiliä, 125 mm poistoilmaventtiili sijaitsee suihkutilan katossa ja 100 mm poistoilmaventtiili wc-tilan katossa. Korvausilmaa pesuhuoneeseen tulee pesuhuoneenoven alle jätetystä 20 mm korkeasta tuuletusvälistä (kuva 7). (liite 2).



Kuva 7. Tuuletusväli pesuhuoneenoven alla (mukailtu RT 84-11166)

Pesuhuoneenoven alle tulee jättää noin 20 mm:n tuuletusväli, kuten kuvassa 7.

4 Tutkimussuunnitelma

Tutkimuksesta laadittiin Ympäristöopas 2016 -ohjeen mukainen tutkimussuunnitelma, jossa esiteltiin tutkimuskohteen yleistiedot sekä tutkimussuunnitelman sisältö (liite 1). Ennen tutkimussuunnitelman laadintaa on aina tehtävä erillinen kohdekäynti. Kohdekäynti antaa yleiskuvan tutkittavasta kohteesta ja tarkentaa lähtötietoja tutkimussuunnitelman laadintaa varten. (Ympäristöopas 2016, 25.)

Tutkimussuunnitelman yleistiedoissa esitellään

- kohde
- tilaaja
- suunnitelman laatija
- lähtötietoaineisto
- kohteen kuvaus.

Tutkimussuunnitelman sisällössä esitellään

- tutkimuksen tavoite
- mittausmenetelmä ja -laite
- mittauspisteiden sijainnit tutkimuskohteessa
- suoritettavien mittauksien aikataulu
- mittaustulosten esitysmalli.

5 Tutkimusselostus

Tutkimuksesta laadittiin Ympäristöopas 2016 -ohjeen mukainen tutkimusselostus (liite 2). Tutkimusselostus laaditaan kirjallisena, ja siinä esitetään mittaustulokset sekä näistä tehtävät johtopäätökset. Tutkimusselostusraportti pitää aina sisältää havaintojen, mittausten ja analyysien tulkinnan sekä johtopäätökset mahdollisista korjaus- tai lisätutkimustarpeesta. (Ympäristöopas 2016, 91.)

Tutkimusselostuksen rakenne

- kansilehti
- tiivistelmä, suppeissa raporteissa ei tarpeen
- sisällysluettelo
- yleistiedot
- kohteen yleiskuvaus
- lähtötiedot
- tutkimusmenetelmät
- tutkimusten tulokset
- yhteenveto
- päiväys ja allekirjoitukset
- liitteet.

6 Tutkimusmenetelmä

6.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa mitattiin pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan ja sen viereisten huoneiden kattokoolaustilojen suhteellista kosteutta ja lämpötiloja. Mittaukset toteutettiin kahdessa mittausjaksossa 10.03—30.03.2020 ilman höyrynsulkua (mittausjakso 1) ja 31.03—20.04.2020 höyrynsulun asennuksen jälkeen (mittausjakso 2). Kenttätutkimuksissa käytettiin Tinytag Plus -loggereita (TGP-1500) (kuva 5), jotka mittaavat suhteellista kosteutta (RH %) ja lämpötilaa (°C). Kuusi loggeria ohjelmoitiin mittaamaan suhteellista kosteutta ja lämpötilaa tunnin välein 07.03.2020 klo. 07.00 eteenpäin yhtäjaksoisesti molempien mittausjaksojen ajan. Täten toimimalla mittalaitteet sijaitsivat samoissa mittauspisteissä molempien mittausajanjaksojen ajan.

Mittauspisteiden sijainnit

- Loggeri 26 (Ulko) ulkokatoksen tolppa h= 2000 mm
- Loggeri 37 (Khh) kodinhoituhuoneen 48*48 kattokoolausta
- Loggeri 27 (Mh) makuuhuoneen 48*48 kattokoolausta
- Loggeri 12 (Ph/wc) pesuhuone/wc tilassa alaslasketun katon koolausten päällä
- Loggeri 31 (Ph) pesuhuone tilassa alaslasketun katon koolausten päällä
- Loggeri 13 (Ph seinä) pesuhuoneen seinä h=1500 mm ja seinästä irti 50 mm.

Mittaustiedoista kerättiin toisen mittausjakson päätyttyä talteen 1. mittausajankohdan ja 2. mittausajankohdan tiedostot, joista muodostettiin kaaviot sekä vesihöyrypitoisuudet Excel-ohjelman avulla. Mittaustulokset analysoitiin vertailemalla mittausjaksoista saatuja tietoja keskenään, jolloin tutkimustuloksista saatiin luotettava analyysi.



Kuva 5. Tinytag Plus -loggeri (TGP-1500) (liite 1)

Kuvassa 5 on yksi tutkimuksessa käytetyistä kuudesta mittalaitteesta.

6.2 1. mittausjakso 10.03—30.03.2020

Mittalaitteet asennettiin tutkimussuunnitelmassa (liite 1) osoitettuihin mittauspisteisiin. Ensimmäinen mittausjakso päättyi 30.03.2020 klo. 07.00, jonka jälkeen pesuhuoneen katto-paneelit purettiin (kuva 6) ja valmistauduttiin toiseen mittausjaksoon.



Kuva 6. Paneelikatton purku 30.03.2020 1. mittausjakson jälkeen (liite 2)

Kuva 6 esittää tutkimuskohteen pesuhuoneen alaslasketun katon rakenteen ilman höyrynsulkua.

6.3 2. mittausjakso 31.03—20.04.2020

Ennen toista mittausjaksoa asennettiin höyrynsulkumuovi 0,2 mm alaslasketun katon kattokoolauspuiden sisäpuolelle, joka tiivistettiin vesieristeeseen tiivistysmassalla sekä tiivistys- ja läpivientiteipillä. Läpiviennit tiivistettiin, asennettiin 48*48 koolauspuut ja asennettiin uudet paneelit pesuhuoneen kattoon (kuva 7).



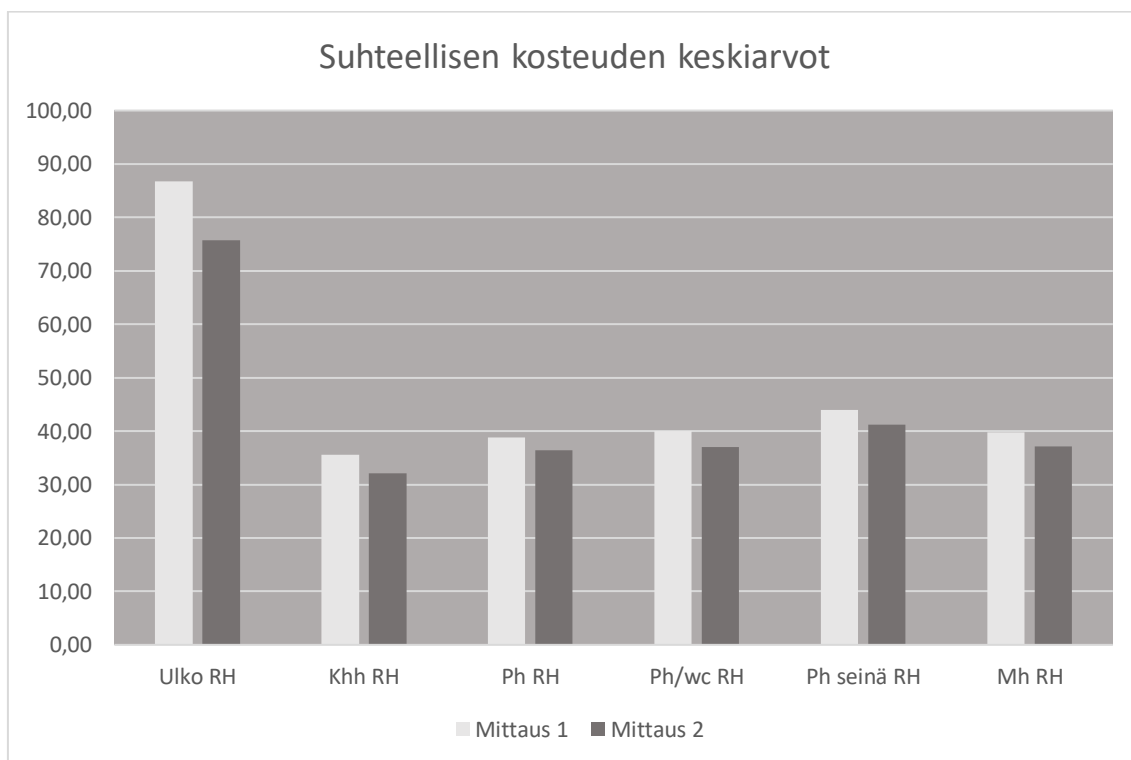
Kuva 7. Höyrynsulun ja uuden paneloinnin asennus 30.03.2020 2. mittausjaksoon (liite 2)

Kuva 7 esittää tutkimuskohteen pesuhuoneen alaslasketun katon rakenteen höyrynsulun asennuksen jälkeen.

