

EEBAK Sisäilmastotutkimus



Wellevi, Kittilä

LAPIN AMK

20.9.2018

Johdanto

Sisäilmastojen laadun tarkistamiseksi ja analysoimiseksi hankkeen pilottikohteissa suoritettiin mittauksia samalla tavalla kaikissa hankkeeseen osallistuvissa maissa. Mittaustiedot sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteuden seurantaan neljän viikon ajan jaettuna kahteen mittausjaksoon; ensin lämmityskaudella ja toinen kesän aikana.

Käyttäjätyytyväisyyden analysoimiseksi ja mahdollisten mukavuushaittojen ja ongelmien havaitsemiseksi suoritettiin kussakin pilottikohteessa käyttäjäkysely. Käyttäjät tietävät yleensä rakennuksen ominaisuudet parhaiten, koska he viettävät eniten aikaa kyseisessä rakennuksessa. On myös lähes mahdotonta havaita pidemmällä aikavälillä tapahtuvia muutoksia lyhyen tarkastuksen yhteydessä.

Pilottikohde Kittilässä on Wellevi, joka toimii koulutus- ja hyvinvointikeskuksena. 800-neliöinen rakennus sijaitsee Levin rinteiden vieressä ja sen on rakentanut Rovaniemen koulutuskuntayhtymä vuonna 2014 opiskelijaprojektina. Majoituspalveluiden ja hyvinvointipalveluiden lisäksi keskus tarjoaa autenttisen oppimisympäristön Kittilän matkailu- ja ravintola-alan opiskelijoille. Rakennusta on käytetty aikaisemmin pilottikohteena EFCON-hankkeessa, missä rakennuksen betonielementtien fysikaalisia ominaisuuksia ja toimintaa on seurattu kaksi vuotta. Rakennuksen C-siiven betonielementtien sisään on asennettu satoja kosteus- ja lämpötila-antureita.

Ensimmäinen osa mittauksista suoritettiin kompaktilla iButton-mittausjärjestelmällä. iButton-anturit osoittautuivat toiminnaltaan epäluotettaviksi, mikä johti uusien mittausjärjestelmien hankkimiseen kesäaikana. Uusi, kesämittauksissa käytetty laitteisto on Lascar Electronics EL-USB-2+ RH/Temp-mittausjärjestelmä.

Wellevin pilottikohteen mittaukset

Kaikkien lämpötila- ja kosteusmittausten kesto oli vähintään kaksi viikkoa. Mittausyksiköt sijoitettiin rakennuksen käytön kannalta kriittisiin huonetiloihin sisäilmaston olosuhteiden analysoimiseksi. Mittauspisteet sijoitettiin tässä pilottikohteessa olohuoneeseen, keittiöön ja makuuhuoneeseen. Jokainen anturi asetettiin samalle korkeudelle ja sijoitettiin strategisesti suoran auringonvalon ja muiden mahdollisten virhelähteiden minimoimiseksi.



Kuva 1. Mittauspisteet Wellevin pilottikohteessa.

Mittausintervalli asetettiin korkeimmalle mahdolliselle asetukselle, joka laitteiston muistikapasiteetin huomioiden oli mahdollista. Lämmityskauden mittausjaksolle asetettiin 30 minuutin mittausintervalli. Lämmityskauden mittausjakso suoritettiin 14.3.2018 – 6.4.2018.

Kesäkauden aikana päivitetyn mittauskaluston laajempi muistikapasiteetti mahdollisti tiheämmän mittausintervallin käytön, ja kesäkauden mittauksissa käytettiin talvikauteen verrattuna huomattavasti tiheämpää, viiden minuutin mittausintervallia. Kesäajan mittaukset tehtiin 14.6.2018 – 10.8.2018 välisenä aikana. Mittausaika oli pitempi Wellevin henkilökunnan kesälomien takia. Dataa jätettiin mittausjakson loppupäästä hyödyntämättä yli kuukauden jaksolta, koska halusimme, että mittauksen olosuhteet ja aikataulu ovat vertailukelpoisia muiden pilottikohteiden mittaustulosten kanssa.

Rakennuksen perustiedot

Rakennustyyppi: Koulutus- ja työhyvinvointikeskus

Kaupunki: Kittilä

Käyttötarkoitus: Kaupallinen

Rakennettu: Vuonna 2014

Tilavuus: 3117 m³

Pinta-ala: 800 m²

Suoritettut tutkimukset ja mittaukset:

- CFD-Simulaatio
- Lämmön- ja kosteuden kehityksen seuranta
- U-arvomittaukset

Lämmitys, vesi ja sähkö:

Lämmöntuotanto: maalämpö ja aurinkopaneelit

Käyttäjäkysely

Käyttäjäkyselyä käytettiin tässä tapauksessa, jotta saavutettaisiin kattavampi kuva sisäilmaston laadusta ja käyttäjien tyytyväisyydestä. Vaikka pystymme mittaamaan moria eri sisäilman ominaisuuksia, on myös tärkeää tarkastella, millaiseksi käyttäjät kokevat sisäilmaston. Tavanomaisesti kiinteistössä eniten aikaa viettävät käyttäjät, joten monin paikoin heillä usein on paras käsitys kiinteistön sisäympäristön ominaispiirteistä ja muista toiminnoista.

