

Antti Ratia

SÄTEILYPANEELIJÄÄHDYTYS- JA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SOVELTU- VUUDEN TODENTAMINEN SAIRAALA- OLOSUHTEISIIN

Opinnäytetyö

Insinööri

Talotekniikka

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri, Talotekniikka
Tekijä/Tekijät	Antti Ratia
Työn nimi	Säteilypaneelijäähdytys- ja lämmitysjärjestelmän soveltuvuuden todentaminen sairaalaolosuhteisiin
Toimeksiantaja	Etelä-Savon hyvinvointialue
Vuosi	2023
Sivut	46 sivua, liitteitä 3 sivua
Työn ohjaaja(t)	Johanna Arola

TIIVISTELMÄ

Sisäympäristön tekijät ovat nykyaikana tärkeä osa rakennusta suunniteltaessa. Yksi tärkeimmistä sisäympäristön tekijöistä on lämpöolot. Kun puhutaan lämpöoloista, tarkoitetaan ominaisuuksia ympäristössä, jotka vaikuttavat lämmönsiirtoon ympäristön ja ihmisen välillä. Lämpöolot, ilmanlaatu ja ääniolot vaikuttavat sisäilmastoon. Olosuhteiden mittaamiseen ja tarkasteluun on olemassa monta erilaista vaihtoehtoa, jotka antavat tuloksia, joista voidaan todeta sisäilmaston arvot ja tavoitetasojen toteutuminen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää säteilypaneelijärjestelmän soveltuvuus sairaalaolosuhteisiin ja järjestelmän toimivuus perustuen kyselyyn sekä lämpötilamittauksiin, jotka suoritettiin sairaalakiinteistössä. Mittaukset suoritettiin kahdessa erässä dataloggereita käyttäen. Ensimmäinen mittausjakso sijoittui talvelle lämmityskaudelle ja toinen kesälle jäähdytyskaudelle. Saatuja tuloksia mittauksista vertailtiin olemassa oleviin ohjearvoihin. Mittauksien yhteydessä samaan aikaan toteutettiin myös kyselytutkimukset henkilökunnalle sekä potilaille.

Henkilökunnalta saatiin talven kyselystä hyvä vastausprosentti, joka oli 60 %, ja kesältä vastausprosentiksi tuli 26 %. Potilaskyselystä vastauksia saatiin talvelta 18 kappaletta ja kesältä 5 kappaletta. Lämpötilamittauksista saaduista tuloksista pystyttiin toteamaan, että järjestelmä toimii ohjearvojen mukaisesti. Henkilökuntakyselyistä saaduista aineistosta voitiin todeta, että liian matala huonelämpötila ja vedon tunne olivat eniten koetuimmat poikkeavuudet lämpöoloissa. Potilaskyselystä voitiin todeta vedon tunteen olevan eniten häiritsevä tunne lämpöoloissa. Potilaskyselyyn saatujen vastauksien vähäisyys tulee kuitenkin huomioida tuloksissa.

Tarkastelu oli hyvä tehdä kahtena eri ajankohtana, koska Suomessa ulkoilman olosuhteet vaihtuvat merkittävästi kesän ja talven aikana. Lämpötilamittauksien tulosten perusteella voi tutkittavaa järjestelmää pitää hyvänä valintana jatkossa tuleviin projekteihin.

Asiasanat: säteilypaneelit, lämpöolot, lämpötila, työolosuhteet

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Antti Ratia
Thesis title	Radiation panel verification of the suitability of the cooling and heating system for hospital conditions
Commissioned by	Etelä-Savo social and health services municipal corporation
Time	2022
Pages	46 pages, 3 pages of appendices
Supervisor	Johanna Arola

ABSTRACT

The factors of the indoor environment are nowadays an important part of designing a building. One of the most important factors are thermal conditions which means properties in the environment that affect the heat transfer between the environment and the person. Thermal conditions, air quality and sound conditions all affect the indoor climate. There are many different methods for measuring and examining the conditions in order to obtain results from which the values of the indoor climate and the realization of the target levels can be determined.

The aim of this thesis was to find out the suitability of the radiation panel system for hospital conditions and the functionality of the system based on a survey, as well as temperature measurements, which were carried out in the hospital property. The measurements were performed in two batches using data loggers. The first measuring period took place during the winter heating season and the second during the summer cooling season. The obtained results were compared to the existing guideline values. Surveys were also carried out for the staff and patients concurrently with the measuring periods.

The response rate from the staff winter survey was 60%, and the summer response rate was 26%. 18 replies were received from the patient winter survey and 5 from the summer survey. From the results obtained from the temperature measurements, it was possible to state that the system works in accordance with the guideline values. From the data obtained from staff surveys, it was concluded that too low a room temperature and draught were the most common abnormalities experienced in thermal conditions. From the patient survey, it could be concluded that the feeling of draught is the most disturbing abnormality in thermal conditions. However, the low number of responses to the patient survey should be taken into account in the results.

Carrying out the inspection during different seasons was crucial to obtaining accurate results as outdoor air conditions in Finland change significantly during summer and winter. Based on the results of the temperature measurements, the investigated system can be considered a good choice for future projects.

Keywords: radiation panels, thermal conditions temperature, working conditions

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	LÄMMÖN SIIRTYMINEN.....	9
2.1	Lämmönsiirtymisen muodot	9
2.2	Säteilypaneelit	10
3	TYÖYMPÄRISTÖ JA LÄMPÖTILA.....	11
3.1	Työhyvinvointi ja viihtyvyys.....	11
3.2	Lämpöolot.....	12
3.3	Lämpöviihtyvyys	15
3.4	Veto	16
3.5	Operatiivinen lämpötila	16
3.6	Sisäilman laatu ja pintajäähdytys- ja lämmitysjärjestelmät.....	17
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	19
4.1	Henkilökuntakysely	19
4.2	Potilaskysely	19
4.3	Lämpötilamittaukset.....	19
5	TULOKSET JA ANALYSOINTI.....	22
5.1	Kyselyiden tulokset.....	22
5.1.1	Henkilökuntakysely	23
5.1.2	Potilaskysely	24
5.2	Lämpötilamittaukset.....	26
5.2.1	Potilashuone V3077.....	27
5.2.2	Potilashuone V3030.....	30
5.2.3	Synnytyssali 2.....	31
5.2.4	Hoitajien kanslia.....	36
5.2.5	Potilashuone V3034 / V3022	38

