



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Niko Kauranen

Koetun ja mitatun olosuhdetiedon hyödyntäminen sisäilmajohtamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

3.12.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Niko kauranen Koetun ja mitatun olosuhdetiedon hyödyntäminen sisäilmajohtamisessa 23 sivua + 1 liite 3.12.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	tekninen palvelupäällikkö Joel Hollfast yliopettaja Rauno Holopainen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua sisäilmajohtamiseen ja siihen, miten mitattua ja koettua mittadataa voidaan hyödyntää sisäilmajohtamisessa. Työssä käsitellään sisäilmaongelmien syitä ja sitä, miten niitä voidaan ennaltaehkäistä. Tämän lisäksi työssä on esitelty sisäilmaluokituksen sisäilmaolosuhteiden tavoitearvoja. Opinnäytetyössä hyödynnettiin Freesi- ja Feelis-palvelusta saatavaa mitattua ja koettua olosuhdetietoa.</p> <p>Työssä on esitelty IISY Oy:n Freesi- ja Feelis-palvelut ja tapa, miten niitä käytetään sisäilmajohtamisessa. Tämän jälkeen työssä on esitelty oleellisia asioita sisäilmaongelmista, kuten mistä sisäilmaongelmat johtuvat, kuinka yleisiä ne ovat, mitä vaikutusta sillä on käyttäjiin sekä miten voidaan ennaltaehkäistä sisäilmaongelmia. Sisäilmaongelmien jälkeen käydään läpi sisäilmaluokitusta, jossa on annettu tavoitearvot kiinteistöjen sisäilmaolosuhteille, sekä koettua ja mitattua olosuhdetietoa, käyttäjäpalautetta ja Feelis-käyttäjäpalauttejärjestelmää. Työssä esitellään mittadataa yhdestä kiinteistöstä, jossa on Freesi- ja Feelis-palvelu. Työssä haastateltiin rakennusalan ammattilaista sisäilmaongelmista.</p> <p>Lopputuloksena työssä on teorian lisäksi kiinteistön sisäilmaolosuhteiden kehitystä Freesi- ja Feelis-palvelun avulla, käyttäjätyytyväisyyden kehitys käyttäjäpalautteen avulla sekä korjaavia toimenpiteitä, mitä asiakas on kiinteistössä tehnyt. Työn päätteeksi on asiantuntijahaastattelu, jossa käydään läpi yleisiä sisäilmaongelmiin liittyviä kysymyksiä.</p>	
Avainsanat	sisäilmajohtaminen, olosuhdemittaus, käyttäjätyytyväisyys

Author Title Number of Pages Date	Niko Kauranen Experienced and Measured Condition Information in Indoor Air Management 23 pages + 1 appendix 3 December 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Joel Hollfast, Technical Service Manager Rauno Holopainen, Principal Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to study indoor air management in general and the use of experienced and measured indoor air data in indoor air management. The project collected general information about indoor air problems in Finland, ways to avoid indoor air problems and classification of indoor environment.</p> <p>The project compared experienced and measured indoor air data to each other and studied how it could be used in indoor air management. Furthermore, the project examined data from a building with measuring instruments in order to gather experienced and measured indoor air data. Moreover, a professional was interviewed about current indoor air problems in their real estate portfolio. The gathered information was compared to theoretical information.</p> <p>As a result, the changes in the indoor air quality, and user satisfaction due to some corrective actions in the sample building were presented. For the reader, this final year project offers theoretical information about indoor air and suggests ways to use experienced and measured indoor air data in indoor air management.</p>	
Keywords	indoor air, indoor air measurement, indoor air management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	IISY Oy	1
2.1	Freesi	1
2.2	Sisäilmajohtaminen	2
3	Sisäilmaongelmat	3
4	Sisäilmaluokitus	4
5	Koetun ja mitatun olosuhdetiedon hyödyntäminen sisäilmajohtamisessa	6
5.1	Koettu olosuhdetieto	6
5.2	Mitattu olosuhdetieto	6
5.3	Käyttäjäpalautte	7
6	Demokohde	7
6.1	Ilman lämpötila	8
6.2	Hiilidioksidipitoisuus	12
6.3	TVOC-pitoisuus	15
6.4	Feelis	18
6.5	Tulokset	21
7	Asiantuntijahaastattelu	22
8	Yhteenveto	22
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1. Asiantuntijahaastattelu	

Lyhenteet

IISY	Infrastructure Information Systems. Infrastruktuuritietojärjestelmät.
IoT	Internet of Things. Verkkoon kytketyt esineet.
ppm	Parts per million. Suhteellinen suhdeyksikkö.
ppb	Parts per billion. Suhteellinen suhdeyksikkö.
PTS	Pitkän aikavälin suunnitelma. Ehdotus korjausten ajoittamisesta, kiireellisyydestä sekä kustannustasosta
QR-koodi	Ruutukoodi, johon on koodattu informaatiota.
TTL	Työterveyslaitos.
TVOC	Total volatile organic compounds. Haihtuvien yhdisteiden kokonaispitoisuus

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on IISY Oy, joka tuottaa Freesi-sisäilmapalvelua. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua sisäilmajohtamiseen ja siihen, miten sisäilmajohtamisella voidaan ennaltaehkäistä sisäilmaongelmia kiinteistöissä käyttämällä hyödyksi koettua ja mitattua olosuhdetietoa.

Suomessa käytetään päivittäin ajallisia ja rahallisia resursseja sisäilmaongelmien selvittämiseen, rakennuskorjaamiseen ja sisäilmaongelmien ennaltaehkäisemiseen. Sisäilmaongelmat ovat Suomessa yleisiä, ja niitä on tutkittu jo vuosikymmeniä [9]. Rakentamisen ohjauksesta ja sisäilmaston tavoitearvoista huolimatta sisäilmaongelmista ei ole päästy eroon. Opinnäytetyössä esitellään yleisiä sisäilmaongelmien aiheuttajia, näiden vaikutusta käyttäjiin, olosuhdetiedon hyödyntämistä sisäilmajohtamisessa sekä perehdyttiin kohteesta kerättyyn mittadataan ja kiinteistöissä tapahtuneisiin muutoksiin sekä haastateltiin asiantuntijaa sisäilmaongelmiin liittyen.

2 IISY Oy

IISY on digitaalinen asiantuntijatalo, joka on erikoistunut sisäilmaan ja sisäilmaongelmien ennaltaehkäisemiseen. IISY perustettiin vuonna 2017 missionaan ”Terveempiä rakennuksia. Terveempiä ihmisiä.” minkä jälkeen IISYn tuottama Freesi-palvelu on saavuttanut Suomessa markkinoiden johtavan aseman sisäilman laadun kehitystä tarjoavana digitaalisena asiantuntijapalveluna. [6.]

2.1 Freesi

Freesi on IISY Oy:n digitaalinen sisäilmapalvelu, josta löytyy sisäilmajohtamisen työkalut ja sisäilman analysointiin tarvittavat tiedot. Freesin avulla pystytään tutkimaan kiinteistön käyttäytymistä ja ennaltaehkäisemään piilevät sisäilmaongelmat. Freesi-sisäilmapalvelu tarjotaan avaimet käteen -palveluna, minkä jälkeen käyttäjä saa käyttöönsä digitaaliset työkalut, laitteet ja insinööriin palvelut sisäilmajohtamista varten. Freesin piirissä on

jo yli 1 400 000 neliometriä kaupallisia kiinteistöjä, toimistoja, koulu- ja päiväkotirakennuksia, sairaaloita ja hoivakoteja sekä suuria asuinrakennuksia.

Freesi-sisäilmapalvelu tarjoaa varmuuden sisäilmasta jo yli 90 000 suomalaiselle. Lisäksi se tuo taloudellisia hyötyjä niin säästöjen kuin tuottojenkin muodossa, ja samalla kiinteistön käyttäjien terveys paranee. [6.]

2.2 Sisäilmajohtaminen

Sisäilmajohtamisella tarkoitetaan kiinteistön ylläpidon huolehtimista, sisäilman laadun seuraamista sekä sisäilmaongelmien ennaltaehkäisemistä ja ratkaisemisesta. Sisäilmajohtamisessa käytetään hyödyksi mitattua ja koettua olosuhdetietoa ja rakennuksen teknisiä tietoja sekä ulkopuolisia vaikuttajia.