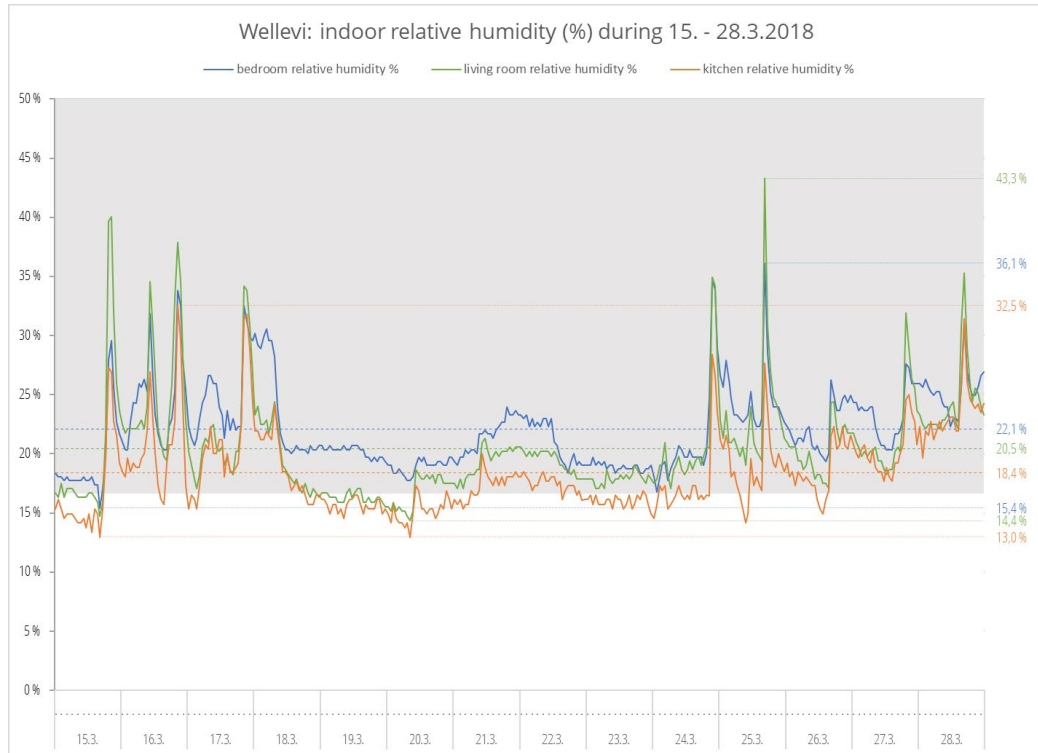
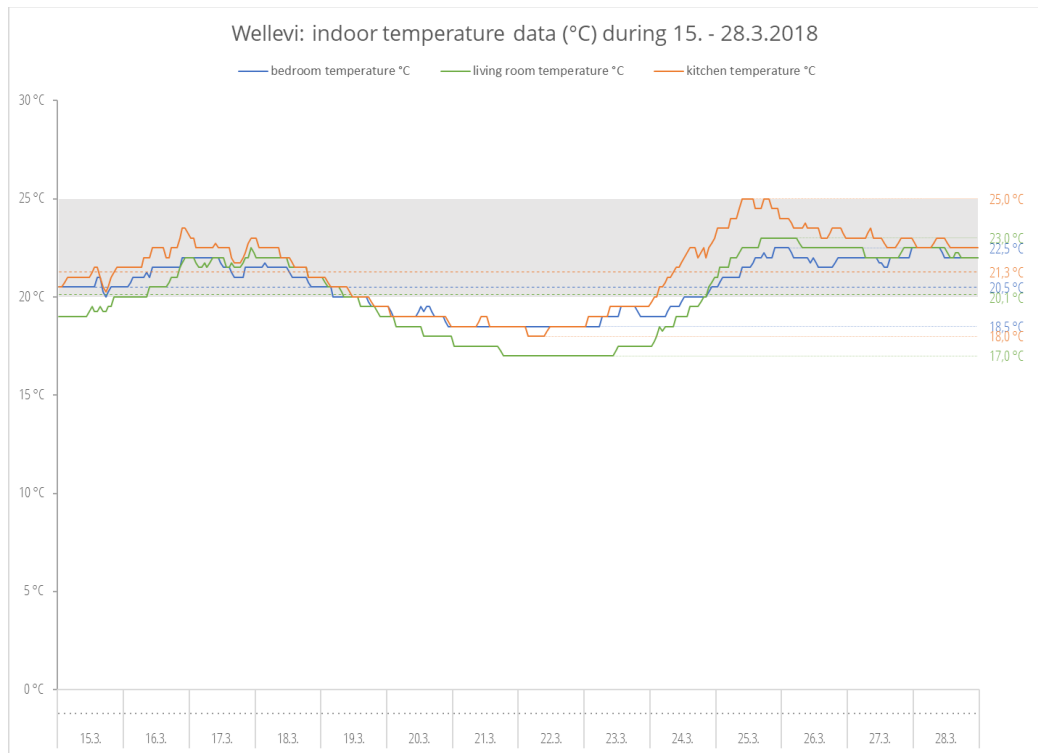
Yhtenäinen käyttäjäkysely luotiin, jotta tuloksia voitaisiin verrata eri pilottikohteiden välillä. Tässä tapauksessa kyselylomake oli käännettävä suomeksi, mutta lyhyet, yksinkertaiset kysymykset minimoivat mahdollisuuden käännoksellisiin ja tulkinnallisiin virheisiin ja poikkeamiin.

Käyttäjäkyselyn kysymykset kohdistuvat kohdekiinteistön sisäympäristön laatuun sekä energiatehokkuuteen. Kyselyssä tiedustellaan muun muassa käyttäjän tyytyväisyyttä valaistukseen, meluun, lämpömukavuuteen, kosteuteen ja sisäilman laatuun. Mukana on myös lyhyitä, mikrobikasvustoihin ja sille tyypillisiin piirteisiin liittyviä kysymyksiä, joilla voidaan arvioida sisäympäristön terveellisyyttä sekä tarvittaessa kohdentaa mahdollisia sisäilmaongelmiin liittyviä tutkimuksia.

Tässä tapauksessa kyselyitä ei jaettu Wellevin asiakkaille. Asiakkaiden vierailujen lyhytkestoisen luonteen vuoksi heidän kokemuksien arveltiin olevan liian suppeita kysymyksien luonteen huomion ottaen. Sen sijaan päätimme kerätä vastauksia henkilöstöltä, joka viettää eniten aikaa pilottikohteessa. Henkilöstön koosta johtuen täytettyjä kyselylomakkeita ei ollut useita.