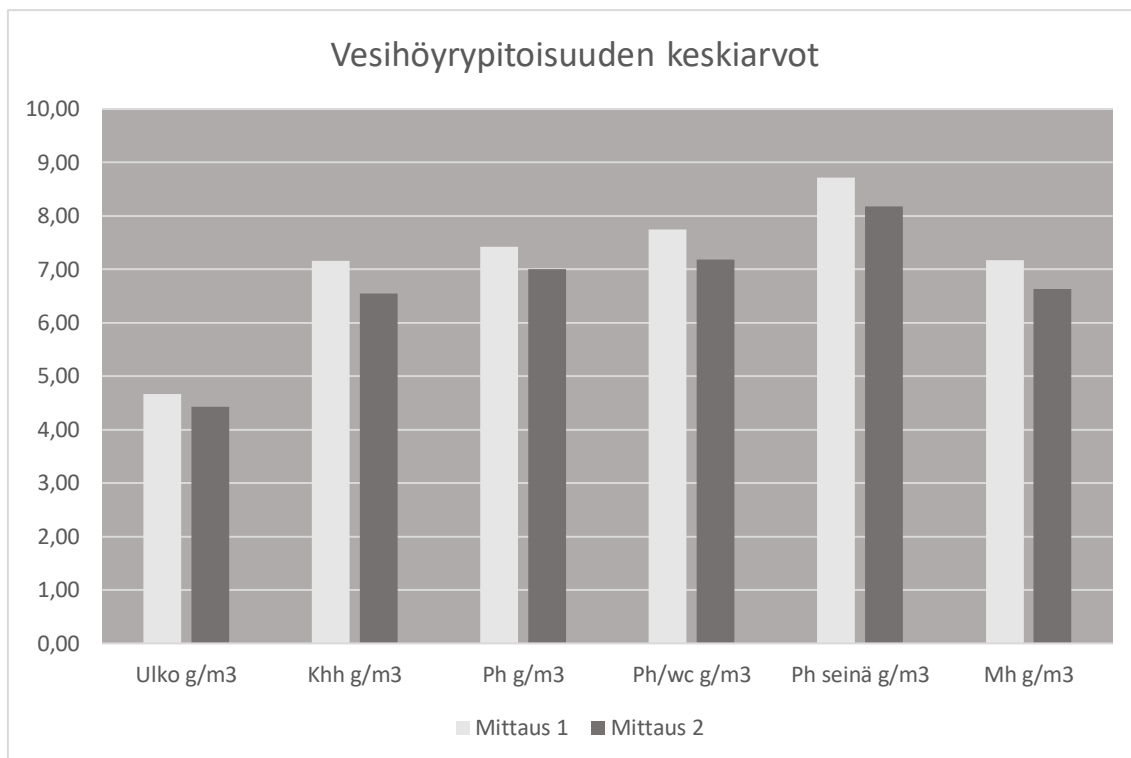
7 Tutkimuskohteen mittaustulokset

Mittauslaitteiden kalibrointi ei ollut voimassa mittausjaksoilla. Koska mittalaitteet olivat samoilla asemilla molempien mittausjaksojen ajan, voitiin tutkimus kuitenkin toteuttaa luotettavasti vertailemalla mittausjaksojen tuloksia keskenään.

Mittaustulosten keskiarvovertailussa ilman höyrynsulkua olevan pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus oli noin 3 % korkeampi, kuin höyrynsululla varustetun pesuhuoneen alaslasketun katon (kuva 8). Vesihöyrypitoisuus oli keskiarvovertailussa noin 0,4 g/m³ korkeampi ilman höyrynsulkua olevan pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisessa tilassa, kuin höyrynsululla varustetussa pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisessa tilassa (kuva 9).



Kuva 8. Mittaus 1: Katossa ei höyrynsulkua. Mittaus 2: Katossa höyrynsulku. (liite 2)

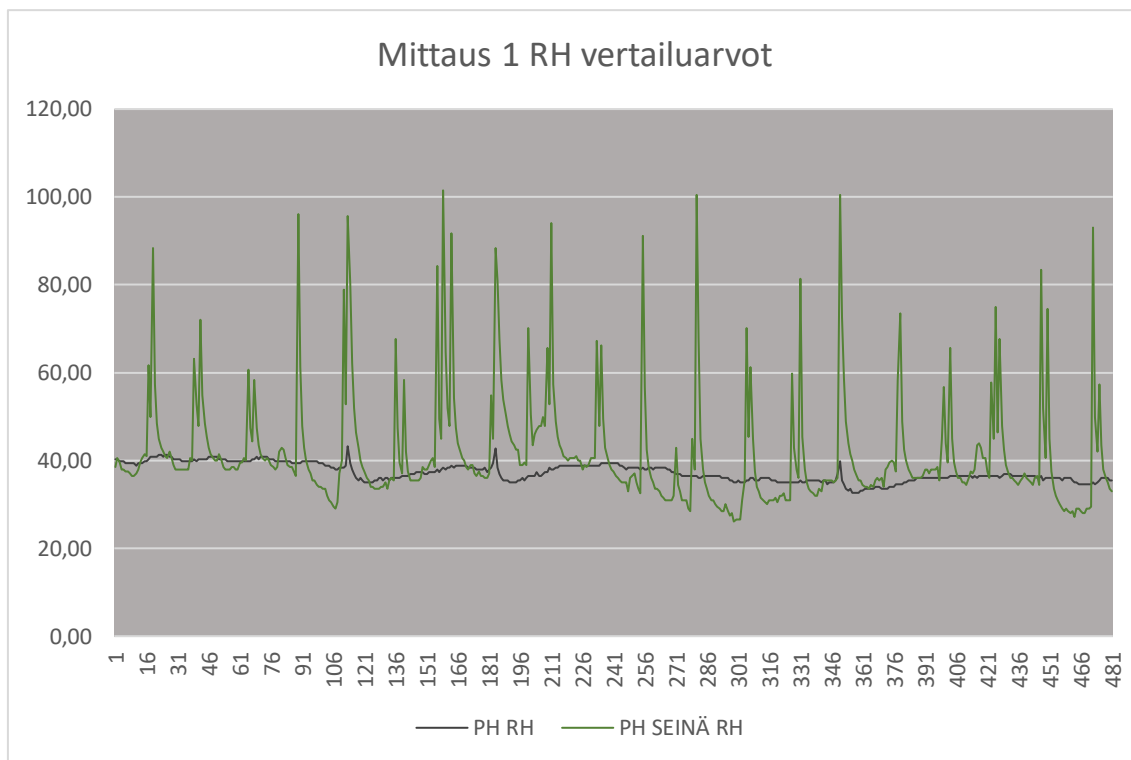


Kuva 9. Mittaus 1: Katossa ei höyrynsulkua. Mittaus 2: Katossa höyrynsulku. (liite 2)

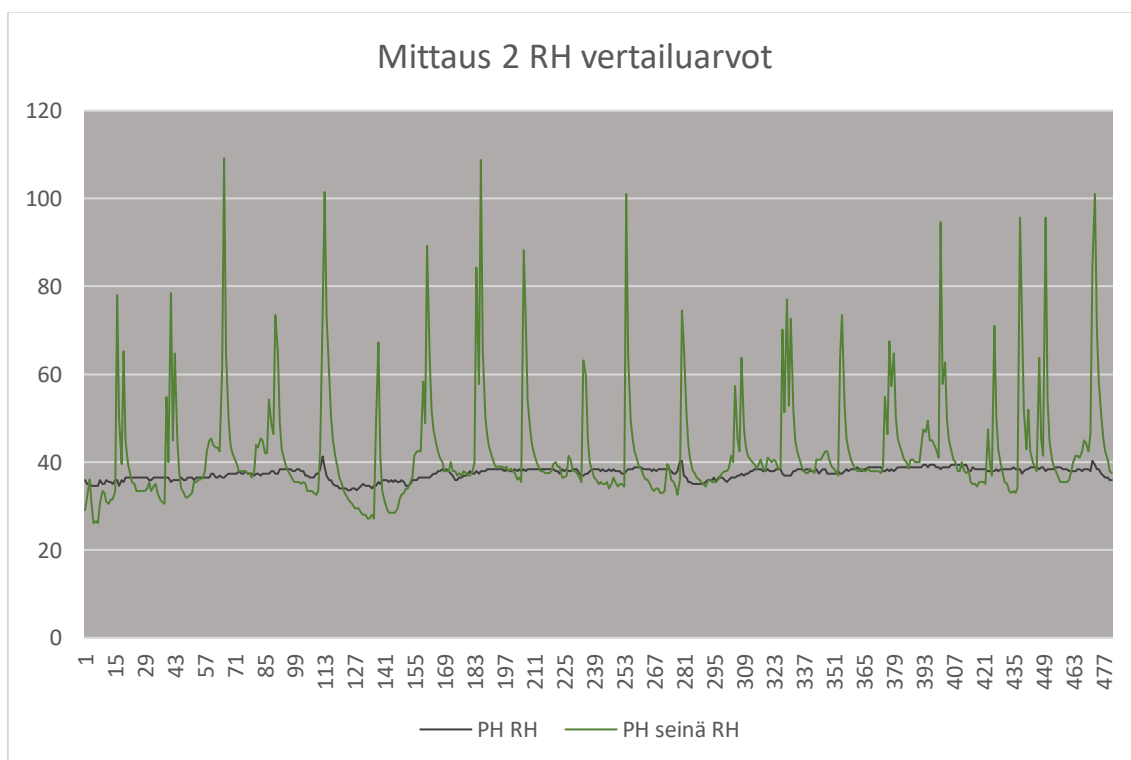
Kuvissa 8 ja 9 esitetty pylväskaavioina kahden eri mittausjakson tulosten keskiarvojen keskinäinen vertailu.