Sisäilmaongelmat eivät yleensä synny hetkessä. Tyypillisesti sisäilmaongelmiin puututaan vasta sitten, kun kiinteistön käyttäjät oireilevat ja viestivät huonon sisäilman puolesta. Tällöin sisäilmaongelma on jo yleensä kehittynyt pitkälle ja aiheuttaa isompia toimenpiteitä.

Hyvällä sisäilmajohtamisella mahdolliset sisäilmaongelmat havaitaan nopeasti ja toimenpiteisiin ryhdytään ajoissa. Kun ongelmiin reagoidaan nopeasti ja oikein, säästetään myös korjauskustannuksissa tekemällä vain tarvittavat korjaustoimenpiteet. Sisäilmajohtamisella voidaan myös säästää energiankulutuksessa säätämällä tilojen lämpötiloja ja optimoimalla muun muassa ilmanvaihtokoneen aikaohjelmaa kiinteistön käytön mukaan.

3 Sisäilmaongelmat

Sisäilmaongelmat ovat Suomessa yleisiä ja paikoinkin todella puhuttu sekä laaja aihe. Sisäilmaongelmilla tarkoitetaan lyhykäisyydessään sisäilmaperäisiä haittoja, kuten terveydellisiä haittoja tai kiinteistöhaittoja. Sisäilmaongelmaisia kiinteistöjä on Suomessa TTL:n mukaan n. 3–26 %:ssa kaikista kiinteistötyypeistä [1].

Sisäilmaongelmat voivat johtua monesta eri syystä. Osa ongelmista on voinut saada alkunsa jo rakennusvaiheessa rakennusvirheestä, rakennuksen korjauksen yhteydessä tai riittämättömästä kiinteistöhuollosta. Tämä johtaa pahimmillaan rakennuksen kosteusvaurioon, josta siirtyy epäpuhtauksia sisäilmaan. Osa ongelmista taas näkyy sisäilmassa mm. korkeana lämpötilana, kuivana sisäilmana, ali- ja ylipaineena, pölynä ja kuituina sekä haihtuvina orgaanisina yhdisteinä.

”Tyypillisimpiä sisäilmaongelman aiheuttajia tai niihin välillisesti vaikuttavia tekijöitä pääkaupunkiseudun koulu- ja päiväkotirakennuksissa olivat ilmanvaihtojärjestelmän (85 %:ssa kohteista) ja rakennustekniset puutteet (46 %) sekä kosteuden aiheuttamat erilaiset vauriot (69 %). Kemiallisten yhdisteiden kohonneita pitoisuuksia tai häiritsevää hajua esiintyi 69 %:ssa kohteista. Eniten valitettiin tunkkaisen ilman tunnetta (69 %) ja hengitystieoireita (62 %).” [2].

Sisäilmaongelmat havaitaan yleisesti vasta silloin, kun osalla kiinteistön käyttäistä on sisäilmaoireita. Tyypillisiä huonosta sisäilmanlaadusta aiheutuvia oireita ovat päänsärky, väsymys, limakalvojen ärsytys ja hengitystieoireet. Oireisiin voi vaikuttaa myös yksilölliset tekijät. Ympäristöministeriön vuonna 2010 tekemän arvion mukaan Suomessa altistuu päivittäin jopa 800 000 ihmistä sisäilmaongelmille [3].

”Laadukas ja viihtyisä sisäympäristö on terveyden ja hyvinvoinnin kannalta tärkeää. Suomessa työikäiset ihmiset viettävät ajastaan noin 90% sisäiloissa, pienet lapset ja vanhukset jopa enemmän.” [4]

Sisäilmaongelmia voidaan ennaltaehkäistä esimerkiksi seuraamalla tiiviisti rakennuksen ja rakennuksen laitteiden kuntoa ja toimintaa. Hyvällä sisäilmajohtamisella ongelmilta voidaan välttyä ja ongelmatilat huomataan ajoissa. Myös käyttäjäpalautte on tärkeää ongelmien aikaisen havaitsemisen ja käyttäjien terveyden ylläpitämisen vuoksi.

4 Sisäilmaluokitus

Sisäilmaluokitusta käytetään rakennus- ja taloteknisen suunnittelun, urakoinnin sekä rakennusteollisuuden apuna, kun rakennetaan uusia rakennuksia ja osittain vanhojen rakennusten kunnostamiseen. Sisäilmaluokitus jakaa sisäilmaolosuhteet kolmeen eri osaan, laatuluokkiin S1, S2 ja S3. Näistä S1 kuvaa erittäin hyvää sisäilmaa, S2 hyvää sisäilmaa ja S3 tyydyttävää sisäilmaa. Jokaisella laatuluokalla on omat raja-arvot sisäilman suureille, jotka on esitetty kuvassa 1.

S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet, ja hyviä valaistusolosuhteita on tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset ja terveysuojelulain perusteella asetetut vähimmäisvaatimukset. Asetusten vaatimusten täyttyminen ei välttämättä edellytä S3-luokan tavoitearvojen käyttämistä. S3-luokan arvot esitetään tässä ensisijaisesti vertailun tueksi.

Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista. Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittellä tapauskohtaisesti.

Kuva 1. Sisäilmaluokituksen kolme tasoa [5, s. 5].

Sisäilmaluokituksessa on esitetty ilman lämpötilan (kuva 2), hiilidioksidipitoisuuden (kuva 3), radonpitoisuuden (kuva 3), pölyhiukkaspitoisuuden (kuva 3) ja olosuhteiden pysyvyyden tavoitearvot. Hiilidioksidipitoisuudessa tulee ottaa huomioon, että sisäilmaluokituksessa on kyse hiilidioksidipitoisuuslisästä, joka lisätään ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen.

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 ¹⁾	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ ¹⁾	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 ¹⁾	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$> 20,5 + 0,075 \times t_u$	$> 20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$< 23 + 0,2 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) ²⁾
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) ²⁾
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjästä]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

Kuva 2. Sisäilmaluokituksen määrittämät tavoitearvot lämpötiloille [5, s. 6].

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]	< 350	< 550	< 800
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	< 100	< 100	< 200
PM _{2,5} [µg/m ³]	< 10	< 10	< 25
PM _{2,5} sisällä/ulkona	< 0,5	< 0,7	–
Ilman suhteellinen kosteus [% RH]	–	–	–
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjästä]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	–
asunnot	90 %	80 %	–

*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Kuva 3. Sisäilmaluokituksen määrittämät tavoitearvot hiilidioksidipitoisuuslisälle, radonpitoisuudelle, hiukkaspitoisuuksille, ilmankosteudelle sekä olosuhteiden pysyvyydelle [5, s. 7].

5 Koetun ja mitatun olosuhdetiedon hyödyntäminen sisäilmajohtamisessa

Tässä luvussa vertaillaan koettua ja mitattua olosuhdetietoa, sitä miten ne poikkeavat toisistaan ja mitä yhtäläisyyksiä niistä löytyy. Käydään myös läpi Feelistä, eli IISY Oyn julkaisemaa ratkaisua käyttäjäpalautteeseen ja sen hyödyntämiseen sisäilmajohtamisessa.

5.1 Koettu olosuhdetieto

Koetulla olosuhdetiedolla tarkoitetaan käyttäjän itse kokemia tunteuksia. Näitä ovat mm. sisäilman lämpötila, ilmankosteus, vetoisuus, raikkaus ja tuoksut. Käyttäjä pystyy kertomaan esimerkiksi, että hän kokee sisäilman lämpötilan olevan liian lämmin. Tässä pitää kuitenkin ottaa huomioon yksilölliset tekijät, kuten vaatetus, mahdolliset sairaudet, ikä ja sukupuoli. Nämä kaikki vaikuttavat koettuun olosuhteeseen, ja tämän vuoksi koetusta olosuhteesta kerätty tieto voi poiketa mitatusta olosuhteesta.

5.2 Mitattu olosuhdetieto

Sisäilmaa voidaan tutkia joko kiinteistössä olevilla rakennusautomaatioantureilla tai viemällä kohteeseen langattomia IoT-antureita.

Mitatulla olosuhdetiedolla tarkoitetaan kohteeseen asennettujen IoT-laitteiden mittaamia suureita. Yleisimmät suureet, joita kiinteistöissä mitataan ovat lämpötila, ilmankosteus, hiilidioksidi-, hiukkas- ja TVOC-pitoisuus. Harvinaisempia antureita ovat mm. betonin kuivumista seuraavat anturit.

Sisäilman laatua ja lämpöoloja mittaavat rakennusautomaation anturit sijaitsevat yleensä ilmanvaihtokoneessa, tuloilmakanavassa, huonetilassa ja poistoilmakanavassa.