Tulokset

Lämmityskauden tulokset

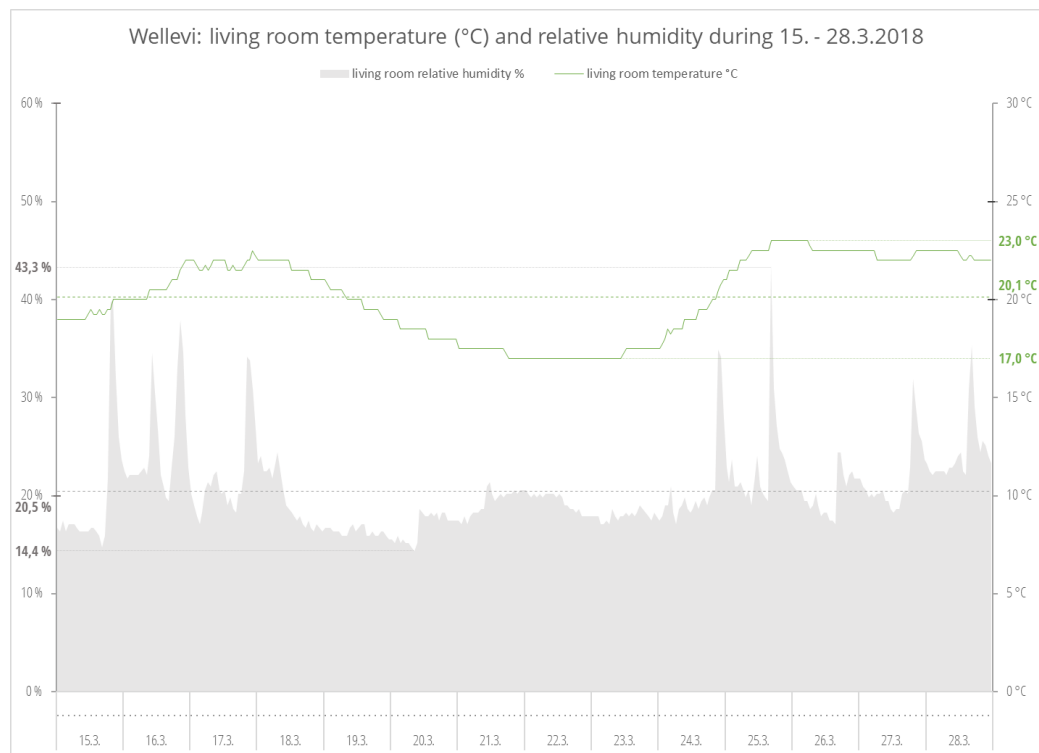


Kaaviot 1 & 2. Lämpötila ja suhteellinen kosteus Wellevissä lämmityskauden mittausjaksolla.

Olohuone

Sisäilman keskiarvoinen lämpötila olohuoneessa oli 20,1°C mittausajanjakson aikana. Suurta eroa keskiarvoon ei ollut; alin lämpötila oli 17,0 °C ja suurin 23,0 °C. Alimmat lämpötilat saattavat vaikuttaa asumismukavuuteen ja niitä esiintyy enemmän kuin harvoin. Lämpötilan lasku johtuu todennäköisesti siitä, että lämmitysjärjestelmä reagoi hitaasti muuttuvaan, asukkaiden muodostamaan lämpökuormaan.

Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 20,5%. Kosteus oli melko alhainen mittausjakson aikana ja viimeisen neljänneksen aikana arvot kävivät hyvin matalassa 14,4 % arvossa. On syytä mainita, että alhainen suhteellinen kosteus on valitettavasti hyvin tyypillistä talvella ja sitä on vaikea välttää määräystenmukaisia ilmanvaihtomääriä noudattaessa. Suhteellisen kosteuden korkein arvo ei saavuttanut hälyttäviä tasoja, ylin mitattu sisäilman suhteellisen kosteuden arvo oli kohtuullinen 43,3 %.

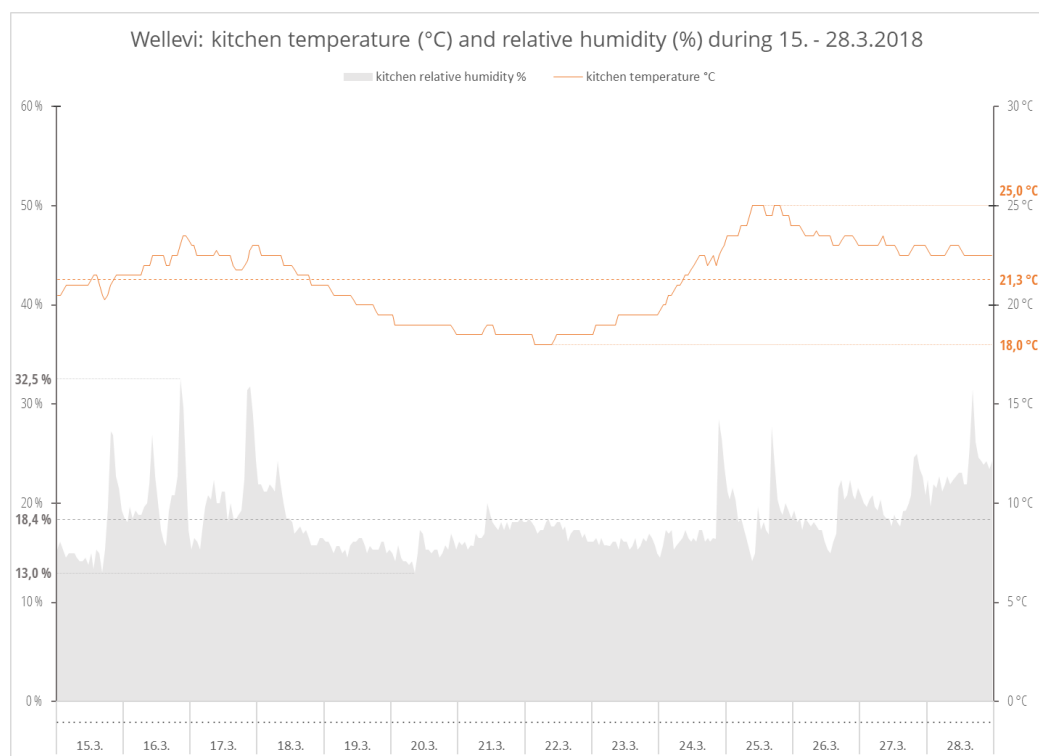


Kaavio 3. Lämpötila ja suhteellinen kosteus olohuoneessa mittausajanjakson aikana.

Keittiö

Sisäilman keskiarvoinen lämpötila mittausjaksolla oli keittiössä 21,3°C. Alin lämpötila oli 18,0 °C ja maksimi oli 25,0 °C. Lämpötila käy hetkellisesti 20 celsiusasteen alapuolella, joka voi aiheuttaa kevyttä mukavuushaittaa. Suurin mitattu lämpötila ei ylitä toimenpiderajaa. Suurimmaksi osaksi sisäilman lämpötila oli miellyttävällä tasolla.

Sisäilman suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 18,4%. Suhteellinen kosteuspitoisuus oli samanlainen kaikissa mittausasetelmissa. Kosteus ei saavuttanut hälyttäviä rajoja, ja korkein arvo oli 32,5 %. Alin rekisteröity arvo oli 13,0 %. Mitatut arvot olivat käytännössä identtisiä olohuoneen kanssa, mikä on loogista, kun huomioidaan, että keittiö ja olohuone ovat käytännössä kuin yhtä tilaa.