Mittaustuloksiin vaikuttaa ulkoilmasta mitatut suhteellisen kosteuden ja vesihöyrypitoisuuden arvot. Rakennuksen sisällä olevista mittauspisteistä mitatut suhteellisen kosteuden ja vesihöyrypitoisuuden arvot seuraavat molemmissa mittausjaksoissa ulkoilmasta mitattuja arvoja (liite 2). Ilman suhteellinen kosteus oli keskiarvoltaan 11 % ja vesihöyrypitoisuus 0,24 g/m³ korkeampi ensimmäisessä mittausjaksossa kuin toisessa mittausjaksossa.

Pesuhuoneen korkein suhteellisen kosteuden arvo oli molemmissa mittausjaksoissa 100 %. Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus oli korkeimmillaan ilman höyrynsulkua toteutetussa ensimmäisessä mittauksessa 43 % (kuvio 1) ja höyrynsululla toteutetussa toisessa mittauksessa 41 % (kuvio 2). Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus nousi molemmissa mittausjaksoissa pesuhuoneen käytön aikana keskimäärin noin 8 %, jonka jälkeen se laski normaaliin tilassa vallitsevaan suhteelliseen kosteuteen.



Kuvio 1. Pesuhuoneen ja pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellisen kosteuden vertailuarvot ilman höyrynsulkua



Kuvio 2. Pesuhuoneen ja pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellisen kosteuden vertailuarvot höyrynsulun asennuksen jälkeen

Kuviossa 1 ja 2 esitetty pesuhuoneen (PH Seinä) ja pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan (PH) suhteellisen kosteuden vertailu mittausjaksoissa 1 ja 2.

8 Tutkimustulosten analysointi

Tämän yksittäisen tutkimuksen perusteella ei saatu näyttöä, onko pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon asennetulla höyrynsululla merkittävää hyötyä. Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellisen kosteuden mittausravot eivät laskeneet merkittävästi höyrynsulun asennuksen jälkeisellä mittausjaksolla. Ensimmäisessä mittausjaksossa ollut paneelikatto muodosti levykattorakenteen, joka toimi eräänlaisena höyrynsulkuna. Pesuhuoneetilassa sijaitsevat kaksi poistoilmaventtiiliä pitivät pesuhuoneen alipaineisena, jolloin pesuhuoneen käytöstä johtunut kosteuslisän diffuusion vaikutus jäi lyhytaikaiseksi.

Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus nousi molemmilla mittausjaksoilla korkeimmillaan noin 43 %, lämpötilassa noin +22 °C. Alin mikrobikasvuston mahdollistava pitkäaikainen suhteellinen kosteus +22 °C lämpötilassa puulla (mänty) on 75—79 % (taulukko 1) (Ympäristöopas 2016, 133).

Materiaali	Alin mikrobikasvun mahdollistava kosteus (RH)	
	Lämpötila + 22 °C	Lämpötila + 10 °C
Puu (mänty)	75...79 %	85...90 %
Vaneri	75...79 %	75...85 %
Lastulevy	79...85 %	90...93 %
Ohut kovalevy	85...89 %	93...95 %
Märkätilan kipsilevy	89...95 %	> 95 %
Tuulensuojakipsilevy	89...95 %	> 95 %
Tervapaperi	89...95 %	> 95 %
Sementtipohjainen levy	> 95 %	> 95 %
Lasivilla	> 95 %	> 95 %
EPS-lämmöneriste	> 95 %	> 95 %

Taulukko 1. Homehtumisriskin kannalta kriittinen kosteus eri materiaaleilla kolmen kuukauden tarkastelujaksolla (Ympäristöopas 2016)

Teivainen (2011, 64—54) päätyi tutkimuksessaan samankaltaiseen tutkimustulokseen, tutkiessaan kymmenen pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan kosteusteknistä käyttäytymistä kosteus- ja lämpötilaloggereilla. Teivaisen tutkimuskohteina oli kahdeksan kerrostaloasunnon pesuhuonetta ja kaksi omakotitalon pesuhuonetta. Kerrostalon pesuhuoneista neljässä oli koneellinen poistoilmavaihto ja neljässä painovoimainen ilmanvaihto. Omakotitaloista ensimmäinen oli varustettu koneellisella poistoilmavaihdolla ja toinen koneellisella tulo- ja poistoilmavaihdolla. Yhdessäkään Teivaisen tutkimuksessa mukana olleissa pesuhuoneissa ei ollut asennettu höyrynsulkua pesuhuoneen alaslaskettuun

kattoon. Teivaisen tutkimuksen perusteella pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon ei ole tarvetta asentaa lisähöyrinsulkua. Myöskään tarvetta pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan tuuletukselle ei ole. Poikkeuksen muodostavat pesuhuoneet, joissa on painovoimainen ilmanvaihto. Tällaisissa kohteissa pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus nousi loppusyksyllä yli 65 %, ja pysyi pitkiä aikoja yli 60 % suhteellisessa kosteudessa.

9 Päätelmät

Tutkimukseni tutkimustulosten perusteella pesuhuoneen alaslasketun katon lisähöyrynsululle ei ole tarvetta. Tätä tutkimustulosta tukee myös Teivaisen tekemä tutkimus, jonka tutkimustulokset olivat samankaltaisia tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolinen tila tuulettuu hyvin eikä tarvitse erillistä koneellisesti järjestettyä ilmanvaihtoa. Nykyaikaisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustettu pesuhuone toimii kosteusteknisesti hyvin, ilman pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon asennettua lisähöyrynsulkua.

Painovoimaisella ilmanvaihdolla varustetun pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolinen tila vaatii erillisen suunnitelman. Painovoimaisen ilmanvaihdon teho perustuu rakennuksen sisätilan ja ulkoilman väliseen lämpötila ja paine-eroon. Painovoimainen ilmanvaihto ei välttämättä pysty pitämään pesuhuonetta tarpeeksi alipaineisena kaikkina vuoden aikoina, jolloin pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan tuuletus jää olemattomaksi. Tämä tulee huomioida korjausrakentamisen suunnittelussa.

Rakennesuunnittelijoiden tulisi ottaa huomioon yksittäisen rakennuksen kosteustekninen toiminta sekä rakennesuunnittelussa että toteutuksessa. Tämä johtaisi ekologisesti ajatellen kestävään tuotantoon ja hiilijalanjäljen pienentymiseen, ylimääräisen työn sekä höyrynsulkuna yleisesti käytettävän muovin vähenemisen seurauksena.

Lähteet

Pitkäranta, M. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Viitattu 15.4.2021. Saatavissa

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

RIL 107-2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 84-11166. 2014. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. Viitattu 15.4.2021. Saatavissa <https://www.rakennustieto.fi/kortistot>

Teivainen, H. 2011. Asuinhuoneistojen märkätilojen alakattotilan kosteustekninen toiminta. Itä-Suomen yliopisto. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate. Viitattu 20.4.2021. Saatavissa https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/10133/urn_isbn_978-952-61-0344-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vahanen Rakennusfysiikka Oy. Rakennusten kosteustekninen toimivuus. 2020. Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Viitattu 15.4.2021. Saatavissa https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf/323bffe4-19f4-9b97-6c59-d314db622cb4/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf?t=1603260109033

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Viitattu 11.4.2021. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Liite 1. Tutkimussuunnitelma

Tutkimussuunnitelma

Sisällys

1	Yleistiedot	26
1.1	Kohde	26
1.2	Tilaaaja	26
1.3	Suunnitelman tekijä	26
1.4	Lähtötietoaineisto.....	26
1.5	Kohteen kuvaus	26
2	Tutkimuksen sisältö	28
2.1	Mittauslaite	28
2.2	Mittauspisteet	29
2.3	Mittausjaksot.....	30
2.4	Mittaustulokset.....	30

1 Yleistiedot

1.1 Kohde

Omakotitalo, Pyhtää

1.2 Tilaaja

Lvi-suunnittelu Huhtinen & Karjalainen Oy

Lökörentie 7

49210 Huutjärvi

1.3 Suunnitelman tekijä

Pasi Kallojärvi

Rakennusmestari (AMK) Opiskelija, Rakennusalan työnjohdon koulutus

1.4 Lähtötietoaineisto

Tutkimussuunnitelmaan on ollut käytettävissä seuraava lähtöaineisto

- Rakennus on valmis ja asuinkäytössä
- Kohteessa ei ole pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon asennettu höyrynsulkumuovia
- Kohteeseen oli suunniteltu pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon höyrynsulkumuovi, jonka reunat on tiivistetty vedeneristeeseen, ilmarako ja paneeli
- Rakennuksen piirustukset

1.5 Kohteen kuvaus

Omakotitalo on 2019 valmistunut Pyhtäällä. Rakennus on yksikerroksinen puutalo, jonka kerrosala on 166 m² ja tilavuus 622 m³. Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto. Höyrynsulku on yhtenäinen koko rakennuksessa ja sijaitsee ulkoseinien sisäpinnasta 50 mm syvyydessä eristeiden välissä. Sauna ja pesuhuone tilassa sijaitsee talon toinen wc, joka on erotettu suihkutilasta lyhyellä väliseinällä. Saunan alaslaskettu katto tuulettuu pesuhuoneen ja makuuhuoneen kattokoolauksiin. Pesuhuoneen seinät on toteutettu 85 mm

paksulla ohutsaumamuuratulla harkolla. Harkkoseinän ja ulkoseinän välissä on 20 mm tuuletusväli. Pesuhuoneen seinien sisäpinnoissa on vedeneristys ja laatoitus. Pesuhuoneen alas lasketussa katossa on kosteudenkestävällä maalilla pinnoitettu 15 mm paksu paneeli, jonka yläpuolella on 300 mm korkea tila, joka tuulettuu viereisten huoneiden (khh, mh) kattokoolauksiin. Saunatilassa on yksi 100 mm tuloilma venttiili kiukaan yläpuolella ja yksi 100 mm poistolima venttiili lauteiden alla. Pesuhuone ja wc tilassa on kaksi poistoilma venttiiliä, 125 mm suihkujen yläpuolella ja 100 mm wc tilan yläpuolella. Korvausilmaa pesuhuonetiilaan tulee pesuhuoneenoven kynnyksraosta.