6	POHDINTA.....	40
	LÄHTEET.....	42
	KUVALUETTELO.....	44
	TAULUKKOLUETTELO.....	46

LIITTEET

Liite 1. Henkilökuntakysely

Liite 2. Potilaskysely

Liite 3. Ohjelämpötiloja sairaalaan

LYHENTEET JA TERMIT

Dataloggeri	on elektroninen laite, jota käytetään tietojen tallentamiseen. Laite voidaan ohjelmoida tallentamaan tiedot määrätyle aikavälille. Laitteessa on tuloportteja tai antureita jotka mittaavat fyysisiä suureita, kuten lämpötilaa, kosteutta, painetta tai valoa.
Konvektio	lämmön siirtymistä pinnan ja nesteen tai ilman välillä
Lämmityskausi	ajankohta, jolloin vaaditaan lämmityslaitteiden käyttöä. Lämmityskauden katsotaan alkavan silloin, kun peräkkäin on kolme vuorokautta, joissa keskilämpötila on laskenut alle 12°C ja päättyvän keväällä, kun kolmena peräkkäisenä vuorokautena keskilämpötila on noussut 10°C yläpuolelle.
Lämmönjohtuminen	molekyylien liikkeestä johtuvaa lämmönsiirtymistä nestemäisessä tai kiinteässä aineessa
Lämpöolot	ympäröivien pintojen lämpötila, ilmanlämpötila, ilman nopeus, kosteus ja yksilölliset erot
Lämpösäteily	lämmön siirtymistä aallonmuotoisena magneettisäteilynä
Oleskeluvyöhyke	on alue huoneessa, jossa tavallisesti oleskellaan. Sen katsotaan alkavan lattiasta ja ulottuvan 1.8 m korkeudelle ja sivupinnat ovat 0.6 m etäisyydellä sisä- tai ulkoseinästä tai kiinteästä rakenteesta
Operatiivinen lämpötila	Ihmisen aistima lämpötila, joka ottaa huomioon konvektion ja säteilyn

Pallolämpötila	Lämpömittarin lukema, joka on sijoitettu halkaisijaltaan 150 mm olevan mustan pallon keskipisteeseen.
Sisäympäristö	laaja kokonaisuus, joka koostuu monesta eri tekijästä, joita ovat ääni- ja lämpöympäristö, valaistus, sisäilma, tilajärjestelyt, ergonomia sekä viihtyvyyteen vaikuttavat tekijät kuten materiaalivalinnat ja värit. Termiä käytetään yleensä käsiteltäessä ei teollisia toimintaympäristöjä, kuten terveydenhuolto, asunnot, toimistot, koulut
Veto	Ihon paikallinen jäähtyminen, joka koetaan epämiellyttävänä. Sen saa aikaan ilman virtaus ja sen lämpötila sekä säteilylämmönsiirto tai niiden yhteisvaikutus

1 JOHDANTO

Rakennusten lämpöolot ja niiden sopivuus vaikuttavat ihmisen viihtyvyyteen sisätiloissa. Oikeanlaisten lämpöolosuhteiden luomiseksi, rakennuksiin tarvitaan muun muassa katto ja seinät sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmät. Jotta mahdollistetaan oikeat olosuhteet, tarvitaan paljon energiaa. Rakennuksessa kuluvasta energiasta menee valtaosa sopivien lämpöolojen tuottamiseen. /1, s. 37./ Jotta energiaa ei kuluteta turhaan, tulee järjestelmien toimia suunnitellulla tavalla. Mitä lähempänä sisäilman lämpötilat ovat pintojen lämpötilojen kanssa, sitä mukavammat ovat tilan lämpöolot, kun taas alhaiset lämpötilat lisäävät käyttäjien tyytymättömyyttä sekä rakenteisiin kohdistuvia riskejä. /2, s. 16./

Opinnäytetyöni aloitin tekemään Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalveluiden kuntayhtymän (Essoten) toiminta-aikana tammikuussa 2022. Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalveluiden kuntayhtymän toiminta päättyi 31.12.2022, koska uudet hyvinvointialueet aloittivat toimintansa 1.1.2023. Toteutan opinnäytetyöni organisaatiomuutoksesta johtuen 1.1.2023 aloittaneelle Etelä-Savon hyvinvointialueelle (Eloisa).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää säteilypaneelijärjestelmän soveltuvuus sairaalaolosuhteisiin ja järjestelmän toimivuus perustuen kyselyyn sekä lämpötilamittauksiin, jotka suoritettiin perhetalossa. Perhetalo kuuluu Mikkelin hyvinvointikeskuksen kokonaisuuteen, joka kuntalaisten ja ammattilaisten keskuudessa tunnetaan kuitenkin edelleen paremmin Mikkelin keskussairaalana, jonka toimintaa uusi Etelä-Savon hyvinvointialue toteuttaa. Mittausjaksoja oli kaksi, joista ensimmäinen mittausajankohta ajoittui talviajan lämmityskaudelle ja toinen kesäajan jäähdytyskaudelle.

Perhetalo suunniteltiin parantamaan lapsiperheiden palveluja sekä mahdollistamaan saumaton kokonaisuus kaikista palveluista yli toimialarajojen. Perhetalo toimii alueen erityispalvelujen keskuksena ja sinne on koottu kaikki lapsiperheiden lähipalvelut /3/. Tarkasteltava alue rajataan koskemaan kolmatta kerrosta, jossa sijaitsevat synnytysosasto, synnytyssalit ja lastenosasto.

Lämpötilamittausten tulokset analysoidaan, ja saatuja tuloksia vertaillaan ohjearvoihin, jotka perustuvat Perhetalon jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmien suunnitelmissa oleviin lämpötiloihin. Ohjearvot tulevat lähteistä (liitteet 3 ja 4), jotka saatiin kohteen talotekniikan pääsuunnittelija Matti Ruuskaselta, Rejlers Oy:stä.