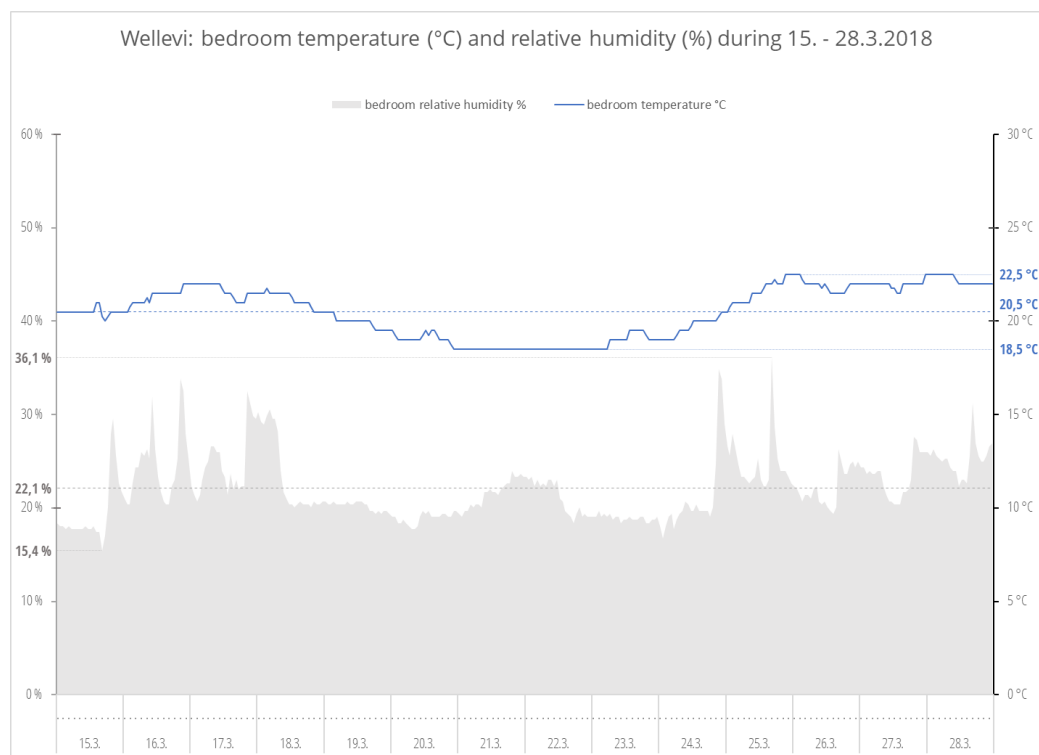


Kaavio 4. Lämpötila ja suhteellinen kosteus keittiössä mittausjakson aikana.

Makuuhuone

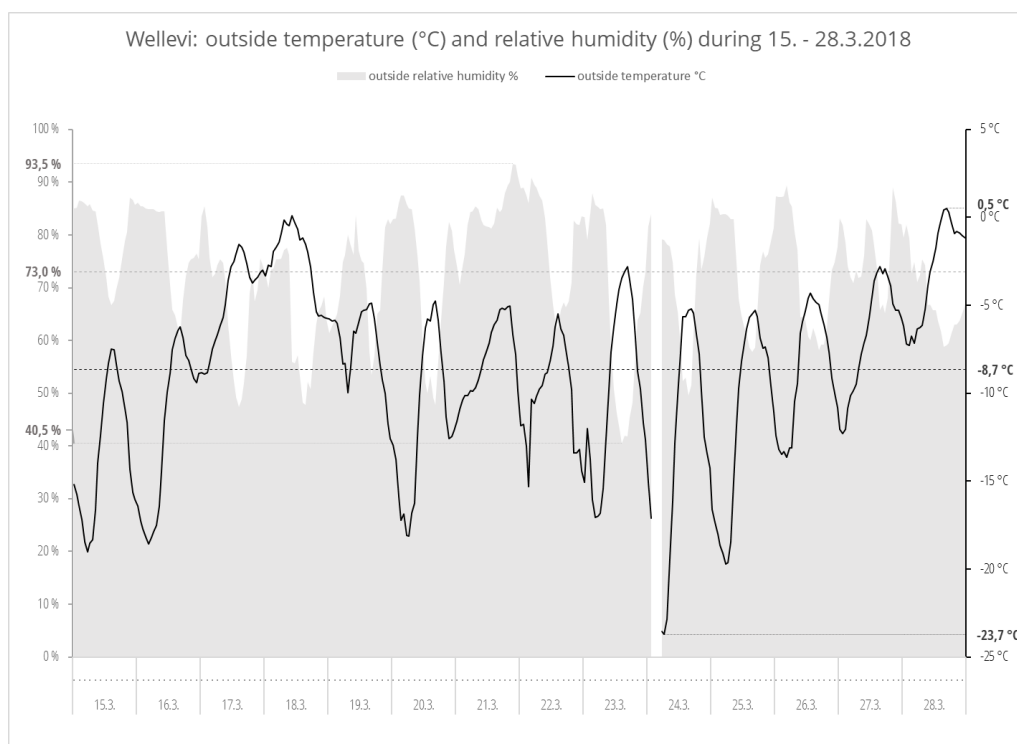
Sisäilman keskiarvoinen lämpötila makuuhuoneessa oli 20.5 °C mittausjakson aikana. Alin lämpötila oli 18,5 °C ja korkein 22.5 °C. Lämpötila ei saavuttanut mittausjaksolla kansallisen toimenpiderajan yläarvoa. Suurimmaksi osaksi sisäilman lämpötila oli melko tasainen ja miellyttävällä tasolla. Yksi pitkäkestoisempi, toimenpiderajojen alarajan lämpötilaltaan alittava jakso esiintyi mittausjaksolla. Tämä saattaa aiheuttaa vähäistä epämukavuutta.

Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 22.1 % ja jälleen samansuuntaiset muissa mittauspisteissä mitattujen arvojen kanssa. Suhteellinen kosteus ei saavuttanut hälyttäviä arvoja, korkeimmillaan suhteellinen kosteus oli 36.1 %. Alin rekisteröity suhteellisen kosteuden arvo oli 15.4 %. Suhteellinen kosteus on turvallisella tasolla rakennuksen terveydelle, mutta ajoittain kuiva sisäilma voi aiheuttaa jonkin verran mukavuushaittaa.



Kaavio 5. Lämpötila ja suhteellinen kosteus makuuhuoneessa mittausjakson aikana.