2 Tutkimuksen sisältö

Tutkimuksen tavoitteena on vertailla pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan vesihöyrypitoisuuksia ilman höyrynsulkumuovia ja höyrynsulkumuovin kanssa.

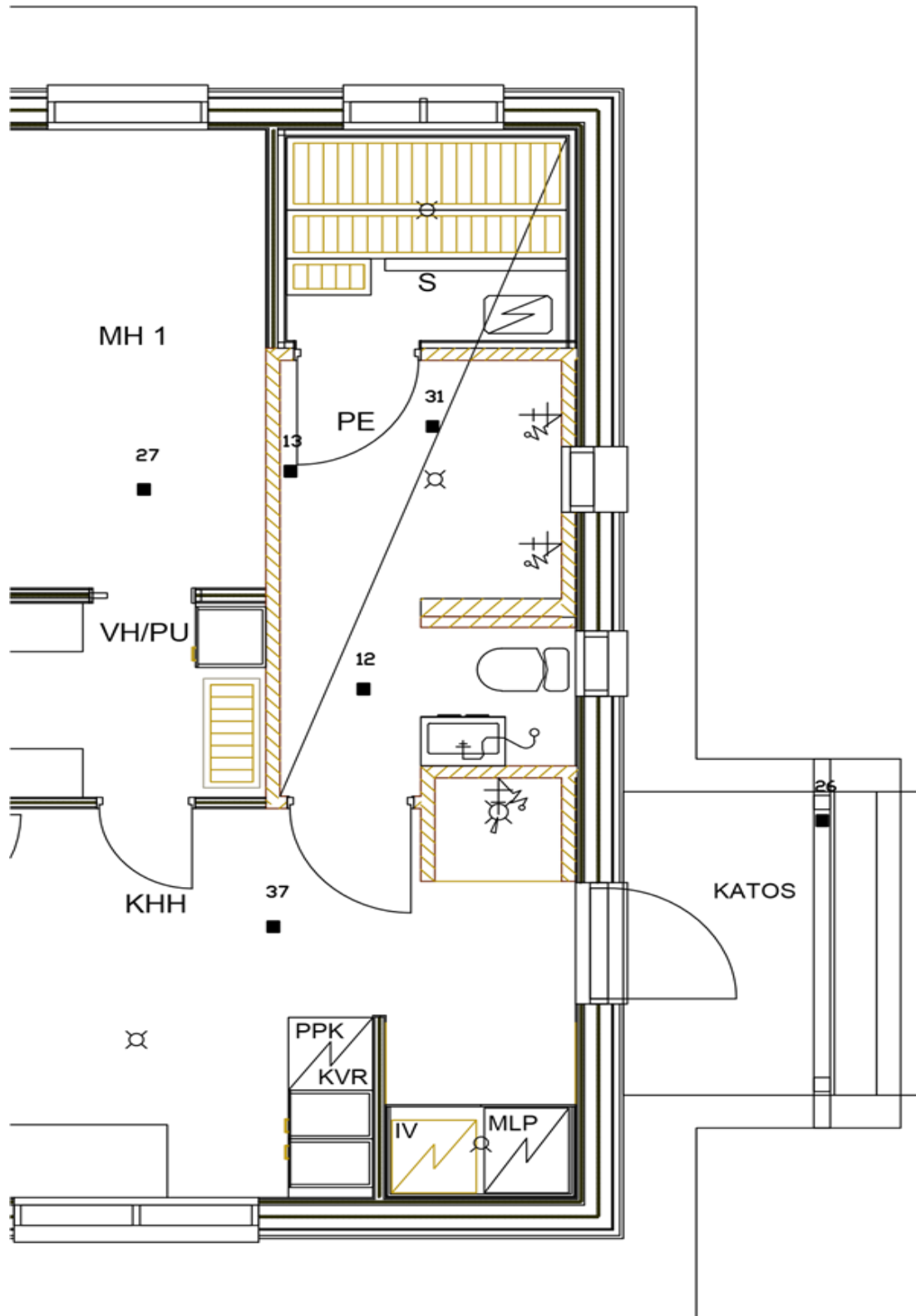
2.1 Mittauslaite

Mittauslaitteina käytetään 6 kpl Tinytag Plus (TGP-1500) -loggereita, jotka mittaavat suhteellista kosteutta (RH %) ja lämpötilaa (°C). Loggerit ohjelmoidaan tallentamaan mittausarvot tunnin välein, alkaen 10.03.2020 klo 07.00. Loggerit tulee asentaa mittauspisteisiin vuorokautta ennen mittauksen aloitusta, jotta mittalaitteet tasoittuvat mittauspisteiden lämpötiloihin. Loggereita ei poisteta mittauspisteiltä mittausjaksojen välissä.



Kuva 1. Loggeri Tinytag Plus (TGP-1500)

2.2 Mittauspisteet



Kuva 2. Loggereiden mittauspisteet

- Loggeri 26 sijoitetaan ulkokatoksen tolppaan h= 2000 mm
- Loggeri 37 sijoitetaan kodinhoituhuoneen 48*48 kattokoolaukseen led-valon asennusaukosta
- Loggeri 27 sijoitetaan makuuhuoneen 48*48 kattokoolaukseen led-valon asennusaukosta
- Loggeri 12 sijoitetaan pesuhuone/wc tilan kohdalle alaslasketun katon koolausten päälle led-valon asennusaukosta
- Loggeri 31 sijoitetaan pesuhuone tilan suihkujen kohdalle alaslasketun katon koolausten päälle led-valon asennusaukosta
- Loggeri 13 sijoitetaan pesuhuoneen seinälle h=1500 mm ja seinästä irti 50 mm

2.3 Mittausjaksot

- 1. mittausjakso suoritetaan ajalla 10.03.2020 klo 07.00—31.03.2020 klo 07.00
- 1. mittausjakson jälkeen pesuhuoneen kattopaneelit puretaan, lisätään höyrynsulkumuovi 0.2 mm, tiivistetään höyrynsulkumuovin reunat tiivistysmassalla kiinni vedeneristeseen, teipataan reunat ja läpiviennit tiivistys- ja läpivientiteipillä, asennetaan 48*48 tuuletuskoolaukset sekä uusi panelointi
- 2. mittausjakso suoritetaan ajalla 31.03.2020 klo 07.00—20.04.2020 klo 07.00
- 2. mittausjakson jälkeen loggerit poistetaan mittauspisteistä
- Pesuhuoneen alaslasketun katon mittauspisteistä loggerit poistetaan tekemällä höyrynsulkumuoviin pienet viillot, jotka paikataan loggerin poiston jälkeen tiivistys- ja läpivientiteipillä

2.4 Mittaustulokset

Mittaustuloksista laaditaan erillinen tutkimusselostus.

Kotkassa 7.3.2020

Pasi Kallojärvi

Liite 2. Tutkimusselostus

Tutkimusselostus

Omakotitalo, Pyhtää

Kosteustekninen tutkimus höyrynsulun merkityksestä pesuhuoneen alaslasketussa katossa

LAB-ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK), Rakennusalan työnjohdon koulutus

Pasi Kallojärvi

Sisällys

1	Yleistiedot	1
1.1	Tutkimuskohde	1
1.2	Tilaaaja	1
1.3	Tutkimuksen tavoite	1
1.4	Tutkimusajankohta	1
1.5	Tutkimuksen tekijä	1
2	Kohteen yleiskuvaus	2
3	Lähtötiedot	3
4	Tutkimusmenetelmät	4
4.1	1. mittausjakso 10.03 – 30.03.2020	4
4.2	2. mittausjakso 31.03 – 20.04.2020	5
5	Tutkimuksen mittaustulokset	6
5.1	1. mittausjakson suhteellinen kosteus mittauspisteissä	6
5.2	1. mittausjakson kosteussisältö mittauspisteissä	7
5.3	2. mittausjakson suhteellinen kosteus mittauspisteissä	8
5.4	2. mittausjakson kosteussisältö mittauspisteissä	9
5.5	Kodinhuoltohuoneen ja pesuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevien mittauspisteiden vertailu arvot.	10
5.6	Mittausjaksojen keskiarvojen vertailu tulokset	12
5.7	Mittaustulosten analysointi	13
6	Johtopäätökset	14
	Lähteet	15

Liitteet

Liite 1. Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja

3 Yleistiedot

3.1 Tutkimuskohde

Omakotitalo, Pyhtää

3.2 Tilaaja

LVI-suunnittelu Huhtinen & Karjalainen Oy

Lökörentie 7

49210 Huutjärvi

3.3 Tutkimuksen tavoite

Tämän yksittäisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää höyrynsulun vaikutusta pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisessa tuuletustilassa sekä tarvitseeko yläpohjan höyrynsulun ja alaslasketun katon väliin suunnitella lisäilmanvaihto. Tutkimus toteutettiin tutkimussuunnitelmassa esitetyin menetelmin.