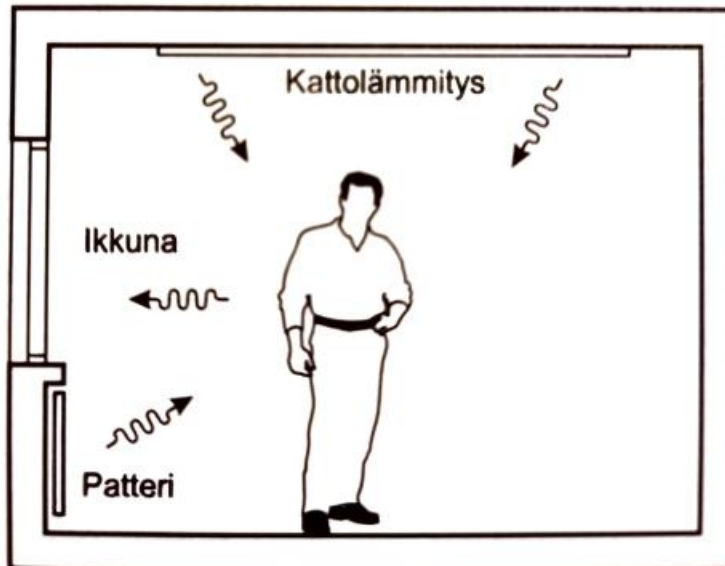
Perhetalossa on ItuGraf-säteilypaneelit, joiden avulla toteutetaan suurimmalta osin tilojen lämmitys ja jäähdytys. Työstä saatiin Etelä-Savon hyvinvointialueelle (Eloisa) arvokasta tietoa järjestelmän toiminnasta tarkastelun kohteessa sekä sen soveltuvuudesta tulevaisuuden rakennus- ja perusparannusprojekteihin.

2 LÄMMÖN SIIRTYMINEN

2.1 Lämmönsiirtymisen muodot

Lämmön siirtymiseen on kolme tapaa, johtuminen, lämpösäteily sekä konvektio. Lämpö johtuu pintojen ja lämmönsiirto- tai jäähdytysaineen välityksellä. Etenkin kiinteissä rakenteissa lämpö siirtyy johtumalla ja sen voimakkuuteen vaikuttaa pintojen materiaali sekä niiden lämmönjohtavuus. Lämpösäteilyssä pintojen välillä energia siirtyy sähkömagneettisina aaltoina. Lämpösäteilyn vaikutus ei kohdistu suoraan huoneilman lämpötilaan, vaan pintoihin. Konvektiossa lämpöenergia siirtyy pinnan ja kaasun tai nesteen virtauksen avulla. Konvektio voi olla pakotettua tai luonnollista. Pakotetussa konvektiossa kaasu tai neste liikkuu paine-eron vaikutuksesta, kun taas luonnollisessa konvektiossa liikkeen aiheuttaa ilmavyöhykkeiden tiheusero. /4, s. 9–10./

Vastakkaisiin puoliavaruuksiin suunnattujen säteilylämpötilojen avulla arvioidaan säteilemällä tapahtuvan lämmönsiirtymisen epätasaisuutta. Säteilylämpötilat pystytään laskea pintalämpötilojen ja näkyvyyskertoimen avulla tai mitata erityisellä mittalaitteella. /5, s. 18./ Lämpösäteily voi aiheuttaa epämiellyttävää vaihtelua lämpöoloissa siitakin huolimatta, että keskimääräiset olosuhteet olisivat miellyttävät. Erityisesti tämä on mahdollista lämmittimien tai isojen ikkunoiden läheisyydessä. Kuvassa 1 havainnollistetaan epätasaisuutta lämpöoloissa. /6, s. 18./

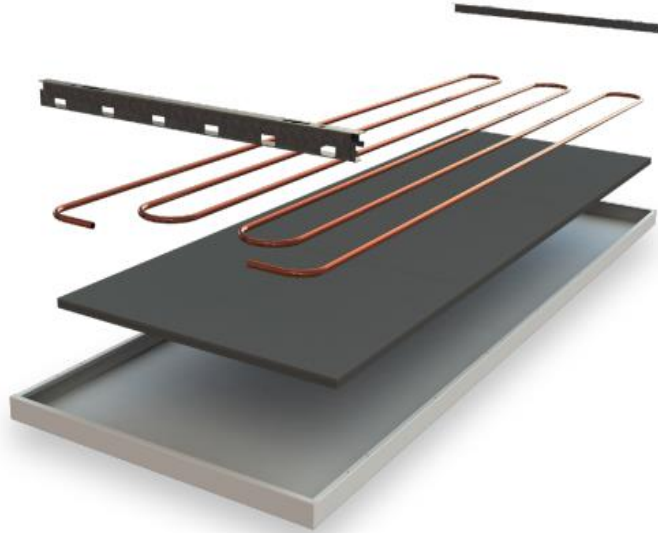


Kuva 1. Lämpösäteilyn tuottamaa epätasaista lämmönluovutusta

2.2 Säteilypaneelit

Kattorakenteeseen asennettavia tai vapaasti kattoon ripustettavia lämmitykseen sekä jäähdytykseen käytettäviä paneeleita kutsutaan säteilypaneeleiksi. Paneelit pitävät sisällään kuparista tai teräksestä valmistetun virtausputken, joka on upotettu lämpöä eristävään rakenteeseen. Lämpöenergia siirtyy huoneen ja tilassa olevien ihmisten sekä jäähdytys- tai lämmityspinnan välillä. /7, s. 25./

Lämmitettäessä ja jäähdytettäessä yksittäistä kohdetta tehokkain vaihtoehto on valita vapaasti roikkuva paneelimoduuli. Käytettäessä kuvassa 2 olevaa yhdellä virtausputkella varustettua paneelia, se voidaan kytkeä vaihtojärjestelmään 6-tieventtiilillä, joka mahdollistaa paneelin käytön. Mahdollista on käyttää myös kahdella virtausputkella varustettuja paneeleita, jolloin ne voidaan kytkeä kahteen itsenäisenä toimivaan verkostoon. Kun käytetään itsenäisiä jäähdytys- ja lämmitysverkostoja, ei ole olemassa riskiä, että nesteet verkostoissa menevät sekaisin paneelissa vaihdettaessa lämmitykseltä jäähdytykselle. /8./