Säädata talvikauden mittausjaksolta

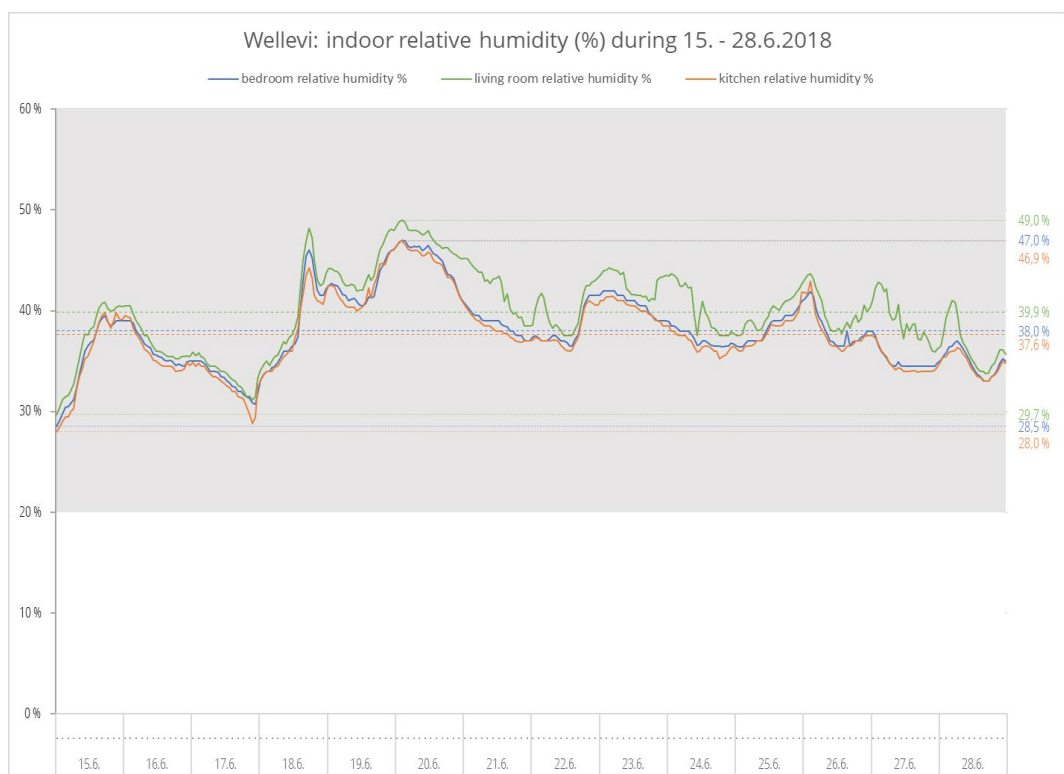
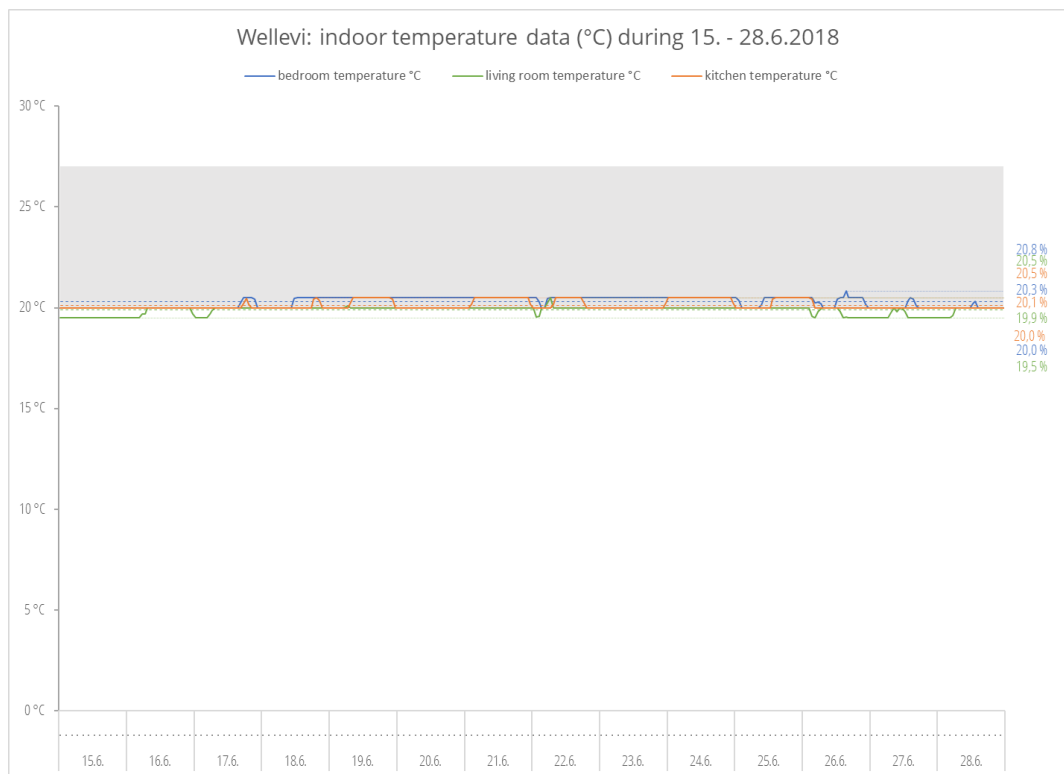


Kaavio 6. Ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus talvikauden mittausjaksolla

Lämmityskauden mittausjaksolla havaitut ulkolämpötilat kuvaavat kattavasti Suomen talven tyypillisiä lämpötiloja ja lämpötilanvaihteluja. Lämpötila oli lämpimimmillään 0.5 °C ja kylmimmillään -23.7 °C. Lämpötilojen dramaattiset muutokset asettavat rakenteet äärimmäiselle koetukselle. Keskilämpötila oli mittausjaksolla – 8.7 °C.

Suhteellinen kosteus on kääntäen verrannollinen lämpötilaan, kuten odotettiinkin. Suhteellinen kosteus pysyi lähes kokonaan yli 50 % mittausjakson aikana, keskiarvon ollen 73.0 %. Korkein mitattu ulkoilman suhteellisen kosteuden arvo oli 93.5 % ja alin 40.5 %.