3.4 Tutkimusajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 10.03 – 30.03.2020 ja 31.03 – 20.4.2020.

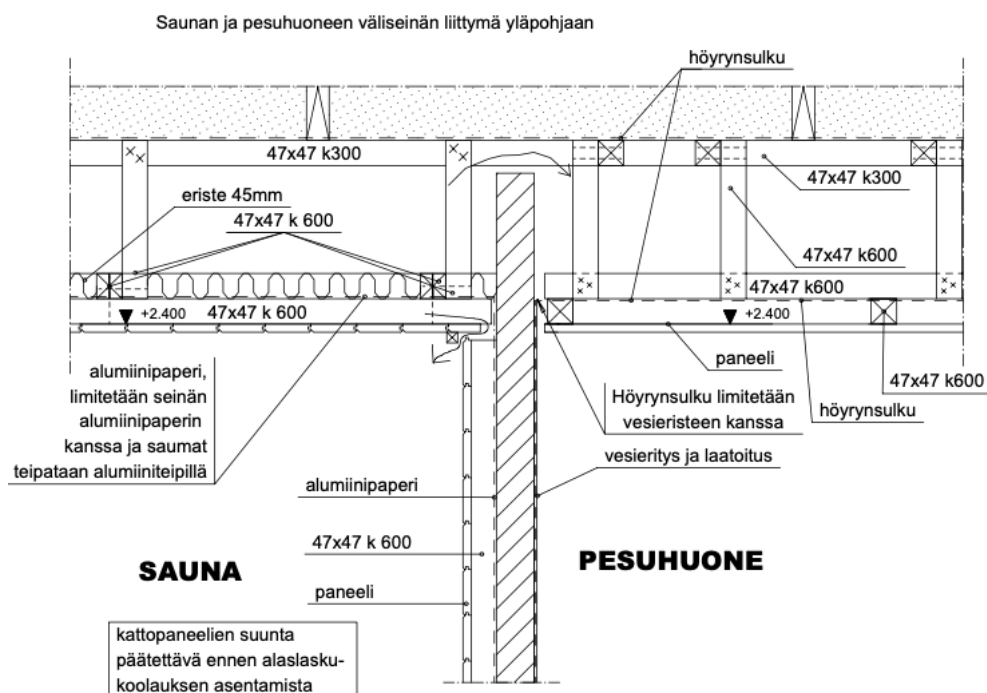
3.5 Tutkimuksen tekijä

Pasi Kallojärvi

Rakennusmestari (AMK) Opiskelija, Rakennusalan työnjohdon koulutus

4 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli 2019 valmistunut omakotitalo Pyhtäällä. Rakennus on yksikerroksinen puutalo, jonka kerrosala on 166 m² ja tilavuus 622 m³. Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto. Rakennuksen ulkoseinien eristepaksuus on 250 mm. Höyrynsulku on yhtenäinen koko rakennuksessa ja sijaitsee ulkoseinien sisäpinnasta 50 mm syvyydessä lämmöneristeiden välissä. Sauna ja pesuhuone tilassa sijaitsee talon toinen wc, joka on erotettu suihkutilasta lyhyellä väliseinällä. Saunan alaslaskettu katto tuulettuu pesuhuoneen ja makuuhuoneen kattokoolauksiin (kuva 1). Pesuhuoneen seinät on toteutettu 85 mm paksulla ohutsaumamuuratulla harkolla. Harkkoseinän ja ulkoseinän välissä on 20 mm tuuletusväli. Pesuhuoneen seinien sisäpinnoissa on vedeneristys ja laatoitus. Pesuhuoneen alaslasketussa katossa on kosteudenkestävällä maalilla pinnoitettu 15 mm paksu paneeli, jonka yläpuolella on 300 mm korkea tila, joka tuulettuu viereisten huoneiden (khh, mh) kattokoolauksiin. Saunatilassa on yksi 100 mm tuloilma venttiili kiukaan yläpuolella ja yksi 100 mm poistolima venttiili lauteiden alla. Pesuhuone ja wc tilassa on kaksi poistoilma venttiiliä, 125 mm suihkujen yläpuolella ja 100 mm wc tilan yläpuolella. Korvausilmaa pesuhuonetiilaan tulee pesuhuoneenoven kynnystraosta.



Kuva 1. Saunan ja pesuhuoneen alaslasketun katon rakenne ja tuuletus.

5 Lähtötiedot

Tutkimusselostukseen on ollut käytettävissä seuraava lähtöaineisto:

- Rakennus on valmis ja asuinkäytössä
- Kohteessa ei ole pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon asennettu höyrynsulku-
muovia
- Kohteeseen oli suunniteltu pesuhuoneen alaslaskettuun kattoon höyrynsulku-
muovi, jonka reunat on tiivistetty vedeneristeeseen, ilmarako ja paneeli
- Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja (liite 1)
- Rakennuksen piirustukset
- Tutkimussuunnitelma (liite 2)

6 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa keskityttiin pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan ja sen viereisten huoneiden kattokoolaustilan vesihöyrypitoisuuksien mittaamiseen. Pesuhuoneen alaslasketun katon ylätila tuulettuu viereisten huoneiden kattokoolaustilaan. Kenttätutkimuksissa käytettiin Tinytag Plus (TGP-1500) -loggereita, jotka mittaavat suhteellista kosteutta (RH %) ja lämpötilaa (°C). 6 kpl loggereita ohjelmoitiin mittaamaan suhteellinen kosteus ja lämpötila tunnin välein 07.03.2020 klo. 07.00 eteenpäin. Tällöin toimimalla loggerit olivat samoilla paikoillaan molemmat mittausajanjaksot. Mittaustiedostoista poimittiin jälkikäteen talteen 1. mittausajankohta ja 2. mittausajankohta, samalla selvisi, että loggereiden kalibrointi oli vanhentunut 24.01.2020. Tutkimus päätettiin kuitenkin analysoida.

6.1 1. mittausjakso 10.03 – 30.03.2020

Kaksi loggeria asennettiin katossa sijaitsevien Led -valojen aukoista pesuhuoneen alaslasketun katon koolausten päälle, sekä kaksi loggeria viereisten huoneiden kattokoolaustilaan Led -valojen aukoista. Yksi loggeri sijoitettiin pesuhuoneen seinälle 1500 mm: in korkeudelle lattiasta ja 50 mm irti laatoitetusta seinästä ja yksi loggeri sijoitettiin ulkona sijaitsevan katoksen kannatin pilariin 2000 mm: in korkeuteen.



Kuva 2. Paneelikatton purku 30.03.2020 1. mittausjakson jälkeen.

6.2 2. mittausjakso 31.03 – 20.04.2020

Ennen toista mittausta suoritettiin kattopaneelien purkutyö, asennettiin höyrynsulkumuovi 0,2 mm alaslasku koolausten sisäpuolelle, joka tiivistettiin vesieristeeseen tiivistysmassalla sekä tiivistys- ja läpivientiteipillä, läpiviennit tiivistettiin, asennettiin 48*48 koolaustuot, asennettiin uusi panelointi pesuhuoneen kattoon.

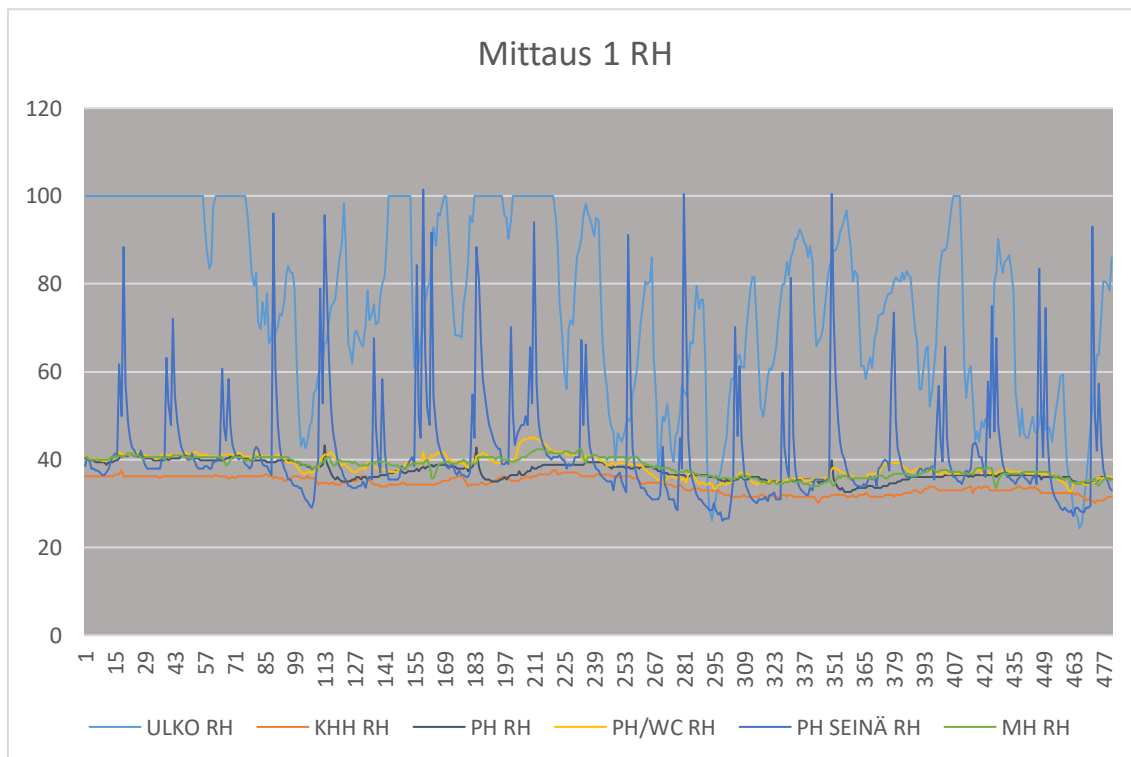


Kuva 3. Höyrynsulun asennus 30.03.2020 2. mittausjaksoon.