Kuva 2. Yhdellä virtausputkella varustetun säteilypaneelin rakenne

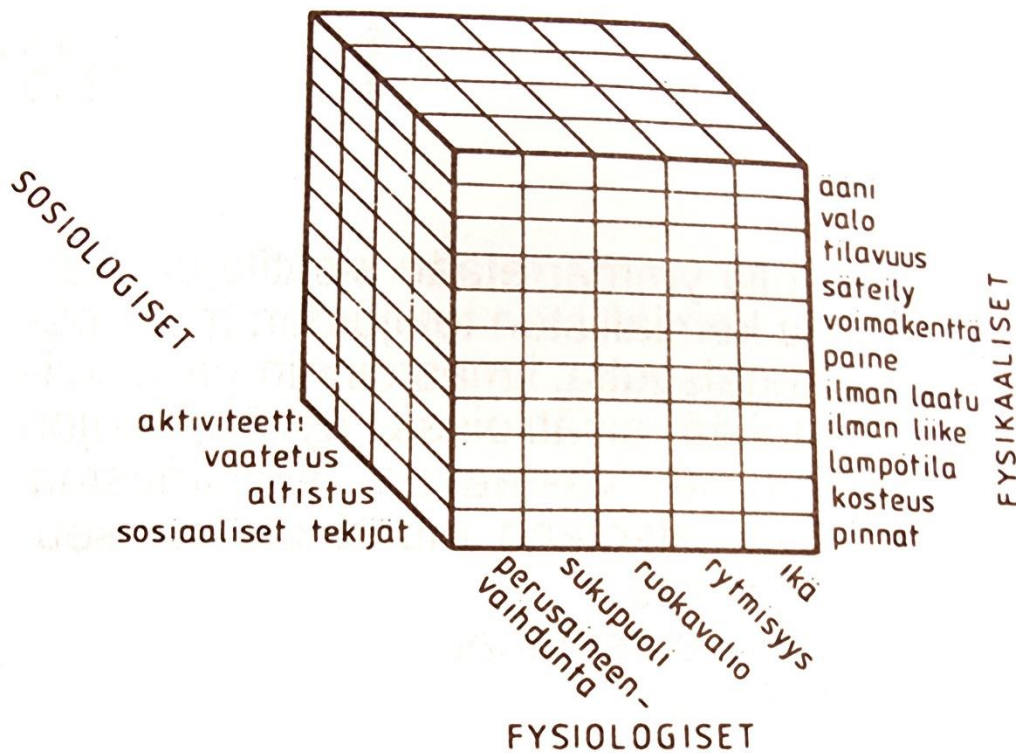
3 TYÖYMPÄRISTÖ JA LÄMPÖTILA

Sairaalassa työskennellään pääsääntöisesti kevyissä vaatteissa, mutta on tilanteita, joissa henkilökunta joutuu laittamaan päälle suojapuvun sekä hengityksensuojaimen. Luonnollisesti ylimääräiset varusteet aiheuttavat erilaisia oireita kuten väsymystä ja kuumaa tunnetta. Kylmässä työskentely myös aiheuttaa ihmiselle erilaisia oireita, kuten jäsenien toiminnankyvyn heikentymistä ja verenkiertohäiriötä. Ilman lämpötilalle on olemassa raja-arvo, $+28^{\circ}\text{C}$, joka määrittää kuumatyön ja kun työskennellään alle $+10^{\circ}\text{C}$, katsotaan työntekijän altistuneen kylmälle. /9./

3.1 Työhyvinvointi ja viihtyvyys

Niemelän /10, s. 553–554/ mukaan työympäristöllä on suuri merkitys työssä jaksamiseen ja hyvinvointiin. Vaikka varsinaista terveysriskiä työtiloissa ei esiintyisikään, on työympäristöllä kuitenkin negatiivisia vaikutuksia, jos se poikkeaa huomattavasti viihtyvyysalueesta. Yleisesti oletetaan, että on olemassa työympäristön olosuhdeoptimi, jotta työtehtävät voidaan suorittaa parhaalla vireystilalla työtehtävään nähden. Yksilölliset erot tulisi kuitenkin huomioida optimitilanteessa. Hyvin suunniteltu työympäristö lisää työn tekijöiden tuottavuutta ja viihtyvyyttä. Vaikka työympäristön merkittävyys tiedostetaan, on sitä tutkittu kuitenkin melko vähän. Eniten on selvitetty valaistuksen, ilman epäpuhtauksien ja lämpöolojen vaikutusta.

Mielentilaa, jolla määritellään tyytyväisyyttä ympäristöön, voidaan kutsua viihtyvyydeksi. Useilla eri tekijöillä on vaikutusta ihmisen viihtyvyyteen. Tekijöitä ja niiden vaikutusta voidaan selvittää kolmiulotteista mallia apuna käyttäen, joka on kuvassa 3. Mallissa on paljon asioita, joihin eivät rakennuksen suunnittelijat pysty vaikuttamaan. Kokonaisuuteen viihtyvyydessä voivat vaikuttaa muun muassa hyvä työtuoli tai hyvä esihenkilö, jotka koetaan tärkeämpänä kuin työhuoneen lämpötila tai vedottomuuden tunne. Kun puhutaan viihtyvyydestä, tämä tulee pitää mielessä. Kokonaisviihtyvyys on tarkoin eroteltava lämpöviihtyvyydestä. /11, s. 3–4./