Poistoilmakanavassa olevat anturit mittaavat tiloista poistuvaa keskimääräistä sisäilman laatua.

IoT-laitteet asennetaan yleensä oven lähelle n. 1.5 metrin korkeudelle tilan lattiatasosta. Mittauksella saadaan sisäilman laadusta oleskeluvyöhykkeellä tieto, jota verrataan käyttäjäpalautteen kanssa.

5.3 Käyttäjäpalautte

Feelis on IISY Oyn lanseeraama palvelu, jonka avulla pyritään parantamaan käyttäjätyytyväisyyttä kiinteistöissä sekä havainnoimaan mahdolliset sisäilmaongelmat käyttäjien palautteen kautta ajoissa. Feelis-palvelu toimii siten, että kiinteistön tiloihin asennetaan tarrat, joissa on QR-koodi. Koodin avulla pääsee täyttämään lyhyen kyselyn koetusta sisäilman laadusta, jonka vastaukset näkyvät kohteen ylläpidolle. Tämän avulla ylläpito saa tietoa kiinteistön käyttäjien kokemasta sisäilman laadusta. Käyttäjät pystyvät puolestaan vaikuttamaan sisäilman laatuun antamalla tilakohtaisesti palautetta Feelis-palveluun tarrojen kautta.

Jos tilassa on IoT-antureita sekä Feelis-palvelu, voidaan käyttäjäpalautetta verrata tilassa olevien anturien mitattuun dataan. Tämän avulla on mahdollista huomata sisäilmaongelmat nopeasti. Tästä löytyy esimerkki demokohteen analysoinnista.

6 Demokohde

Valitsin opinnäytetyöhön kohteeksi Espoossa sijaitsevan toimistorakennuksen, jossa on Freesi- ja Feelis-palvelut. Työssä tutkittiin mittadataa 6 kk:n mittaiselta ajanjaksolta ja etsittiin yhtäläisyyksiä sekä eroavaisuuksia koetusta ja mitatusta olosuhdetiedoista. Työssä tutkitaan myös, miten Freesi ja Feelis ovat vaikuttaneet rakennuksen sisäilman laatuun ja sisäilmajohtamiseen.

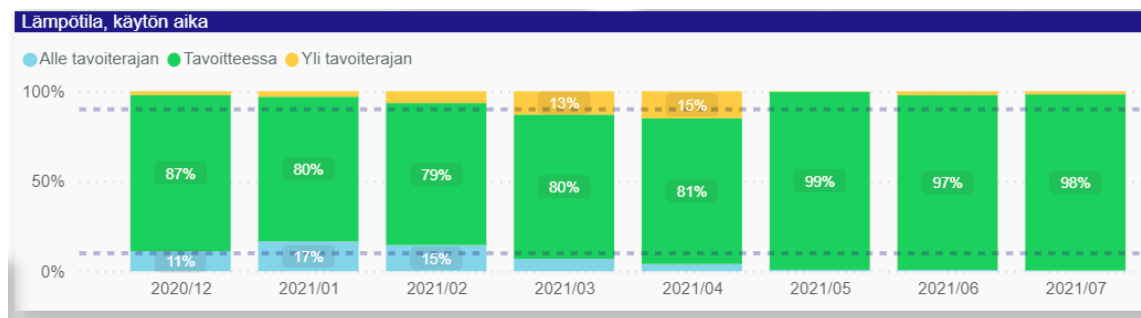
Mittadataa käydään läpi 6 kk:n pituiselta ajanjaksolta suureittain. Jokaisesta suureesta tutkittiin mittadata sekä käytiin läpi käyttäjäpalautetta. Datasta tarkasteltiin, miten vuodenajat vaikuttavat kiinteistöön, sekä yleisesti, miten rakennus on pysynyt sisäilmaluokituksen S2 tavoitearvoissa. Samalla selvitettiin läpi Feelistä saatavaa hyötyä, eli sitä, onko käyttäjäpalautte parantunut mittausjaksolla samassa kiinteistössä.

Kohteessa on 202 sisäilmaa mittaavaa IoT-laitetta, jotka mittaavat pääosin ilman lämpötilaa, ilman kosteutta, hiilidioksidia ja TVOC-pitoisuutta. Työssä tarkasteltiin näitä suureita tarkemmin ja seurattiin kiinteistössä tapahtuneita huoltotoimenpiteitä.

6.1 Ilman lämpötila

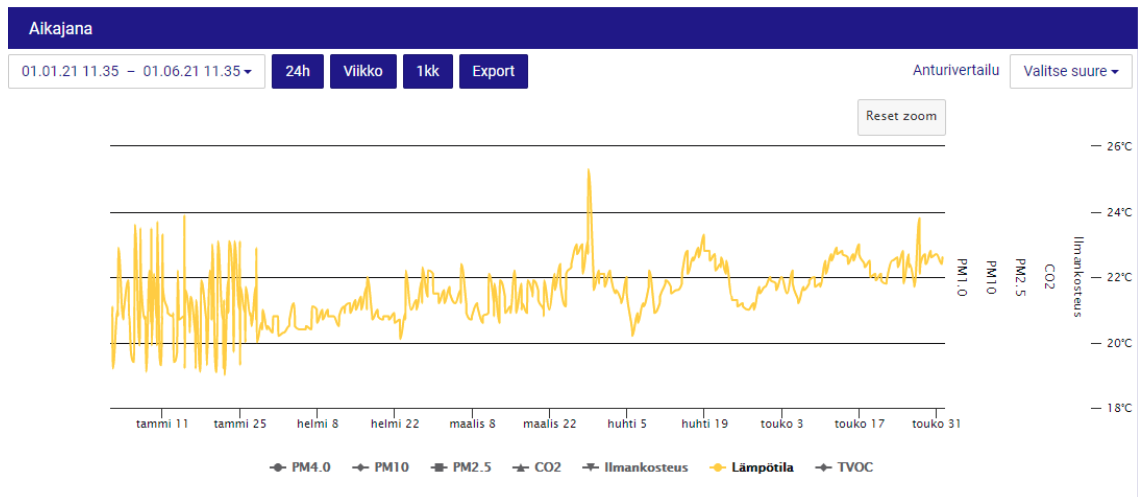
Tarkastelussa on mittausjakso 6 kk:n ajalta (1.1.2021–1.6.2021)

Kuvassa 4 on sisäilman lämpötilan kuukausittainen lämpötilan mittausdata 6 kk:n mittausjaksolta. Mittausdataa tarkistettiin keskiarvallisesti käytön aikana, keskiarvallisesti koko mittausjakson aikajanelta sekä vertailtiin ilman lämpötiloja tiloittain.



Kuva 4. Lämpötilan keskiarvo käytön ajalta (07–17) kuukausittain. Sininen kuvassa kartoittaa S2:n tavoitelämpötilan alittamista ja keltainen tavoitelämpötilan ylitystä [6].

Kuvasta voidaan nähdä, että lämmityskaudella 2020–2021 kiinteistössä on ollut hieman viileää. Osa tiloista on kuitenkin ollut myös yllämpöisiä, jolloin lämmityskauden loputtua maaliskuussa se näkyy suurempana tavoitelämpötilan ylityksenä. Kesäkuukausina 2021 tavoitelämpötilan ylitykset ovat vähentyneet. Vuorokauden keskilämpötilat on esitetty kuvassa 5.



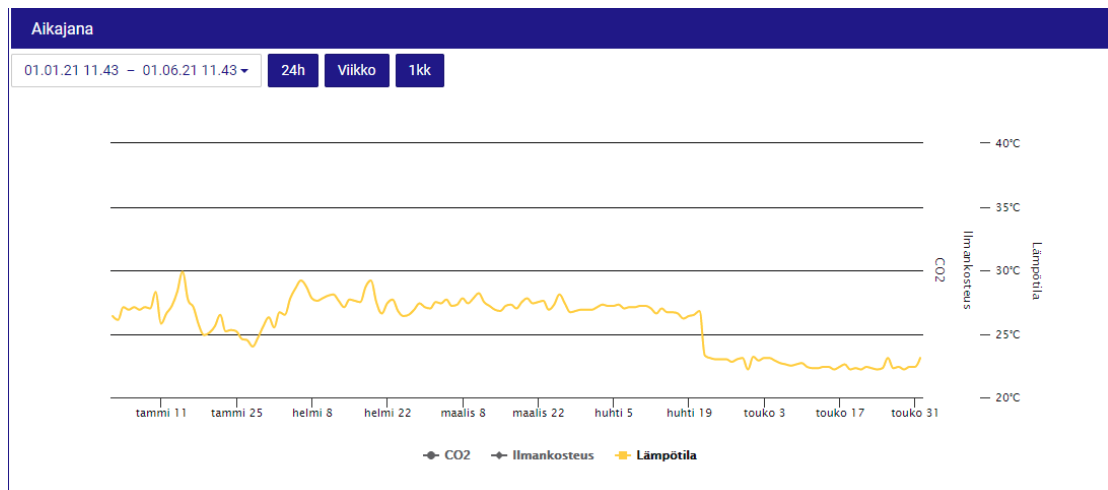
Kuva 5. Anturien mittaaman lämpötilan keskiarvo kiinteistössä 1.1.2021–1.6.2021 [6].