Lämmityskauden ulkopuolella tehtyjen mittausten tulokset

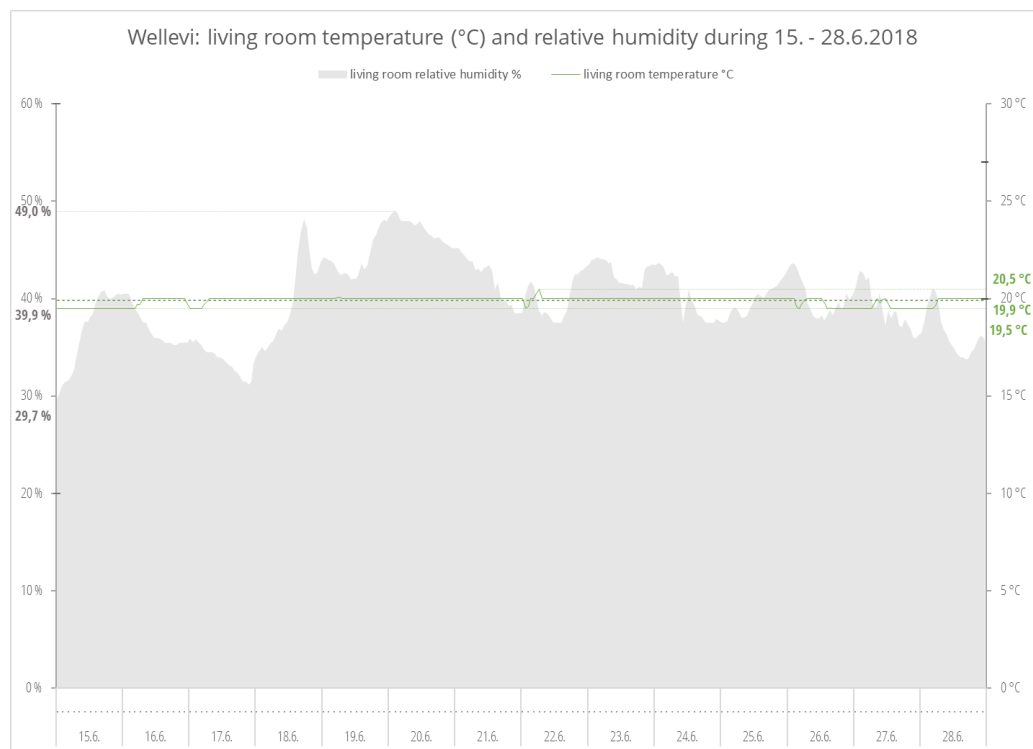


Kaaviot 7 & 8. Lämpötila ja suhteellinen kosteus Wellevissä lämmityskauden ulkopuolelle sijoittuneella mittausjaksolla.

Olohuone

Sisäilman lämpötilan keskiarvo oli olohuoneessa 19.9 °C mittausjakson aikana. Alin lämpötila oli 19.5 °C ja korkein 20.5 °C. Lämpötila pysyi äärimmäisen tasaisena sekä miellyttävissä lukemissa lähes koko mittausjakson ajan. Satunnaisia piikkejä hieman 20°C alapuolella esiintyi mutta ne eivät todennäköisesti aiheuttaneet huomattavaa käyttömukavuuden alenemista.

Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 39.9 % ja se oli kohtuullisella tasolla koko mittausjakson ajan. Korkein suhteellisen kosteuden arvo oli 49.0 % ja alin rekisteröity arvo oli 29.7%.

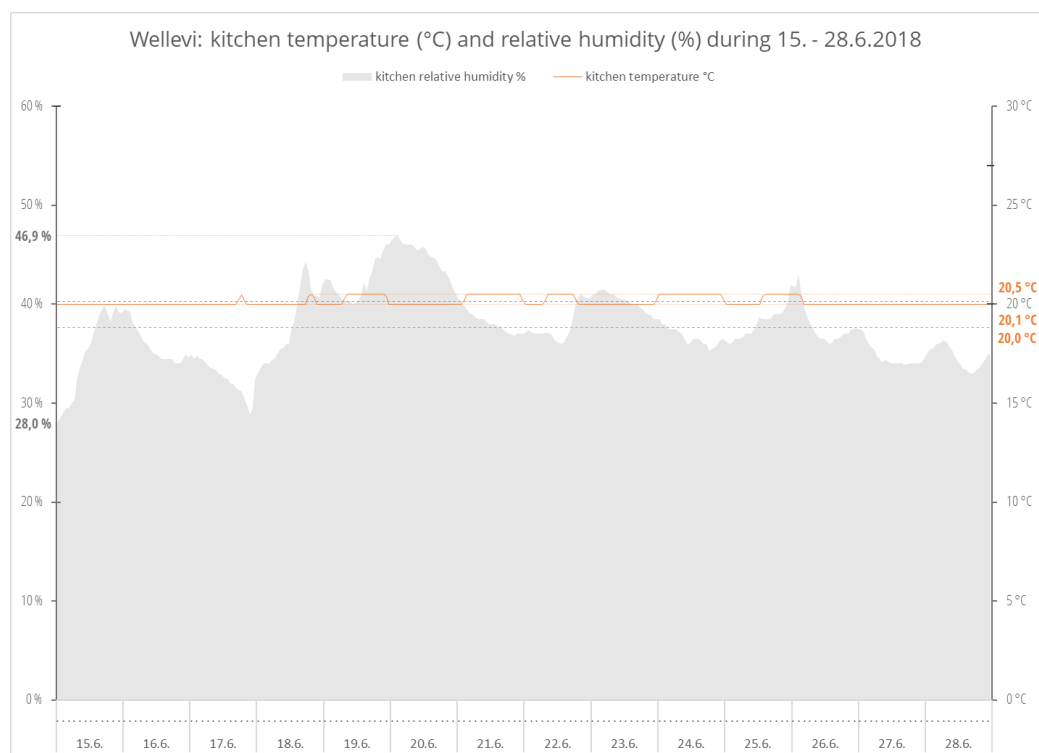


Kaavio 9. Lämpötila ja suhteellinen kosteus olohuoneessa mittausjakson aikana.

Keittiö

Sisäilman keskiarvoinen lämpötila keittiössä oli 20.1 °C mittausjakson aikana. Alin lämpötila oli 20.0 °C ja korkein 20.5 °C. Lämpötila oli vakaa ja miellyttävällä tasolla koko mittausjakson ajan.

Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 40 %. Kosteus ei saavuttanut hälyttäviä arvoja, korkeimman mitatun arvon ollessa 46.9 %. Alin mitattu arvo mittausten aikana oli 28.0 %. Mitatut arvot olivat lähes identtiset olohuoneen kanssa, mikä on loogista koska olohuone ja keittiö sijaitsevat käytännössä samassa tilassa.