Kuva 3. Kolmiulotteinen malli tekijöistä mitkä vaikuttavat viihtyvyyteen

3.2 Lämpöolot

Aineenvaihdunta kehossa tuottaa lämpöä. Jotta kehon lämpötila ei nouse yli 37°C, on lämmön poistuttava ympäristöön. Mitä enemmän harjoitetaan liikuntaa tai suoritetaan fyysisyyttä vaativia työtehtäviä, sitä enemmän syntyy lämpöä. Jotta lisääntynyt lämpömäärä poistuu ympäristöön, pitää oleskeltavassa huoneessa lämpötilan olla matalampi kuin kehon lämpötilan. Tilanteessa, jossa ei osaa sanoa, pitäisikö lämpötilan olla korkeampi vai matalampi, on

lämpötila oikea. Oikea lämpötila ei aiheuta vedon tai kylmän tunnetta, vaan siinä on viihtyisä ja mukava oleskella. /5, s. 7./

Lämpöoloille ei ole määritelty sitovia raja-arvoja, ja sen vuoksi lämpöolojen merkitystä työntekijän terveyteen on arvioitava aina tapauskohtaisesti. Työterveyshuolto voi esimerkiksi tehdä tämän arvion työpaikkaselvityksen yhteydessä. Työpaikan lämpöolosuhteita arvioitaessa voidaan käyttää apuna taulukossa 1 olevia suositusarvoja /12/

Taulukko 1. Suositusarvot lämpöolojen tarkasteluun työpaikalla

Työn raskaus	Lämmön tuotto	Lämpötilasuositus	Ilman liike
kevyt istumatyö	alle 150 W	21–25 °C	alle 0,1 m/s
muu kevyt työ	150–300 W	19–23 °C	alle 0,1 m/s
keskiraskas työ	300–400 W	17–21 °C	alle 0,5 m/s
raskas työ	400–W	12–17 °C	alle 0,7 m/s

Kähkösen /10, s.290/ mukaan lämpöolot pystytään jaottelemaan kolmeksi alueeksi, joita ovat kylmä- ja kuumatyö ja lämpöviihtyvyyalue. Alueiden välillä ei kuitenkaan ole täsmällisiä rajoja. Arvioitaessa lämpöoloja tulee huomioon ottaa vaatetuksen lämmöneristävyys ja elimistön lämmöntuotannon lisäksi myös fysikaaliset lämpöoloparametrit:

- ympäristön säteilylämpötila
- ilman lämpötila
- ilman nopeus
- ilman suhteellinen kosteus tai
- vesihöyryn osapaine.

Lisäksi lämpöolojen kokemiseen vaikuttavat myös yksilölliset erot.

Ihmisen kehosta ovat elimistön sisäosat ainoastaan tasalämpöisiä. Keuhkojen, sydämen, keskushermoston sekä muiden lämpötila pysyttelee vakaana

noin 37°C:ssa. Vuorokauden ajankohta vaikuttaa elimistön sisäosien lämpötilaan hieman, siten että aamulla lämpötila on alimmillaan. Kehon ääreisosien ja pintaosan lämpötila sen sijaan vaihtelee paljon elimistön lämmöntuotannon ja ympäristön lämpöolojen mukaan. /10, s. 290./

Kuumatyössä sisäelinten lämpötilaa nostaa myös lihastyö. Työn fyysisen kuormittavuuden noustessa raskaammaksi isommat lihasryhmät joutuvat työhön, joka johtaa kehon lämpötilan voimakkaaseen nousuun. Elimistö yrittää säilyttää lämpötasapainon, mutta kuumatyössä elimistöön alkaa kuitenkin kertymään helposti liikaa lämpöenergiaa. Pahimmillaan ylimääräinen lämpö kehossa aiheuttaa lämpöhalvauksen, joka hoitamattomana johtaa kuolemaan. Jos sisäelinten lämpötila ylittää yli 39°C, verenkierto ylikuormittuu, mikä vaikuttaa laskevasti suorituskykyyn. Sairaalloisia muutoksia aiheuttaa yli kolmen Celsius-asteen nousu. Lämpötilan noustessa yli 43°C ovat muutokset sisäelimiä palautumattomia. /10, s. 291./

Ympäristöoloja, joissa elimistön lämmönsäätelyjärjestelmät, kuten lihasvärinä ja kehon ääreisosien verenkierron supistuminen, aktivoituvat, voidaan nimittää kylmäksi. Kylmätyöksi voidaan katsoa jo 15°C lämpötilassa työskentely, jos tehdään kevyttä työtä, eikä lämpötilaa ole huomioitu vaatetuksessa. Kylmähaitat alkavat kuitenkin tavanomaisemmin ilmetä vasta alle 10°C lämpötilassa, jolloin erilaiset kylmäkokemukset ja fysiologiset reaktiot ovat tavanomaisia. /10, s. 292./

Kylmässä kehon ja ihon ääreisosien verisuonet supistuvat ja jalkojen sekä käsien verenkierto heikentyy. Hengitettäessä kylmää ilmaa hengitystiet jäähtyvät sekä kuivuvat varsinkin kehoa kuormittavan ruumiillisen rasituksen aikana. Keuhkoputket saattavat alkaa supistumaan tämän seurauksena, mikä voi aiheuttaa hengittämisen vaikeutta. Astmaa sairastavien henkilöiden on yleensä hankala hengittää kylmässä. /10, s. 292./

Kylmän ilman vaikutuksesta kehon lihakset alkavat aluksi jännittymään, ja kylmän edelleen jatkuessa käynnistyy kehossa lihasvärinä. Lihasvärinästä aiheutuu tuki- ja liikuntaelimistön koordinaation heikkeneminen, liikkumisen kuormittuminen ja fyysisen suorituskyvyn alentuminen. Lihasvärinä on keino tuottaa lämpöä elimistöön, jolla keho yrittää pitää lämpötasapainoa. Tapaturmien ja

onnettomuuksien riskit kasvat kylmässä kehon suorituskyvyn heikkenemisen takia. Elimistön lämpötilan laskiessa alle 35°C puhutaan hypotermiasta. Hypotermia, eli kehon alilämpöisyys, johtaa pahimmillaan kuolemaan, jos kehon lämpötila jatkaa laskuaan. /10, s. 292./