Kuvassa 6 on kiinteistön tilakohtaiset lämpötilat tammikuussa 2021. Mittausdata on kerätty 202 sisäilmaa mittaavasta IoT-laitteesta. Tavoitelämpötilan alituksia oli 50 tilassa ja ylityksiä 89 tilassa.



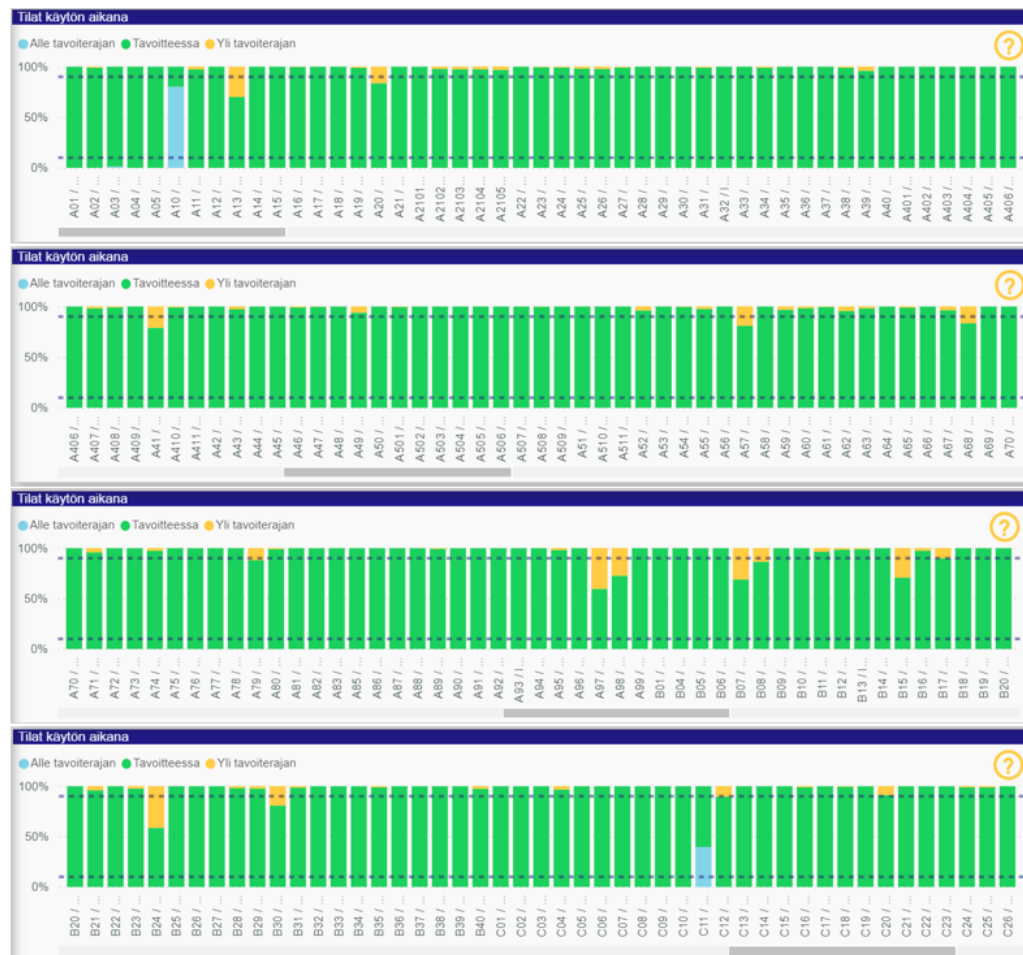
Kuva 6. Lämpötilat kiinteistössä tiloittain tammikuun aikana [6].

Kuvassa 7 on lämpötilan mittausdata tilasta A11 tammi–toukokuussa 2021. Huoneen sisäilman lämpötila oli keskimäärin 27,5 °C ennen lämpötilan säätöä. Säädön jälkeen sisäilman lämpötila oli keskimäärin 23 °C.



Kuva 7. Kyseisessä tilassa on tehty toimenpide lämpötilan hallitsemiseksi. Lämpötila on ollut lämmityskauden n. 27 °C. Huoltotoimenpiteiden jälkeen lämpötila laskettiin 23 asteeseen. [6.]

Kuvassa 8 on kiinteistön tilakohtaiset lämpötilat toukokuussa 2021. Mittausdata on kerätty 202:sta sisäilmaa mittaavasta IoT-laitteesta. Tavoitelämpötilan alituksia oli kahdessa tilassa ja ylityksiä kahdessakymmenessä tilassa.



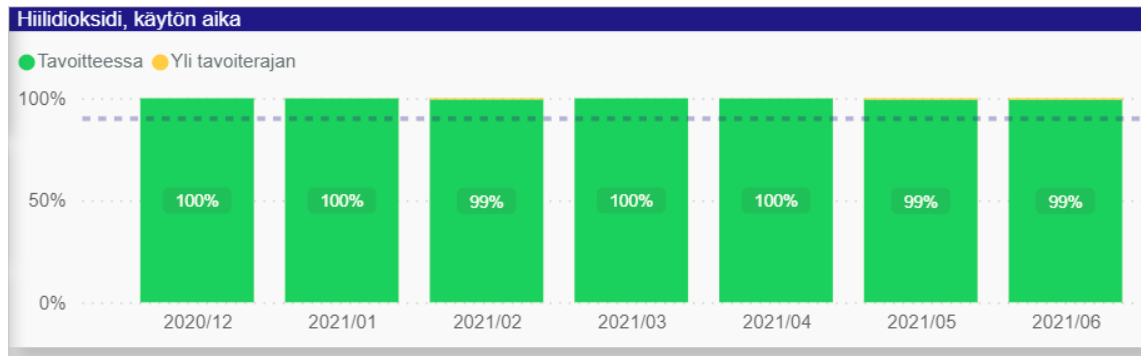
Kuva 8. Lämpötilat kiinteistössä tiloittain toukokuun aikana [6].

Kiinteistöstä mitatun lämpötila-datan perusteella voi havaita, että kiinteistössä on ollut tilakohtaisia tavoitelämpötilojen alituksia ja ylityksiä. Yleisesti lämpötilat ovat pysyneet kesäkuussa paremmin lämpötilan tavoitearvoissa, kuin tammikuussa. Tilakohtaisessa arvioinnissa (kuvat 6 ja 8) tulee ottaa huomioon lämmityskausi tammikuussa ja lämmityskauden loppuminen huhtikuussa. Tällöin sisäilmaluokitus määrittää lämpötilan ylärajaksi 26 °C, mikä vaikuttaa tutkimukseen.