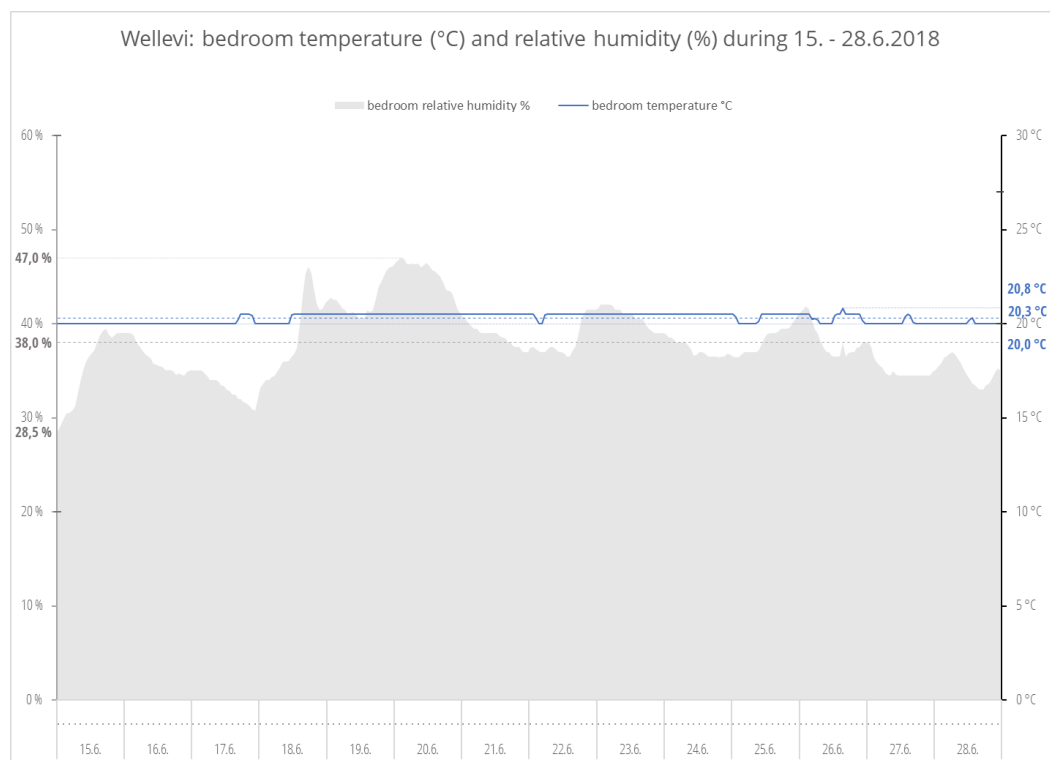


Kaavio 10. Lämpötila ja suhteellinen kosteus keittiössä mittausjakson aikana.

Makuuhuone

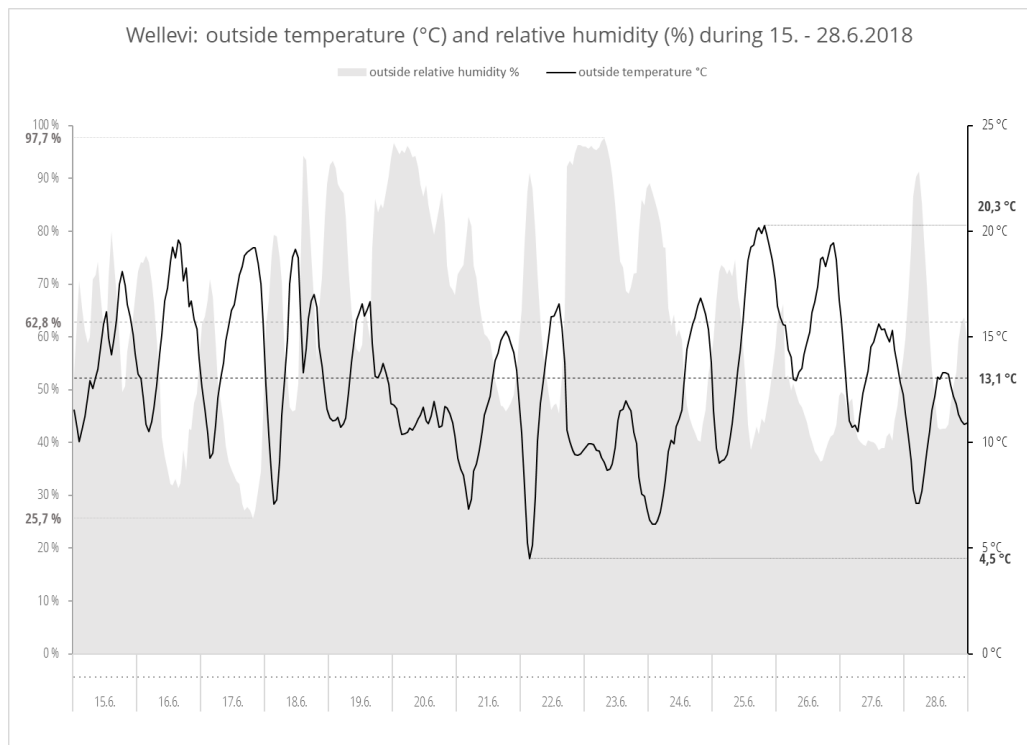
Sisäilman lämpötilan keskiarvo oli makuuhuoneessa 20.3 °C mittausjakson aikana. Alin lämpötila oli 20.0°C ja ylin 20.8 °C. Sisäilman lämpötila oli vakaa koko mittausjakson ajan.

Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 38.0 %. Kosteus ei saavuttanut hälyttäviä numeroita, vaikka ylin arvo oli 47.0 %. Alin rekisteröity arvo oli 28.5 %. Suhteellisen kosteuden pitoisuus sisäilmassa oli hyvin miellyttävällä tasolla.



Kaavio 11. Lämpötila ja suhteellinen kosteus makuuhuoneessa mittausjakson aikana.

Säädata kesäajan mittausjaksolta



Kaavio 12. Ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus mittausjakson aikana.

Säädata kesäajan mittauksissa edustaa tyypillistä Suomen säätä kesäkuussa. Lämpötilan keskiarvo oli 13.1°C kesäajan mittauksissa. Alin mittausjakson aikainen ulkoilman lämpötila oli 4.5°C. Korkein lämpötila oli vain 20.3°C.