Kuuman ja kylmän sietokyky on ihmisillä yksilöllistä. Sietokyvystä puhuttaessa tarkoitetaan ihmisen kykyä pitää yllä lämpötasapaino sekä vastustaa kuumuuden ja kylmyyden negatiivisia vaikutuksia. Sietokykyyn vaikuttavia piirteitä ja ominaisuuksia ovat muun muassa sukupuoli, fyysinen kunto, ikä, kehon muoto ja koko, ihonalaisen rasvan määrä sekä jotkut sairaudet ja mahdolliset lääkytykset. Ikääntyminen hidastuttaa kehon lämmönsäätelyreaktioiden käynnistymistä ja aiheuttaa myös fyysisen suorituskyvyn alenemista. /10, s. 293./

3.3 Lämpöviihtyvyys

Kun määritellään tyytyväisyyttä ympäristön lämpöoloihin, puhutaan lämpöviihtyvyydestä. Kähkösen /10, s. 293/ mukaan yksilö ei tiedä, olisiko miellyttävämpi ympäristön lämpötila alempi tai korkeampi kuin senhetkinen vallitseva lämpötila. Tarkasteltaessa lämpöviihtyvyyttä huomioon otetaan samat henkilökohtaiset ja fysikaaliset parametrit kuin arvioitaessa kylmiä ja kuumia työoloja. Lämpöviihtyvyyssalueella muutokset lämpöoloissa häiritsevät viihtyvyyttä työssä, suorituskykyä sekä tuottavuutta.

Tulevaisuudessa lämpöolojen ja lämpötilan vaikutus tuottavuuteen työssä sekä sairastuvuuteen saa yhä merkittävämmän painoarvon. Tutkimuksissa on voitu todeta suorituskyvyn heikentymistä noin kahdella prosentilla jokaista 25 asteen ylitystä kohden. Matalien lämpötilojen on havaittu haittaavan tehtävien suorittamista, joissa vaaditaan kädentaitoja. Jo 20–22 °C:n lämpötilassa sorminäppäryys huononee. Lämpötilaviihtyvyyssuosituksissa pidetään miellyttävänä lämpötila-alueena 21–25 °C. /10, s. 293./

Useimmiten lämpöviihtyvyys liittyy toimistotyyppisiin työtiloihin, joihin katsotaan kuuluvan toimistojen lisäksi nykyään yleistynyt valvomotyö. Valvomotyöhön liittyvät monitorit ja tietokoneet tuottavat valaistuksen lisäksi ympäristöön paljon ylimääräistä lämpökuormaa. Kesäaikaan valitusta aiheuttaa liian korkea huonelämpötila, ja talvella lämpötilan ohella myös veto on yksi valituksen aihe.

Kesäpäivänä ulkoilman lämpötilan ollessa korkea voi toimistojen huonelämpötila nousta helposti yli 30 °C. Myös auringonpaiste aiheuttaa ikkunoiden läheisyydessä epäsymmetristä lämpösäteilyä. Kuumuudesta johtuvia haittoja torjutaan moderneissa rakennuksissa tilojen jäähdytyksellä. /10, s. 294./

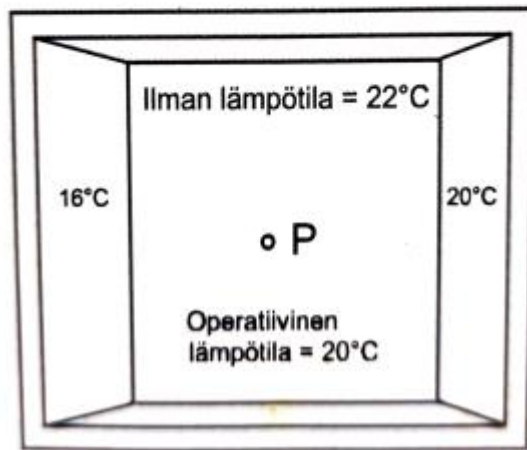
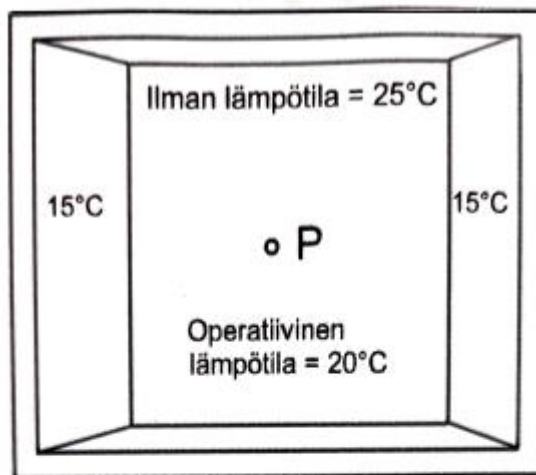
Talviaikana nousevat esiin rakennus- ja suunnitteluvirheet. Ikkunakehyksien ja seinien eristyksien puuttuminen, tiivistyksien huono toteutus ja suuria lasipintoja pitkin laskeutuva kylmä ilmanvirtaus sekä huonosti suunnatut tuloilmavirtaukset aiheuttavat kylmän tunnetta. Suurien, kunnoltaan huonojen ikkunoiden välittömässä läheisyydessä voi esiintyä epäsymmetristä lämpösäteilyä. Jos tiloja jäähdytetään tuloilmalla, voivat pienetkin poikkeamat tuloilmasuuhun ja tilan keskimääräisen lämpötilan välillä aiheuttaa valituksia vedontunteesta työntekijöiltä. /10, s. 294./

3.4 Veto

Yksilö tuntee vetoa, kun olosuhteet muuttuvat liian nopeasti tai ovat epäsymmetriset ja kun hänen lämpöaistimuksensa on viileä tai se muuttuu kohti viileää. Ilman liike, lämpötila ilmassa ja lämpösäteily vaikuttavat vedon tunteeseen. Vedon tunteeseen ei aina tarvita ilman liikettä. Jos lämpötila huoneessa on matalampi kuin lämpöneutraalia vastaava optimilämpötila, tuntee ihminen herkemmin vetoa. /1, s. 47./