6.2 Hiilidioksidipitoisuus

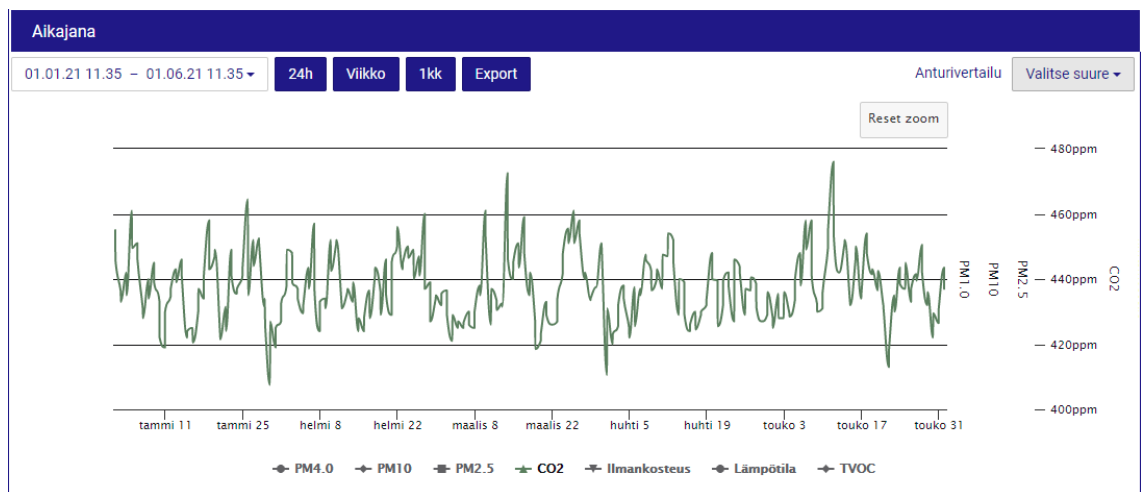
Tässä tarkastellaan hiilidioksidipitoisuustasoja vuoden mittausjaksolta ja katsotaan, miten hiilidioksidipitoisuustasot ovat pysyneet tavoitearvoissa kiinteistössä eri

vuodenaikoina. Hiilidioksidipitoisuustasoja tarkisteltiin käytön aikana, koko mittausjakson ajalta sekä kaikkien tilojen pysyvyyttä tavoitearvoissa. (Kuva 9.)



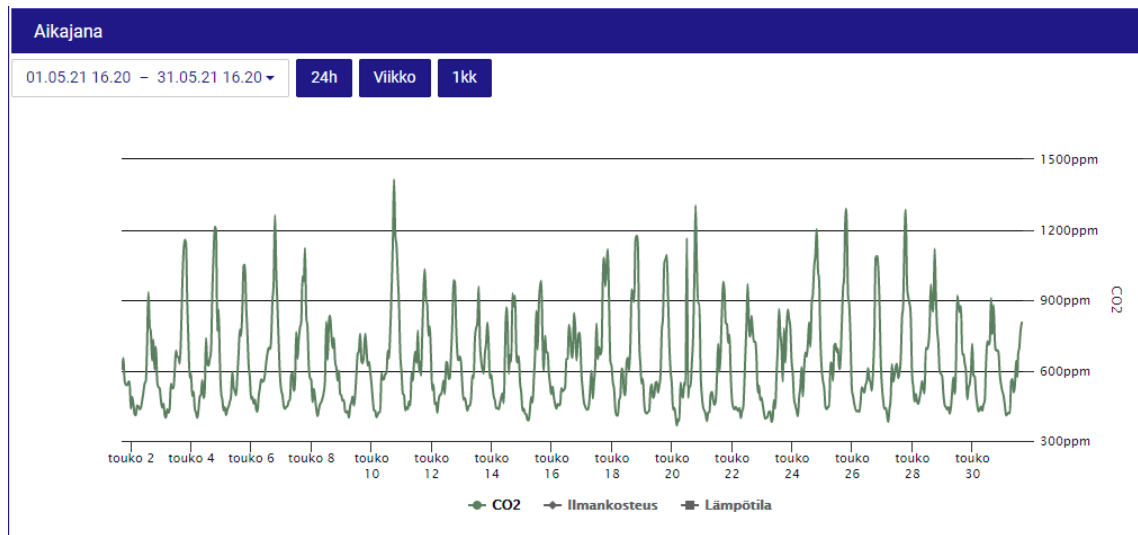
Kuva 9. Hiilidioksiditasojen keskiarvon tarkastelu käytönaikana 6 kk:n ajalta [6].

Kuvassa 10 on huoneiden oleskeluvyöhykkeeltä mitattu vuorokautinen keskimääräinen hiilidioksidipitoisuus tammi–toukokuussa 2021. Hiilidioksidipitoisuus oli keskimäärin 450 ppm.



Kuva 10. Kiinteistön tilojen vuorokautinen hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo 6 kk:n ajalta [6].

Kuvassa 11 on hiilidioksidipitoisuuden mittausdata tilasta A01 tammi–toukokuussa 2021. Huoneen sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli keskimäärin 700 ppm (400–1400 ppm).



Kuva 11. Hiilidioksidipitoisuus tilassa A01 toukokuulta. Kuvassa huomattavissa useita hiilidioksidipitoisuuksien piikkejä, jotka ovat ylittäneet sisäilmaluokituksen S2 tavoitearvon. [6.]

Kuvassa 12 on kiinteistön tilakohtaiset hiilidioksidipitoisuudet tammi–toukokuussa 2021. Mittausdata on kerätty 135 mittaavasta IoT-laitteesta. Tavoitearvon ylityksiä oli viidessä tilassa.



Kuva 12. Hiilidioksidipitoisuuksien tavoitearvoissa pysyminen koko mittausjakson ajalta [6].

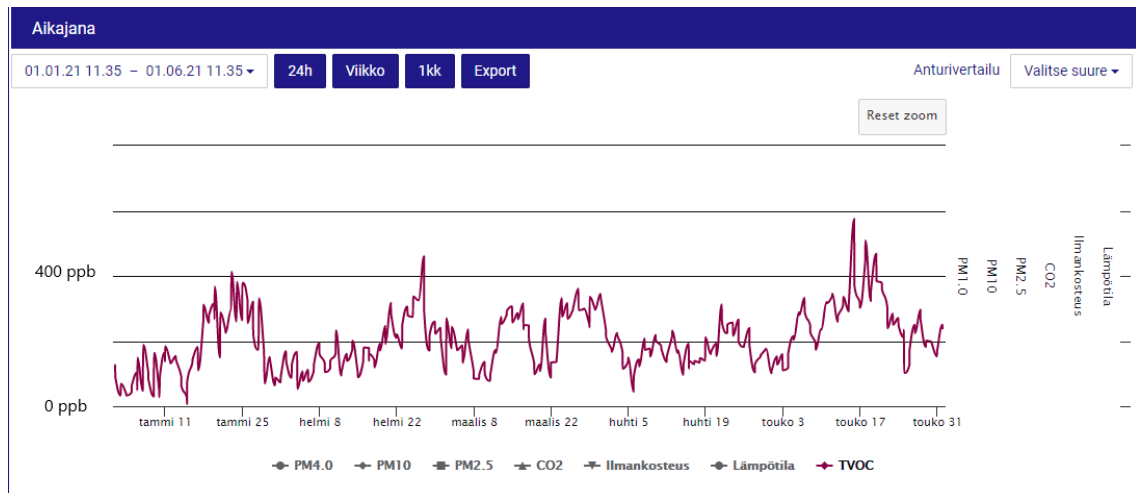
Hiilidioksidipitoisuus-datasta voimme todeta rakennuksen hiilidioksiditasojen pysyvän yleisesti tavoitearvoissa. Useimmissa tiloissa ei ole isompia sisäilmastoluokituksen S2 tavoitearvojen ylityksiä, ja nämä ovat pysyneet sisäilmaluokituksen asettamissa tavoitearvoissa mittausjakson aikana hyvin. Muutamissa tiloissa on ollut hetkellisiä hiilidioksiditasojen ylityksiä, mutta ei niin merkittäviä, etteikö sisäilmastoluokitus S2 toteutuisi kyseisissä tiloissa.

6.3 TVOC-pitoisuus

Tässä tarkasteltiin haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (TVOC) 6 kk:n mittausjaksolta ja katsotaan, miten TVOC-pitoisuudet ovat pysyneet raja-arvoissa kiinteistössä eri vuodenaikoina. Tässä tulee ottaa huomioon, ettei sisäilmastoluokitus ole määritelty tiloille TVOC-tavoitearvoja. Tämän vuoksi käytämme Freesi-palvelussa olevaa

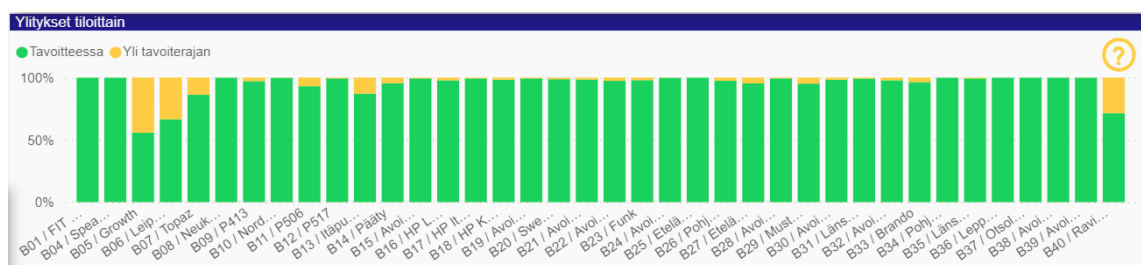
asetusarvoa 660 ppb, joka on lainattu muusta kirjallisuudesta ja ajan myötä hyväksi todettu. [8, s. 2.]