7 Tutkimuksen mittaustulokset

7.1 1. mittausjakson suhteellinen kosteus mittauspisteissä

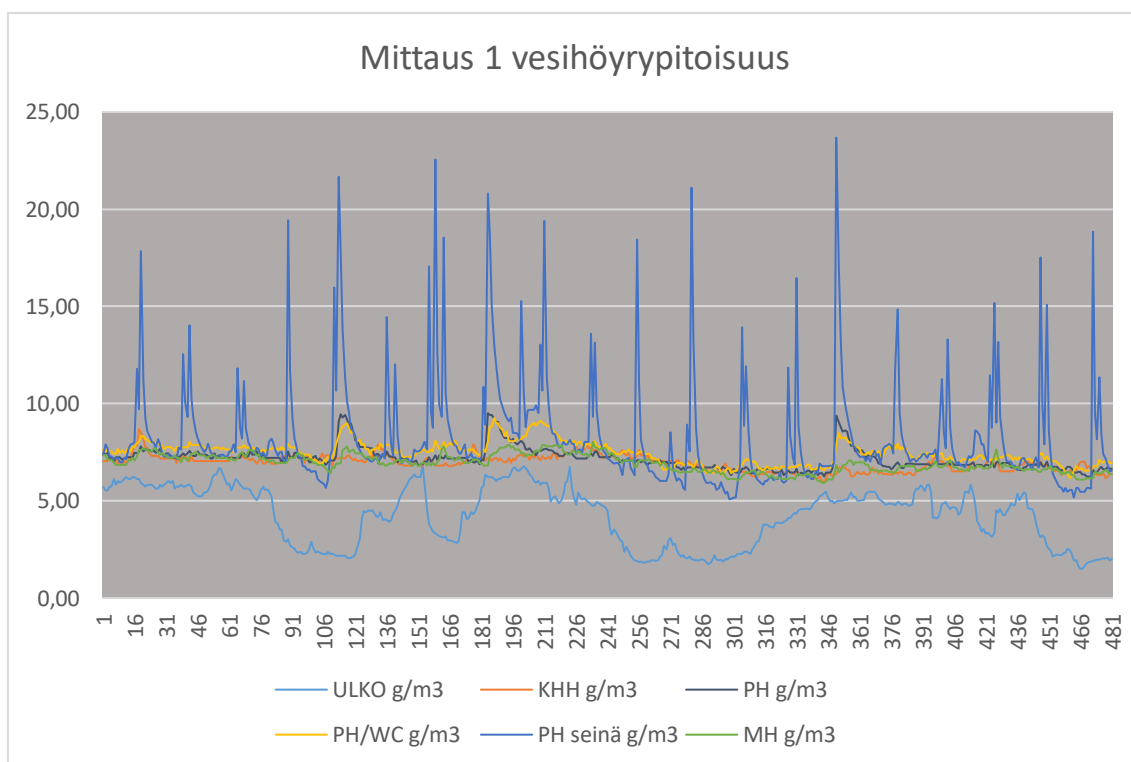
- Ulkoilman mittauspisteen (ULKO) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 43–100 %
- Kodinhoitohuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (KHH) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 34—38 %
- Pesuhuoneen suihkutilan kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 35—43 %
- Pesuhuoneen wc:n kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH/WC) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 37—42 %
- Pesuhuoneen seinällä sijaitsevan mittauspisteen (PH SEINÄ) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 29—100 %
- Makuuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (MH) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 36—41 %



Kuva 4. Pesuhuoneen alaslaskettu katto, ei höyrynsulkua. Mittausjakso 10.03.—30.03.2020

7.2 1. mittausjakson vesihöyrypitoisuus mittauspisteissä

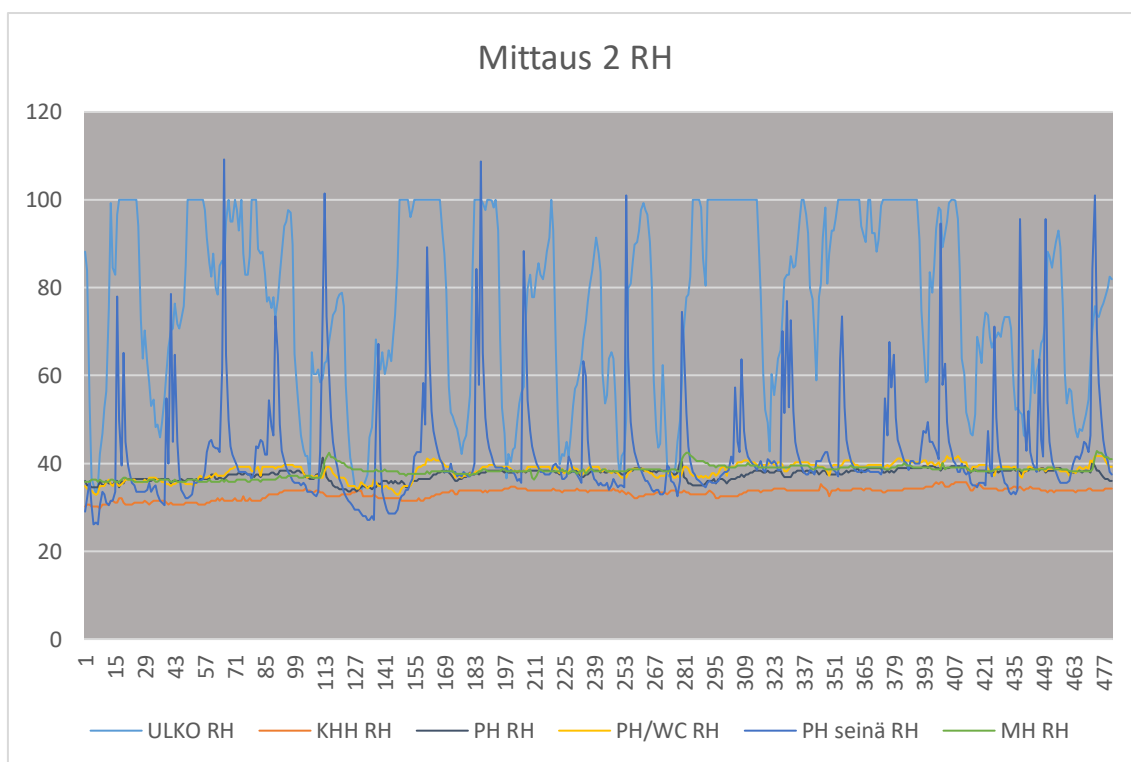
- Ulkoilman mittauspisteen (ULKO) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 2,0—6,9 g/m³
- Kodinhoitohuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (KHH) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,8—8,7 g/m³
- Pesuhuoneen suihkutilan kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,8—9,5 g/m³
- Pesuhuoneen wc:n kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH/WC) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,9—9,3 g/m³
- Pesuhuoneen seinällä sijaitsevan mittauspisteen (PH seinä) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 5,6—22,6 g/m³
- Makuuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (MH) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,4—7,8 g/m³



Kuva 5. Pesuhuoneen alaslaskettu katto, ei höyrynsulkua. Mittausjakso 10.03.—30.03.2020.

7.3 2. mittausjakson suhteellinen kosteus mittauspisteissä

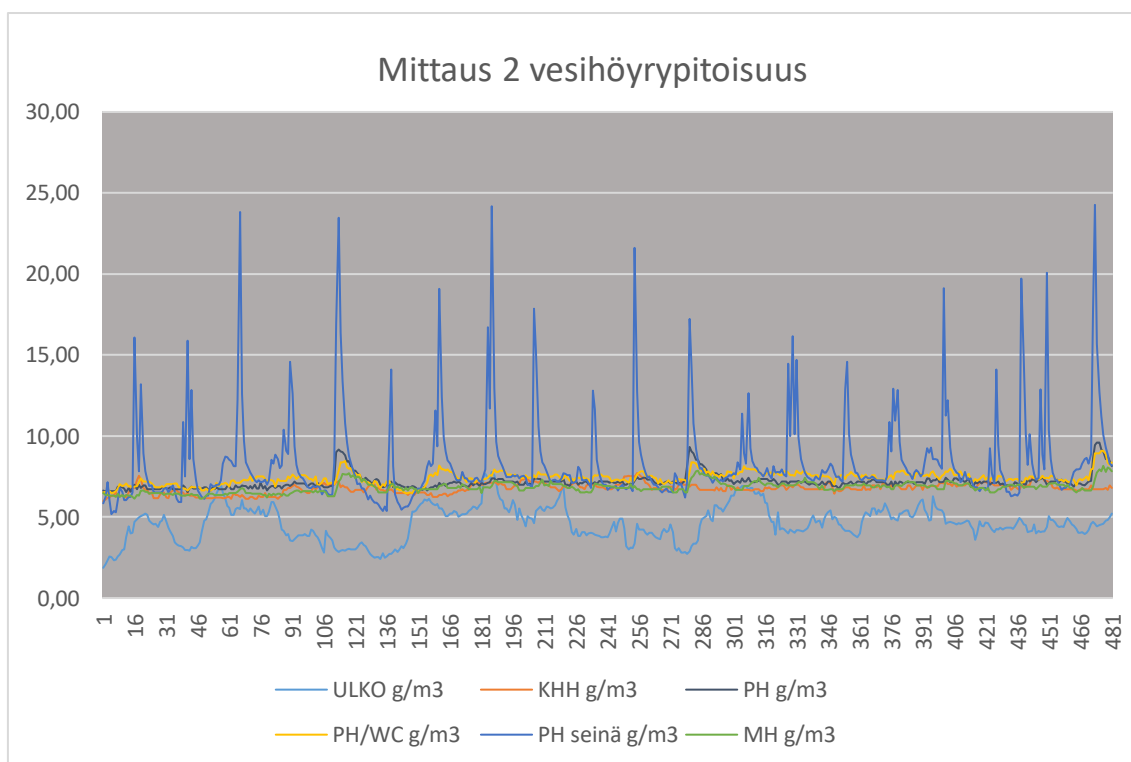
- Ulkoilman mittauspisteen (ULKO) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 32–100 %
- Kodinhoitohuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (KHH) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 30–34 %
- Pesuhuoneen suihkutilan kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 34–41 %
- Pesuhuoneen wc:n kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH/WC) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 33–41 %
- Pesuhuoneen seinällä sijaitsevan mittauspisteen (PH SEINÄ) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 26–100 %
- Makuuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (MH) suhteellinen kosteus vaihteli välillä 36–42 %