3.5 Operatiivinen lämpötila

Ihmisen kehosta poistuu lämpöä pääasiassa säteilynä ja konvektiona. Tästä johtuu, että ilman sekä pintojen lämpötilat vaikuttavat yhtä paljon lämpimyden tunteeseen. Säteilylämpötilalla ilmaistaan pintojen synergia, joka on likimäärin seinä- ja ikkunapintojen pinta-aloilla painotettu keskilämpötila. Lämpötila ja ilman nopeus vaikuttavat konvektion suuruuteen. Operatiivisella lämpötilalla ilmaistaan konvektion ja säteilyn yhteisvaikutus, joka on likimäärin säteilylämpötilan ja ilman lämpötilan keskiarvo. Kuvassa 4 havainnoidaan, kuinka erilaisilla yhdistelmillä pintojen ja ilman lämpötilojen suhteen voidaan saavuttaa sama operatiivinen lämpötila. Lämpöeristyksellä pystytään vaikuttamaan pintojen lämpötilaan. Pinnan lämpötila on sitä lähempänä ilmanlämpötilaa, mitä parempi on eristys. Tämän vuoksi talvella ikkunoiden pintalämpötila on selvästi seinäpintoja alhaisempi. /6, s. 17–18./



Kuva 4. 20°C sama operatiivinen lämpötila, jonka ihminen aistii, voidaan saavuttaa erilaisilla pintojen ja ilman lämpötilojen yhdistelmillä

3.6 Sisäilman laatu ja pintajäähdytys- ja lämmitysjärjestelmät

Sairaalaympäristössä on oltava mahdollisimman vähän likaa ja pölyä kerääviä elementtejä. Patterijärjestelmien käyttäminen lämmityksessä tai jäähdytyksessä vaatii siivoukselta enemmän kuin säteilyjärjestelmät, koska patterit keräävät epäpuhtauksia ilmasta. Säteilypaneelien sileäpinta ei mahdollista epäpuhtauksien kertymistä, mikä vähentää huonesiivouksen kuormitusta. Veto ja ilmanliike aiheuttavat myös haasteita käytettäessä perinteisiä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä. Kun ilma liikkuu, epäpuhtaudet kulkevat ilmanliikkeen mukana huoneilmassa. Pahimmassa tapauksessa järjestelmään kosteuden vaikutuksesta kerääntyneet homeet sekä erilaiset bakteerit. /13./

Säteilypaneelijärjestelmä mahdollistaa yksilöidyn tarpeen mukaisen lämpötilan potilashuoneissa. Potilashuoneissa saattaa olla useampia potilaita kerrallaan, ja jokaisella voi olla omat tarpeensa lämpötilasta, jolloin säteilypaneelijärjestelmään asennetuilla paneelikohtaisilla termostaateilla ja säätölaitteilla potilaat voivat spesifioida potilaspaikkansa lämpötilan ilman, että se vaikuttaa toisiin potilaisiin. /13./ Potilaiden toipumista ja sen yhteyttä ympäristön lämpötilaan on tutkittu, ja on todettu, että ympäristön lämpötilalla on saattanut olla positiivinen vaikutus heidän paranemisprosessissansa /14/.

Seppäsen /15, s.10/ mukaan tyytyväisyyttä sisäympäristöön parantaa, jos otetaan huomioon henkilökohtaiset erot yksilöiden välillä. Huonekohtainen ilmanvaihdon, valaistuksen ja lämpötilan säätö ovat menetelmiä, joilla yksilölliset mieltymykset sisäympäristön kokemiseen voidaan huomioida. Jokaisessa rakennuksessa yksilöllisen säädön mahdollisuutta ei ole, mutta yksinkertaisetkin ratkaisut voivat tuottaa säätömahdollisuuden, kuten avattava ikkuna ja pöytätuuletin.

Sairaalaympäristössä on paljon erilaisia tiloja, jotka poikkeavat toiminnoiltaan toisiinsa nähden. Tiloissa on käynnissä erilaisia prosesseja sekä toimintoja, jotka kaikki vaativat ihanteellisia olosuhteita. Säteilypaneelijärjestelmän avulla pystytään saavuttamaan ihanteelliset olosuhteet potilaille sekä henkilökunnalle. Ali- ja ylipaineistetut tilat sekä eristettävät huoneet vaativat jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmältä täydellistä yhdistymistä ilmanvaihdon kanssa. Koska säteilypaneelijärjestelmällä toteutettu jäähdytys ja lämmitys eivät vaikuta ilman liikkeeseen huonetilassa, voidaan ilmanvaihto suunnitella kokonaan itsenäisenä kokonaisuutena. /13./

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Henkilökuntakysely

Henkilökuntakysely toteutettiin laatimalla lomake (liite 1), johon otettiin kysymyksiä Työterveyslaitoksen valmiista kyselykaavakkeesta. Lomakkeeseen valikoitui pelkästään kysymyksiä, jotka koskivat tutkittavaa aihetta, mutta kuitenkin tarkoituksena oli saada vertailukelpoista aineistoa Työterveyslaitoksen sisäilmastotutkimuksen 2002 vastauksiin /16/.

Lomakkeet toimitettiin osastolle molempina mittausajankohtina erikseen. 2022 tammikuussa lämmityskaudella suoritettiin ensimmäinen kysely, ja toinen kysely suoritettiin 2022 kesäkuussa jäähdytyskaudella. Osastonhoitaja ohjeistettiin informoimaan henkilökuntaa kyselyyn vastaamiseen sekä kertomaan kaikkien osallistumisen tärkeydestä.

4.2 Potilaskysely

Potilaiden kyselylomake (liite 2) päätettiin toimittaa potilaille osaston henkilökunnan toimesta. Henkilökunta ohjeistettiin kysymään, onko potilailla kiinnostusta ottaa osaa kyselyyn, jos se heidän vointinsa puolesta oli mahdollista. Lomakkeen kysymykset olivat pääsääntöisesti samanlaiset kuin henkilökunnan lomakkeessa. Potilaiden sekä henkilökunnan kyselyt toteutettiin samanaikaisesti, koska Covid-19 asetti rajoituksia ulkopuolisten liikkumiseen osastolle.