Kuvassa 13 on oleskeluvyöhykkeeltä mitattu keskimääräinen TVOC-pitoisuus tammi-toukokuussa 2021. TVOC-pitoisuus oli keskimäärin 200 ppb.



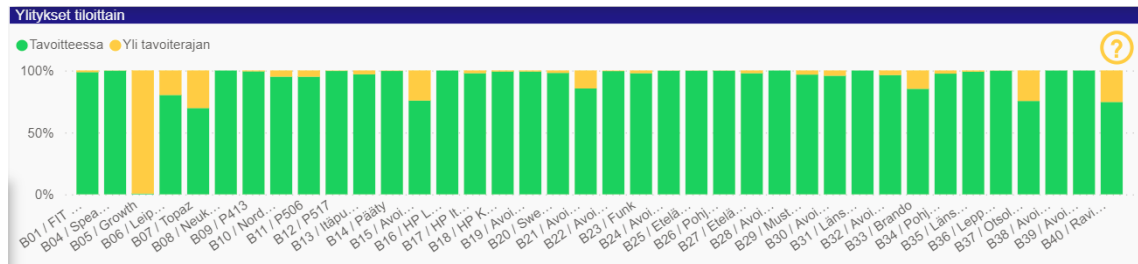
Kuva 13. TVOC-keskiarvot 6 kk mittausjaksolta. [6.]

Kuvassa 14 on kiinteistön tilakohtaiset TVOC-pitoisuudet tammikuussa 2021. Mittausdata on kerätty 39 IoT-laitteesta. Asetusarvon (660 ppb) ylityksiä oli kahdessatoista tilassa.



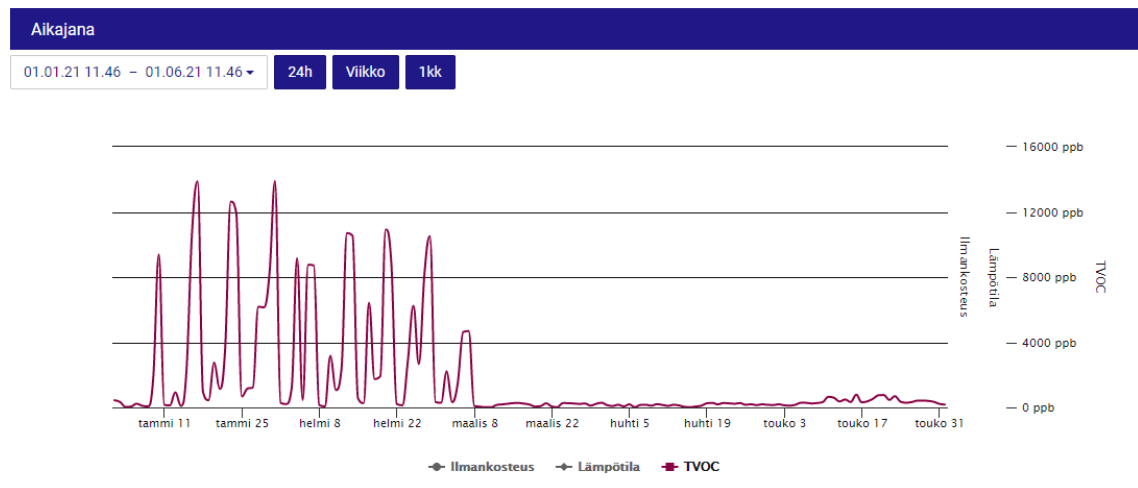
Kuva 14. TVOC-pitoisuuksien pysyvyys tavoitearvoissa tammikuussa [6].

Kuvassa 15 on kiinteistön tilakohtaiset TVOC-pitoisuudet toukokuussa 2021. Asetusarvon (660 ppb) ylityksiä oli neljässätoista tilassa.



Kuva 15. TVOC-pitoisuuksien pysyvyys tavoitearvoissa toukokuussa [6].

Kuvassa 16 on TVOC-pitoisuuden mittausdata tilasta B40 tammi–toukokuussa 2021. Huoneen TVOC-pitoisuus oli tammi–helmikuussa keskimäärin 5 000 ppb ja maaliskoukokuussa keskimäärin 200 ppb.

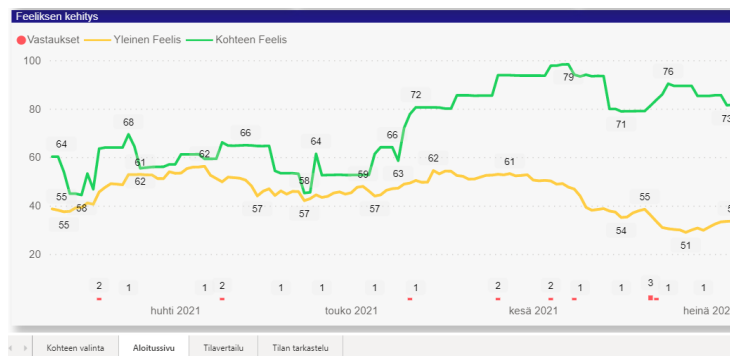


Kuva 16. Tilassa tehty asiakkaan toimesta huoltotoimenpide, joka on vähentänyt huomattavasti TVOC-pitoisuuksia [6].

TVOC-pitoisuuksia ja niiden tavoitearvoissa pysymistä tutkittaessa huomataan, että kiinteistön TVOC-pitoisuudet ovat pysyneet keskiarvolta tavoitearvoissa. Kun TVOC-pitoisuuksia tarkastellaan tiloittain, huomaamme muutamia tiloja, joissa pitoisuudet ovat nousseet talven jälkeen, eivätkä enää pysy tavoitearvoissa. Useimmat tilat ovat pysyneet hyvin tavoitearvojen sisällä eikä vastaavia poikkeamia näy. Tiloista, joista TVOC-pitoisuuksien ylityksiä tapahtuu, ei ole tullut negatiivista käyttäjäpalautetta. Datassa näkyy myös korjaustoimenpide, joka on vähentänyt TVOC-pitoisuuksien määrää. Tilassa B05, jossa TVOC-pitoisuudet ylittävät tavoitearvon jatkuvasti, olisi hyvä selvittää, mistä korkeat pitoisuudet johtuvat.

6.4 Feelis

Tässä tutkittiin käyttäjäpalautteita, eli miten kiinteistön käyttäjät ovat kokeneet sisäilmanlaadun omien aistien varaisesti. Feelis-palvelu tuli kiinteistöön joulukuussa 2020, minkä jälkeen järjestelmä on kerännyt kaiken käyttäjäpalautteen talteen. Tarkastelimme Feelis-palvelua 6 kk:n ajalta ja tutkimme, mikäli käyttäjäpalaute on muuttunut ajanjakson jälkeen. Kuvassa 17 on demokohteesta kerätty käyttäjäpalaute ja vertailuna Freesi-palvelun piirissä olevan kiinteistön keskimääräinen käyttäjäpalaute.



Kuva 17. Kohteen käyttäjäpalautetta verrattuna kaikkien Freesin piirissä olevien kiinteistöjen käyttäjäpalautteen keskiarvoon. Suurempi pistemäärä kuvaa parempaa käyttäjäpalautetta [6].

Kuvassa 18 on käyttäjäpalautteet tilasta A21 tammi–toukokuussa 2021. Huoneesta on tullut 10 käyttäjäpalautetta, joissa näkyy kyseisen hetken päivämäärä, tunti, ilman lämpötila, hiilidioksiditasot sekä suhteellisen ilmankosteuden arvot. Käyttäjäpalautteen saanti on loppunut maaliskuussa.