Kuva 6. Pesuhuoneen alaslaskettu katto höyrynsululla. Mittausjakso 31.03.—20.04.2020.

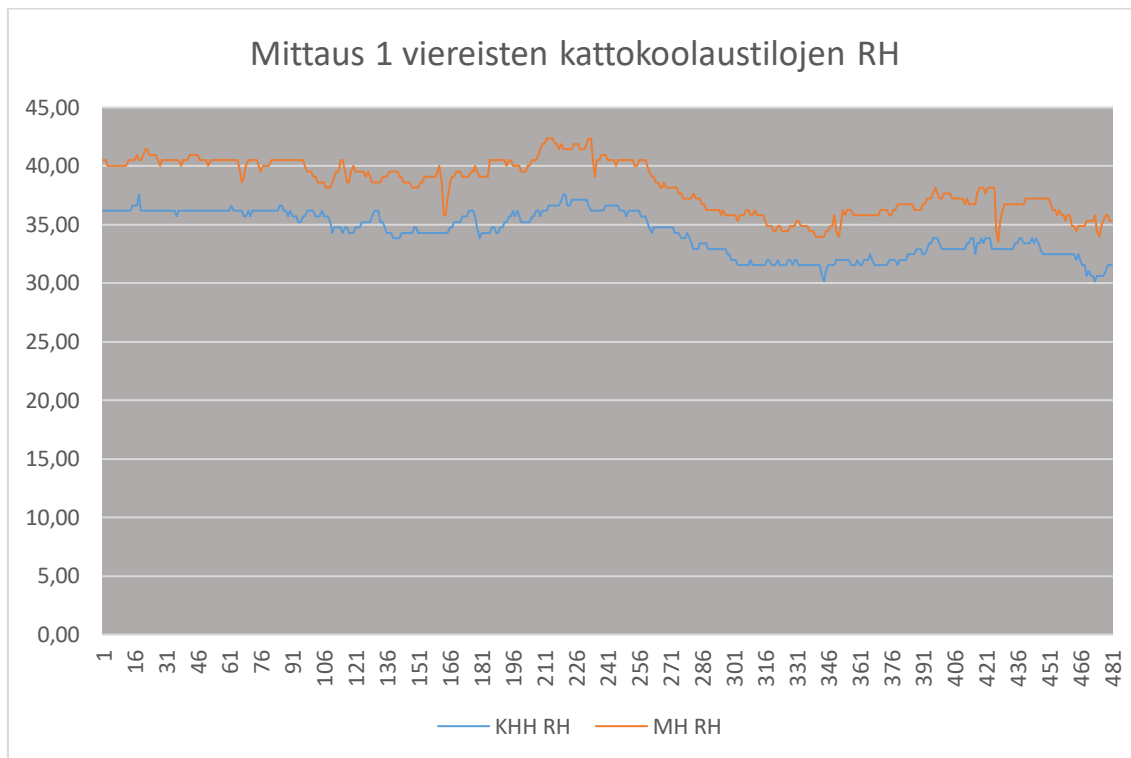
7.4 2. mittausjakson vesihöyrypitoisuus mittauspisteissä

- Ulkoilman mittauspisteen (ULKO) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 1,9—7,8 g/m³
- Kodinhoitohuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (KHH) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,0—7,5 g/m³
- Pesuhuoneen suihkutilan kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,5—9,2 g/m³
- Pesuhuoneen wc:n kohdalla alaslasketun katon koolauksen päällä sijaitsevan mittauspisteen (PH/WC) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6,5—8,4 g/m³
- Pesuhuoneen seinällä sijaitsevan mittauspisteen (PH seinä) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 5,2—24,2 g/m³
- Makuuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevan mittauspisteen (MH) vesihöyrypitoisuus vaihteli välillä 6.1—7,7 g/m³

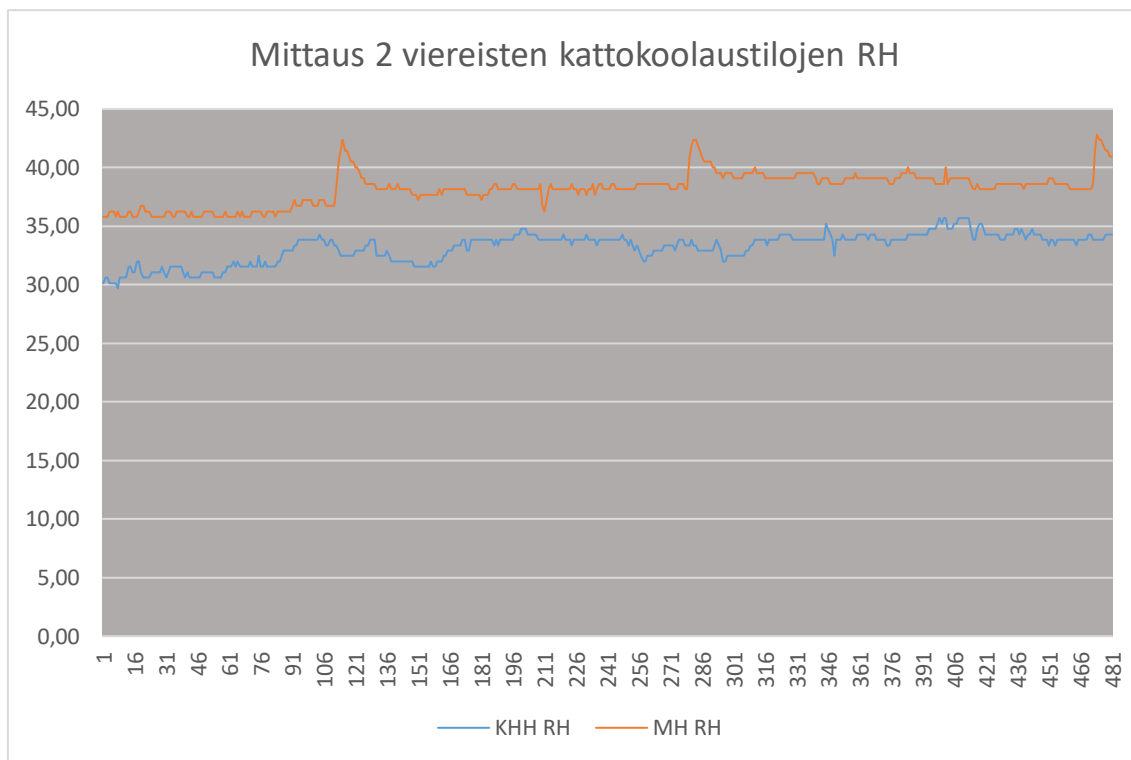


Kuva 7. Pesuhuoneen alaslaskettu katto höyrynsululla. Mittausjakso 31.03.—20.04.2020.