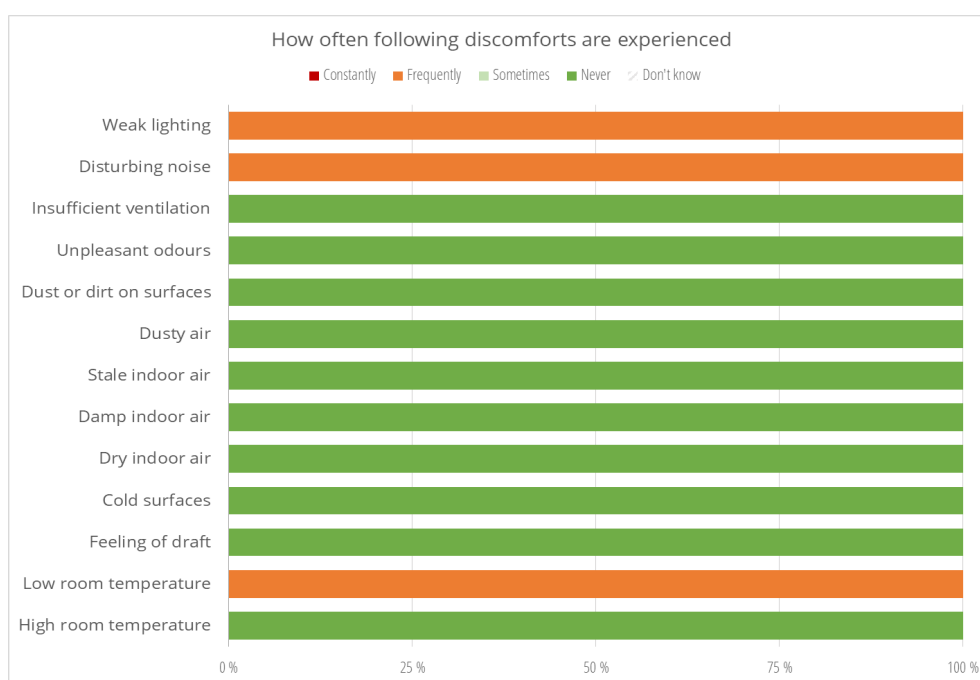
Suhteellinen kosteus seuraa lämpötilaa kääntäen verrannollisesti ja vaihteli radikaalisti lyhyillä aikajänteillä koko mittausjakson ajan. Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 62.8 %. Alin suhteellinen kosteus oli 25.7 % ja korkein 97.7 %.

Käyttäjäkyselyn tulokset

Welleivin henkilökunta täytti yhden kyselyn, joka kuvastaa koko pienen henkilökunnan mielipiteitä. Rakennuksessa vierailee runsaasti asiakkaita vuosittain, mutta asiakkaiden käyntien lyhytkestoisen luonteen vuoksi käyttäjäkyselyn teettäminen heille ei ollut tarkoituksenmukaista. Henkilökunta on työskennellyt rakennuksen rakentamisesta lähtien, vuodesta 2014. Remontteja sekä korjauksia ei rakennukseen ole tehty vielä. Henkilökunta ei raportoinut energiansäästötoimenpiteiden tai -toimien soveltamisesta.

Lämpötila sisätiloissa on koettu usein kylmäksi. Kiinteistöjohto on reagoinut tähän säätämällä lämmitysjärjestelmää. Muilla sisäympäristön osa-alueilla käyttäjät eivät ole kokeneet mukavuushaittoja. Käyttäjät eivät ole havainneet tyypillisiä homeen kasvua tai muita sisäilmaongelmille ominaisia merkkejä kiinteistössä, eivätkä kärsi mistään sairaudesta, joka voisi liittyä pilottikohteen huonoon sisäilmaan. Pilottikohteiden puhtauden arvioitiin olevan erinomainen.

Säännöllisesti esiintyviä puutteita sisätiloissa olivat heikko valaistus sekä häiritsevät äänet. Valaistuksen on raportoitu olevan heikkoa sisäänkäynnillä ja huoneiston pesuhuoneissa eikä tähän mennessä ole ryhdytty toimiin ongelman ratkaisemiseksi. Asiakkaat ovat raportoineet huoneistoja häiritsevistä melusta. Melun epäillään olevan peräisin maalämpöjärjestelmän kompressorista, mikä johti äänieristyksen lisäämiseen vuoden 2018 aikana. Jääkaappien melusta on tehty joitakin ilmoituksia mutta toimenpiteitä melun poistamiseksi ei toistaiseksi ole vielä suoritettu.



Diagrammi 1. Mukavuushaittojen esiintymistiheys Welleivin pilottikohteessa.

Johtopäätökset

Suoritettujen mittausjaksojen tulosten perusteella voidaan todeta, että sisäilma on pääosin hyväksyttävällä tasolla. Suurimmaksi osaksi sisäilman lämpötila on miellyttävä ja sisäilman huokoskosteus turvallisella tasolla. Ainoat mittauksista ilmi käyvät, mahdolliset mukavuushaitat olivat kuiva sisäilma lämmityskauden aikana ja hetkellisesti laskeneet lämpötilat.

Ympäristöministeriö on asettanut toimenpiderajat sisäilman lämpötilalle. Sisäilman lämpötilan tulee pysyä 20 – 25°C välillä lämmityskauden aikana, ja 20 – 27°C välillä lämmityskauden ulkopuolella. Käyttäjät ilmoittivat sisäilman olevan ajoittain viileää. Kerätty tieto tukee hetkellistä kylmyyden tunnetta, ja ongelmaa on pyritty ratkaisemaan mittausjaksojen jälkeen säätämällä lämmitysjärjestelmää. Lämmityskauden mittausjakson aikana sisäilman lämpötila pysyi sallituissa rajoissa. Pieniä piikkejä yli 25°C havaittiin, mutta ne ovat todennäköisesti selitettävissä joko ruoanlaitolla tai takan käytöllä. Kesäajan mittausjaksojen aikana, lämpötilat laskivat harvoin kansallisen toimenpiderajan alapuolelle, aiheuttaen joko vähän- tai ei ollenkaan epämukavuuden tunnetta. Korkeita huonelämpötiloja ei havaittu kesäajan mittauksen aikana.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista ei sisällä tarkkoja ohjeita sisätilojen suhteellisesta kosteudesta. Asetus määrittelee ainoastaan, että huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä. Aikaisemmin käytössä olleissa oppaissa ja ohjeellisissa julkaisuissa sisätilojen suhteellisen kosteuden suurin turvallinen arvo on tavanomaisesti ollut 60%. Asetus ei määrittele edes suurpiirteistä, numeraalista arvoa pienimmälle sallitulle arvolle, vaikka yleisesti on tunnustettu, että liian kuivalla sisäilmalla voi olla negatiivisia vaikutuksia rakennuksen käyttäjiin. Mittausjaksojen aikana ei esiintynyt liian korkean suhteellisen kosteuden aiheuttamaa homeen kasvun riskiä.

Tyypillisin sisäympäristön puute mittausjaksoilla oli matala sisäilman suhteellinen kosteus. Siihen ei ole ratkaisua ilman minkäänlaista kompromissia, koska ilmastointijärjestelmän asennuttaminen ilmanvaihtoon tai oleskelutiloihin kasvattaa riskiä mikrobikasvuston syntymiselle. Käyttäjät eivät myöskään olleet havainneet mikrobikasvustoja tai sille tyypillisiä merkkejä. Tulosten valossa voidaankin todeta, että pilottikohteen sisäympäristö on laadultaan hyvä.