Valitse tila		Valitse kysymykset				
A21 / P401		<input type="checkbox"/> Kosteus	<input checked="" type="checkbox"/> Lämpötila	<input type="checkbox"/> Raikkaus	<input type="checkbox"/> Tuoksu	<input type="checkbox"/> Vetoisuus
Tila	Pvm	Tunti	Lämpötila	CO2	RH	Vastaukset
A21 / P401	10.03.2021	10	19,1	443	8	2: Vileä
A21 / P401	15.02.2021	8	19,7	427	12	1: Kylmä
A21 / P401	12.02.2021	10	19,4	485	9	3: Sopiva
A21 / P401	08.02.2021	7	19,8	547	13	3: Sopiva
A21 / P401	28.01.2021	14	18,6	451	21	1: Kylmä
A21 / P401	27.01.2021	7	17,5	457	32	1: Kylmä
A21 / P401	26.01.2021	8	17,8	445	29	1: Kylmä
A21 / P401	19.01.2021	8	16,8	508	30	1: Kylmä
A21 / P401	18.01.2021	6	13,6	420	18	1: Kylmä
A21 / P401	16.12.2020	7	21,2	485	28	3: Sopiva
Yhteensä			18,0	446	21	1: Kylmä, 2:

Kuva 18. Käyttäjät ovat vastanneet tilassa olleen kylmä lämmityskaudella useaan otteeseen. Kuvasta käy ilmi vastaushetkellä ollut lämpötila, hiilidioksidi ja ilman kosteus. Myös päivämäärä ja vastauksen kellonaika käy kuvasta ilmi [6].

Kuvassa 19 on käyttäjäpalautteet tilasta B38 tammi–toukokuussa 2021. Huoneesta on tullut 15 käyttäjäpalautetta, joissa näkyvät kyseisen hetken päivämäärä, tunti, ilman lämpötila, hiilidioksiditasot sekä suhteellisen ilmentösteuden arvot.

Valitse tila		Valitse kysymykset				
B38 / Avoin länsi		<input type="checkbox"/> Kosteus	<input checked="" type="checkbox"/> Lämpötila	<input type="checkbox"/> Raikkaus	<input type="checkbox"/> Tuoksu	<input type="checkbox"/> Vetoisuus
Tila	Pvm	Tunti	Lämpötila	CO2	RH	Vastaukset
B38 / Avoin länsi	26.05.2021	8	22,6		39	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	06.04.2021	6	20,9		26	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	19.03.2021	10	22,1		12	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	01.03.2021	11	22,4		25	2: Viileä
B38 / Avoin länsi	08.02.2021	7	20,6		16	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	05.02.2021	7	20,1		12	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	04.02.2021	9	20,3		13	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	20.01.2021	10	21,1		18	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	19.01.2021	10	20,9		26	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	15.01.2021	6	19,9		14	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	12.01.2021	10	21,4		25	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	08.01.2021	9	21,1		22	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	07.01.2021	10	21,2		24	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	05.01.2021	10	21,4		22	1: Kylmä
B38 / Avoin länsi	04.01.2021	10	21,4		24	1: Kylmä
Yhteensä			21,1		21	1: Kylmä, 2: Viileä

Kuva 19. Tilasta on annettu käyttäjäpalautetta, jossa ilmoitetaan tilassa olevan kylmä. Vastaushetkellä lämpötila on kuitenkin 19,9–22,4 °C. [6.]

Käyttäjäpalautteesta käy ilmi, että muutamissa tiloissa, joista vastauksia on tullut eniten, raportoidaan kylmyydestä. Ilman lämpötilaa mittaavat anturit ovat mitanneet vastauksia annettaessa, mikä näkyy kuvissa kyseisen hetken lämpötilana. Kuvasta 18 nähdään, miten tilassa on ollut huomattavan viileä käyttäjäpalautetta antaessa. Kuvassa 19 taas nähdään, että käyttäjä on raportoinut koko ajanjaksolta viileyttä, tilan ilman lämpötilan ollessa n. 21 °C.

Käyttäjäpalautteet ovat vähentyneet kesällä, mikä viittaisi siihen, että käyttäjät ovat jääneet lomille ja kiinteistön käyttö on ollut huomattavasti vähempää. Feelis-palvelun käyttäjäpalautteet on parantunut kiinteistössä pisteellisesti kesään mennessä, mikä tarkoittaa käyttäjätyytyväisyyden kehittyneen.

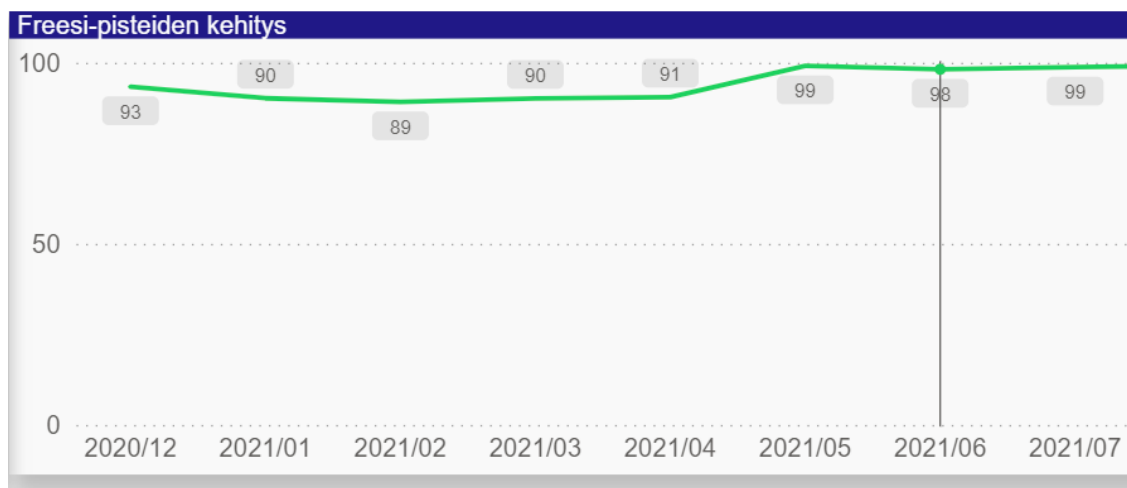
6.5 Tulokset

Kohteesta saadusta datasta voidaan päätellä, että kiinteistössä tehdään toimenpiteitä sisäilman laadun parantamiseksi. Freesi-datan ja Feelis-käyttäjiltä saatujen palautteiden perusteella voidaan todeta kiinteistön sisäilman laadun parantuneen 6 kk:n ajanjakson aikana. Tämä on hyvä merkki oikeanlaisesta sisäilmajohtamisesta, joka on osaltaan vaikuttanut kiinteistössä huoltotoimenpiteisiin.

Freesi-datan ja Feelis-käyttäjäpalautteen avulla pystytään vaikuttamaan sisäilman laatuun sekä käyttäjätyytyväisyyteen. Näitä kahta verrattaessa tilakohtaisesti voidaan huomata yhtäläisyyksiä, mutta myös eriävyyksiä. Käyttäjäpalautetta pitäisi tulla useasti ja samalta tilalta, jotta voidaan saada tarkkan käsityksen sisäilman laadusta.

Kohteessa on myös muutamia tiloja, jossa sisäilman datassa on poikkeamia, jotka eroavat sisäilmaluokituksen määrittämistä tavoitearvoista. Näihin kiinteistön tiloihin olisi syytä kiinnittää huomiota ja varmistaa, mistä tilan sisäilmaongelmat johtuvat.

Kiinteistön sisäilman laatu on yleisesti hyvällä tasolla. Sisäilmaluokituksen tavoitearvot ovat pysyneet kesäkuussa ajasta tavoitteessa 98 %, eikä kiinteistöstä ole tullut huonoa käyttäjäpalautetta.



Kuva 20. Freesi-pisteiden kehitys kohteessa. Freesi-pisteet koostuvat ilman lämpötilan, hiilidioksidin sekä paine-erojen pysyvyydestä kohteelle asetetun sisäilmaluokituksen tavoitearvoissa. [6.]

7 Asiantuntijahaastattelu

Opinnäytetyötä varten järjestettiin asiantuntijahaastattelu, jossa kysyttiin kysymyksiä liittyen sisäilmaongelmiin, sisäilmaongelmien ennaltaehkäisemiseen sekä koettuun ja mitattuun olosuhdetietoon. Haastattelu järjestettiin Freesin asiakkaan kanssa, joka on toiminut alalla pitkään.

Haastattelua varten laadittiin kysymyksiä hyödyntäen opinnäytetyössä olevaa teoriaosuutta sekä käytännön kysymyksiä sisäilmaongelmista. Asiantuntijahaastattelu pidettiin etänä Google meets -videopuhelun välityksellä. Palaveri nauhoitettiin asiantuntijan luvalla ja haastattelun yhteenveto kirjoitettiin myöhemmin nauhoitteelta talteen. Haastateltava pysyy opinnäytetyössä anonyyminä.