7.5 Kodinhoituhuoneen ja pesuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevien mittauspisteiden vertailu arvot.

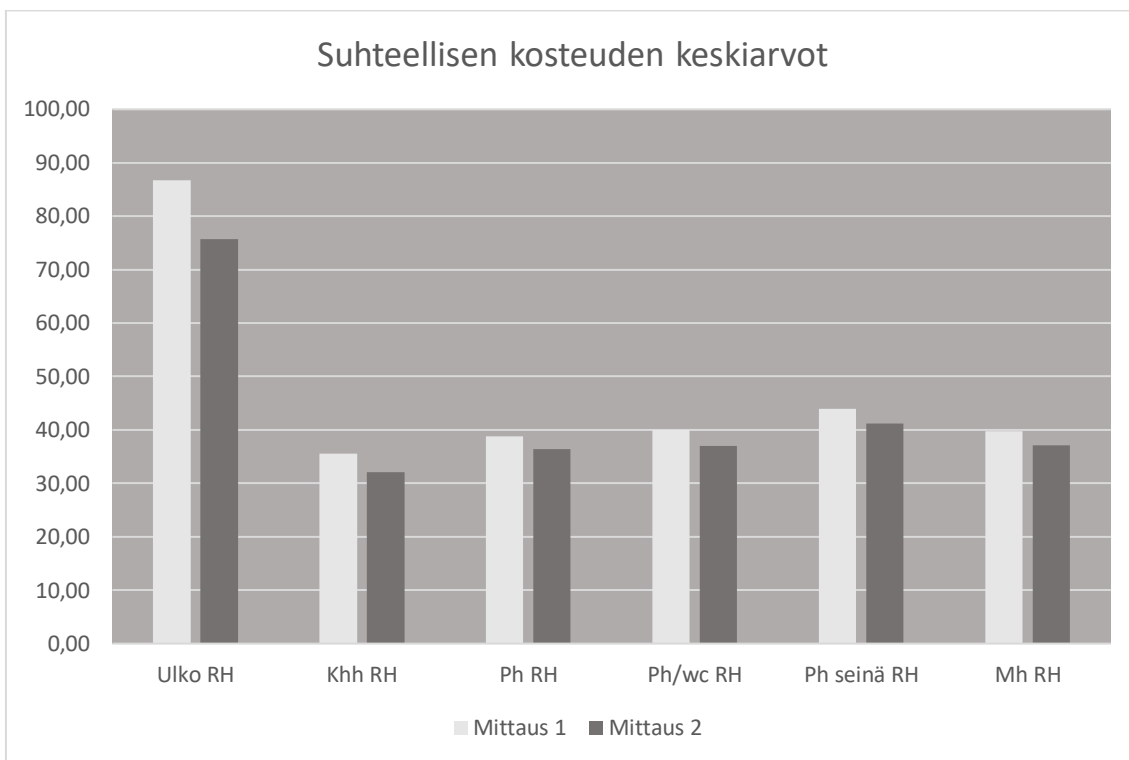


Kuva 8. Kodinhoituhuoneen ja makuuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevien mittauspisteiden suhteellisen kosteuden arvot. Mittausjakso 10.03—30.03.2020.

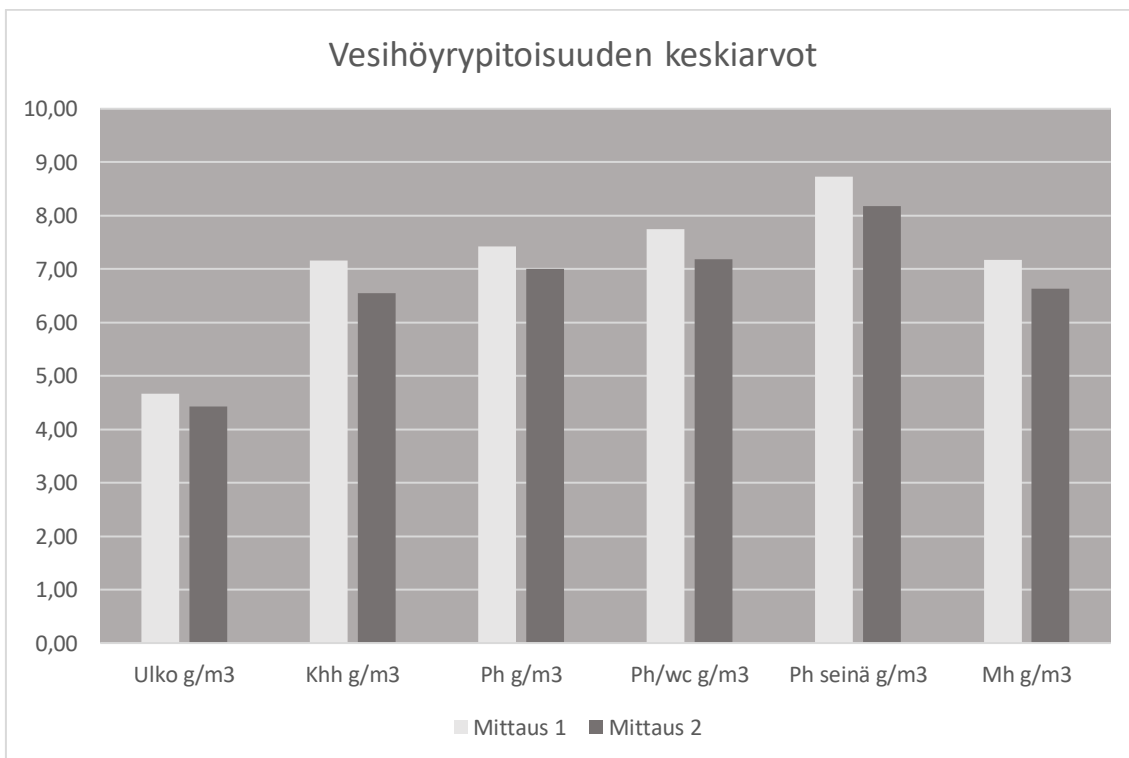


Kuva 9. Kodinhoitohuoneen ja makuuhuoneen kattokoolaustilassa sijaitsevien mittauspisteiden suhteellisen kosteuden arvot. Mittausjakso 31.03—20.04.2020.

7.6 Mittausjaksojen keskiarvojen vertailu tulokset



Kuva 10. Suhteellisen kosteuden mittaustulosten keskiarvot.



Kuva 11. Vesihöyrypitoisuuden mittaustulosten keskiarvot

7.7 Mittaustulosten analysointi

Molemmissa mittausjaksoissa erottuivat selvästi suihkutilan käytön aikaansaamat, ilman suhteellisen kosteuden mittausarvoissa hetkellisesti näkyvät korkeat lukemat (kuvat 4 ja 6). Tämä näkyy vielä selvemmin vesihöyrypitoisuuden mittauskäyrästä (kuvat 5 ja 7). Pesuhuoneen alaslasketun katon päällä suhteellinen kosteus nousi suihkutilan käytön aikana molemmissa mittausjaksoissa n. 8 %. Vesihöyrypitoisuus nousi molemmissa mittauksissa suihkutilan käytön aikana n. 2 g/m³.

Pesuhuoneen suhteellisen kosteuden korkein arvo molemmissa mittauksissa oli 100 %. Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus oli korkeimmillaan 1. mittauksessa 43 % ja 2. mittauksessa 41 %.

Mittaustulosten keskiarvo vertailussa alaslasketun katon ilman höyrynsulkua olevan yläpuolisen tilan suhteellisen kosteuden mittausarvot olivat n. 3 % korkeammat, kuin höyrynsululla varustetun alaslasketun katon (kuva 10). Vesihöyrypitoisuuden keskiarvo oli n. 0,4 g/m³ korkeampi ilman höyrynsululla varustetun pesuhuoneen alaslasketun kattoon, kuin höyrynsululla varustetun alaslasketun katon (kuva 11). Näihin mittaustuloksiin voi vaikuttaa myös ulkoilman suhteellinen kosteus, joka oli keskiarvoltaan 11 % korkeampi 1. mittauksessa kuin 2. mittauksessa (kuva 10). Pesuhuoneen seinän mittauspisteeltä mitattu suhteellinen kosteus, oli myös keskiarvoltaan n. 3 % korkeampi 1. mittauksessa kuin 2. mittauksessa (kuva 10). Vesihöyrypitoisuus ulkoilmassa oli keskiarvoltaan 0.24 g/m³ korkeampi 1. mittauksessa kuin 2. mittauksessa (kuva 11). Pesuhuoneen seinän mittauspisteen vesihöyrypitoisuus oli myös keskiarvoltaan 0.54 g/m³ korkeampi 1. mittauksessa kuin 2. mittauksessa (kuva 11).

Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolinen tila tuuletti molemmissa mittausjaksoissa enemmän pesuhuoneen vieressä sijaitsevan makuuhuoneen kattokoolaustilaan, kuin kodinhoituhuoneen kattokoolaustilaan (kuva 8 ja 9). Tämä voi johtua 48 * 48 kattokoolausten suunnasta, kodinhoituhuoneen kattokoolaukset ovat pesuhuoneeseen nähden poikittain ja makuuhuoneen kattokoolaukset pitkittäin.

8 Johtopäätökset

Tämän yksittäisen tutkimuksen perusteella ei saatu näyttöä, onko pesuhuoneen alaslasketuun kattoon asennetulla höyrynsululla merkittävää hyötyä. Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan mittausarvot eivät laskeneet merkittävästi höyrynsulun asennuksen jälkeisellä mittausjaksolla. Tämä voi selittyä sillä, että 1. mittauksen pesuhuoneen alaslaskettu paneelikatto muodosti ”levykaton” pesuhuoneeseen, joka toimi eräänlaisena höyrynsulkuna alipaineisessa pesuhuoneessa. Rakennus on n. 3 % alipaineinen ja suurin ilmanpoisto sijaitsee pesuhuoneessa (liite 1).

Pesuhuoneen alaslasketun katon yläpuolisen tilan suhteellinen kosteus nousi mittausjaksojen aikana korkeimmillaan n. 43 %, lämpötilassa n. +22 °C. Alin mahdollinen mikrobikasvun mahdollistava pitkäaikainen suhteellinen kosteus +22 °C lämpötilassa puulla (mänty) on 75—79 % (Ympäristöopas 2016). Tämän tutkimuksen perusteella, molemmat tässä pesuhuoneessa olevat alaslasketut kattorakenteet toimivat kosteusteknisesti hyvin, eikä ylimääräistä tuuletusta pesuhuoneen alas lasketun katon yläpuoliseen tilaan tarvitse lisätä.

Kotkassa 8.4.2021

Pasi Kallojärvi

Lähteet

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Viitattu 4.4.2021. Saatavissa <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