Haastattelussa käy ilmi paljon yhtäläisyyksiä teoriaosuudessa oleviin sisäilmaongelmiin, niiden syntyyn sekä ennaltaehkäisemiseen sekä siihen, miten asiakkaan organisaatiossa suhtaudutaan sisäilmaongelmiin ja niiden käsittelyyn. Haastattelun kysymykset ja vastaukset ovat liitteessä 1.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada lukijalle käsitys siitä, miten koettua ja mitattua olosuhdetietoa voidaan käyttää hyödyksi sisäilmajohtamisessa. Työssä käytiin läpi teoreettista osuutta sisäilmaongelmien yleisyydestä Suomessa, sisäilmaluokituksen tavoitearvoja ja asetuksia kiinteistöille sekä mitattua ja koettua olosuhdetietoa.

Opinnäytetyössä käsiteltiin myös Freesistä saatua mittadataa sekä käyttäjäpalautetta Espoossa sijaitsevasta kohteesta. Dataa tutkittaessa löydettiin hyviä viitteitä sisäilmajohtamisesta sekä siitä, miten olosuhteet muuttuivat tiloissa eri vuoden aikoina. Dataa käytiin läpi suureittain ja vaativimpien tilojen käyttäjäpalautetta käytiin läpi. Näistä löytyi hyviä yhtenäisyyksiä toisiinsa sekä muutamia poikkeamia. Tutkielman tavoitteena oli havainnollistaa lukijalle, miten koettua ja mitattua olosuhdetietoa voidaan käyttää hyväksi sisäilmajohtamisessa.

Lähteet

- 1 Usein kysytyt sisäilmakysymykset. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos. <<https://www.ttl.fi/tyoymparisto/sisaymparisto/sisailma/usein-kysytyt-sisailmakysymykset>> Luettu 1.9.2021.
- 2 Vornanen-Winqvist, Camilla; Alapieti, Tuomas; Andersson, Maria; Mikkola, Raimo; Pasanen, Pertti; Kurnitski, Jarek; Salonen, Heidi. 2018. Julkisten uudisrakennusten sisäilmaongelmat sekä ilmanvaihdon ja puumateriaalien vaikutukset sisäilman laatuun. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Aaltodoc-tietokanta.
- 3 Sisäilma. Verkkoaineisto. Terveystieteiden tutkimuskeskus ja hyvinvoinnin laitos. <<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma>>. Luettu 10.9.2021
- 4 Sisäilmasta oireilu. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/hengitysterveys-ja-sairaudet/hengitys-sairaudet/sisailmasta-oireilu/>>. Luettu 12.9.2021.
- 5 Sisäilmaluokitus 2018. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. <<https://www.sisailmayhdistys.fi/Julkaisut/Sisailmastoluokitus>> Luettu 1.9.2021
- 6 Freesi. Verkkoaineisto. <https://www.iisycloud.fi> Luettu 1.9.2021
- 7 Iisy Oy. Verkkoaineisto. IISY. <<https://iisy.fi/>>. Luettu 1.9.2021
- 8 Paloniitty, Sauli. 2019. Tutkimusraportti. Verkkoaineisto. <paloniitty.fi/wp-content/uploads/tutkimusraportti.pdf>. Luettu 13.10.2021
- 9 Mölsä, Seppo. 2016. Verkkoaineisto. Näin suomi homehtui – hyvä rakentamistapa sai aikaan pahaa jälkeä. Rakennuslehti 6/2016 <<https://www.rakennuslehti.fi/2016/06/nain-suomi-homehtui-hyva-rakentamistapa-sai-aikaan-pahaa-jalkea/>> <Luettu 4.9.2021>

Asiantuntijahaastattelu

Niko Kauranen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

LVI-tekniikka

14.10.2021

Asiantuntijahaastattelu

- Onko kiinteistökannassanne ollut sisäilmaongelmia?
 - Koulussa, palvelukeskuksessa ja terveyskeskuksessa on ollut sisäilmaongelmia, mitä ei suoranaisesti olla saatu mittauksilla kiinni vaan käyttäjien oirelun perusteella.
- Aiheuttaako haasteita enemmän kosteus ja homevauriot vai taloteknisiin toimintoihin liittyvät ongelmat? (Esim lämmitys, ilmanvaihto)
 - Talotekniikka aiheuttaa enemmän ongelmia, pääasiassa riittämätön ilmanvaihto ja lämmitys.
- Miten sisäilmaongelmat tulevat ilmi ja miten seuraat kiinteistökannan sisäolosuhteita?
 - Ongelmat tulevat pääasiassa ilmi käyttäjäpalautteen muodossa. Sisäolosuhteista seurataan Freesi-järjestelmän avulla, joka mahdollistaa reaaliajassa seuraamisen ja mahdollistaa itse ilmanlaadun ja muutosten seuraamisen. Varsinaista kyselyä sisäilman olosuhteista emme ole tehneet, mutta mm. koululla on Feelis-palauttejärjestelmä.
- Mitkä ovat tärkeimmät aiheuttajat / syyt ongelmille julkisessa kiinteistökannassa?
 - Vääränlainen rakennustapa ja rakennusaikaiset virheet sekä puutteet mm. tiedossa ovat suurinsyy näille ongelmille. Kiire ja aikataulu vaikuttavat myös varmasti.
- Mitä toimenpiteitä olette tehneet sisäilmaongelmien korjaamiseksi?
 - On hankittu Freesi-palvelu, joka helpottaa korjaamista ja jotta nähdään missä sisäilmaongelmia on. Olemme myös asentaneet ilmanpuhdistusjärjestelmät jotka perustuvat ionisaatioon.

- Mitä toimenpiteitä olette tehneet sisäilmaongelmien ennaltaehkäisemiseksi?
 - Melkein samat, eli Freesi-palvelu ostettu ja Ionisaatiojärjestelmät asennettu. Pitkän tähtäimen suunnitelmat tehty myös rakennuksiin. Panostettu reagoimiseen, toimimiseen ja käyttäjien tiedottamiseen.
- Oletteko keränneet kiinteistön käyttäjiltä käyttäjäpalautetta liittyen sisäilman olosuhteisiin?
 - Ollaan kerätty käyttäjäpalautetta Feeliksen kautta sekä koululla erillisellä kyselyllä ennen Feelis palvelua. Yleisluontosempaa kyselyä on tehty terveyshuollon kautta, mutta sitä ei pysty paikantamaan tiettyyn tilaan, minkä vuoksi sitä ei voi hyödyntää korjausrakentamisessa.
- Miten toimitte, kun käyttäjiltä tulee negatiivista palautetta sisäilmasta? Miten käyttäjäpalaute käsitellään?
 - Katsotaan miten paljon palautetta on tullut ja mistä tiloista. Jos antureita on samoissa tiloissa tarkastellaan ensin niistä saatua dataa ja käydään paikanpäällä tarvittaessa tutkimassa ja tarkastelemassa asiaa. Toimitaan sen mukaan, mikä diagnoosi saadaan kyseiselle ongelmalle. Nopea reagointi on tärkeää, koska käyttäjille tulee tunne, että heistä välitetään ja heidän mielipiteet ovat tärkeitä.
- Käytättekö hyödyksi koettua ja mitattua olosuhdetietoa sisäilmajohtamisessa?
 - Kyllä käytetään. Tätä varten on hommattu Freesi ja Feelis palvelu.
- Käytättekö mitattua olosuhdetietoa hyödyksi kiinteistönhoidossa / korjausrakentamisessa?
 - Ei ole toistaiseksi tullut tapauksia missä oltaisiin käytetty hyödyksi, mutta tarvittaessa käytetään, jos huomataan, että tätä voidaan käyttää korjausrakentamisessa hyödyksi. Mittadatatista nähdään hyvin, mikäli korjaustoimenpiteet ovat tehonneet.
- Mitä tietoa käytätte hyväksenne tehdessänne päätöksiä tarvittavista korjaushankkeista kiinteistöihin esim. saneerauksissa tai pitkäntähtäimen suunnitelmissa? Mistä hankitte tarvittavan tiedon?
 - PTS-suunnitelmat ovat pohjana siinä, kun mietitään investointeja tuleville vuosille. Käyttäjäpalaute on myös tärkeää PTS-suunnitelmia tehdessä, jotta tiedetään mikä ei toimi ja mikä mahdollisesti pitää ottaa korjauksessa huomioon. Mittatiedot ovat osaltaan myös hyviä, niiden avulla voidaan paikantaa ongelmia ja tutkia mitkä parametrit ovat sisäilmassa pielessä.