4.3 Lämpötilamittaukset

Samaan aikaan kyselyiden ohella suoritettiin osastolla lämpötilan mittauksia ilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan osalta. Talven mittausjakson ajankohta oli 27.1.— 4.2.2022 ja kesällä mittaukset tehtiin 23.6.— 26.7.2023. Mittalaitteiden paikat valittiin osittain auringon liikkeen sekä myös henkilökunnan toiminnan mukaan, jotta saatiin tietoa työskentelylämpötilasta eri kohteissa. Mittareiden paikat huoneissa valittiin siten, että ne sijoittuivat oleskeluvyöhykkeelle ja myös aiheuttivat mahdollisimman vähän haittaa siivoukselle.

Osastolle vietiin kolme dataloggeria potilashuoneiden lämpötilojen tallennusta varten ja yksi hoitajien kansliaan. Kaikkiin asetettiin tallennusväliksi talven mittausjaksolle 30 minuuttia ja kesän mittausjaksolle kuusi minuuttia. Loggerit olivat mallia Tinytag Ultra -50/300°C. Nämä mittarit taltioivat huoneilman lämpötilaa. Mittarit ovat sairaalakäytössä, ja ne saatiin käyttöön työtä varten Mikkelin keskussairaalan tekniikan osastolta. Loggerit esitetään kuvassa 5.



Kuva 5. Loggereita, joilla lämpötiloja tallennettiin

Covid-19-virus aiheutti haasteita mittalaitteiden toimittamiseen osastolle varsinkin talvella 2022. Osastonhoitaja otti dataloggerit vastaan ja kuljetti ne paikoilleen huoneisiin, joista lämpötilat tallennettiin. Operatiivinen lämpötila saatiin tämän vuoksi vain yhdestä valitusta huoneesta molempina mittausajankohtina. Operatiivinen lämpötila mitattiin mustapalloon sijoitetulla tinytag-loggerilla, joka oli lainassa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun talotekniikan LVI-laboratoriosta. Mustapallo asennettuna telineeseen, joka vietiin osastolle, esitetään kuvassa 6.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osa yhdestä /17, s. 14/ on poistettu asumisterveysasetuksessa olevat operatiivisen lämpötilan arvot. Ohjeen mukaan, operatiivista lämpötilaa ei tarvitse mitata, koska ilmanlämpötila huoneessa ja operatiivinen lämpötila ovat sisäympäristössä hyvin lähellä toisiaan. Mittaus voitaisiin suorittaa siinä tapauksessa, jos lämpötila huoneessa olisi matala. Koska kulkeminen osastoille oli rajoitettu, emmekä voineet käydä mittausten välillä käydä tarkastamassa lämpötilaa huoneissa, päätettiin mitata operatiivinen lämpötila yhdestä tilasta kummallakin mittausjaksolla.



Kuva 6. Mustapallo operatiivisen lämpötilan mittausta varten

Mittalaitteiden paikat valittiin tarkoituksen mukaisesti ympäri kiinteistöä ja laitteiden sijoitukset esitetään kuvassa 7. Operatiivisen lämpötilan mittauspaikat esitetään kuvassa vihreillä täplillä.



Kuva 7. Mittalaitteiden paikat

5 TULOKSET JA ANALYSOINTI

Tässä osiossa esitetään molemmilta mittausajankohdilta saadut tulokset lämpötilojen sekä henkilökunta- ja potilaskyselyiden osalta.

5.1 Kyselyiden tulokset

Kolmannessa kerroksessa työskentelee yhteensä 53 henkilöä ympäri vuoden, joista keskimääräisesti työssä on 12 henkilöä vuorokaudessa. Henkilökuntakyselyyn saatiin talvelta vastauksia 32 kpl ja vastausprosentiksi muodostui 60 %. Kesäajan mittausjaksolta vastauksia saatiin 14 ja vastausprosentiksi tuli 26 %. Potilaskyselystä saatiin talven mittausjaksolta 18 vastausta ja kesältä vastauksia tuli vain viisi.

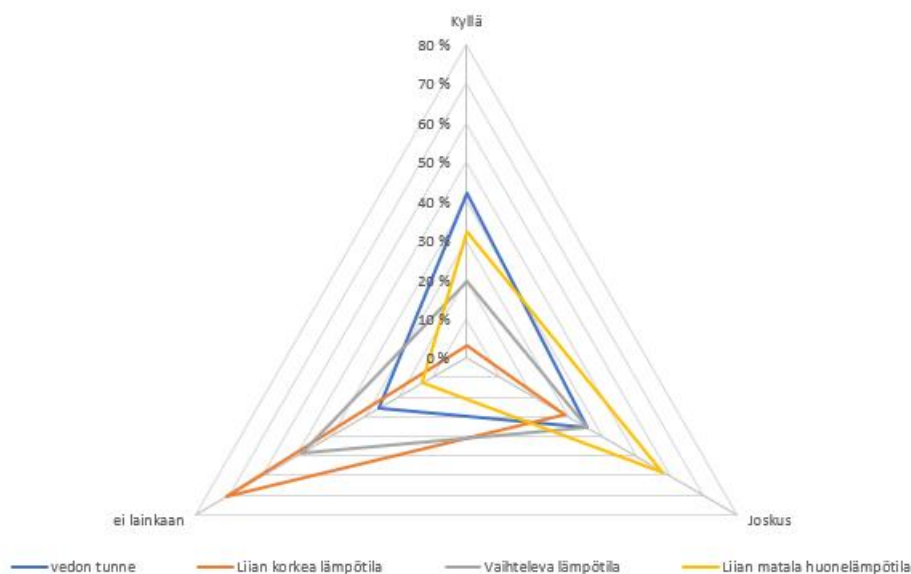
Kyselyiden vastauksista voitiin muodostaa kuvaa, kuinka käyttäjät sekä potilaat kokevat säteilypaneelijärjestelmän lämpötilat. Yksi merkittävä tulos tuli ilmi henkilökuntakyselystä kesän osalta kysyttäessä, onko mahdollista vaikuttaa

huonelämpötilaan, vastaukseksi saatiin 100 % vastaus, ei ole mahdollista vai-
kuttaa huonelämpötilaan. Kaikissa huoneissa, jotka olivat tarkastelussa mu-
kana, oli mahdollisuus muuttaa huonelämpötilaa välillä 18–22 °C. /18/

5.1.1 Henkilökuntakysely

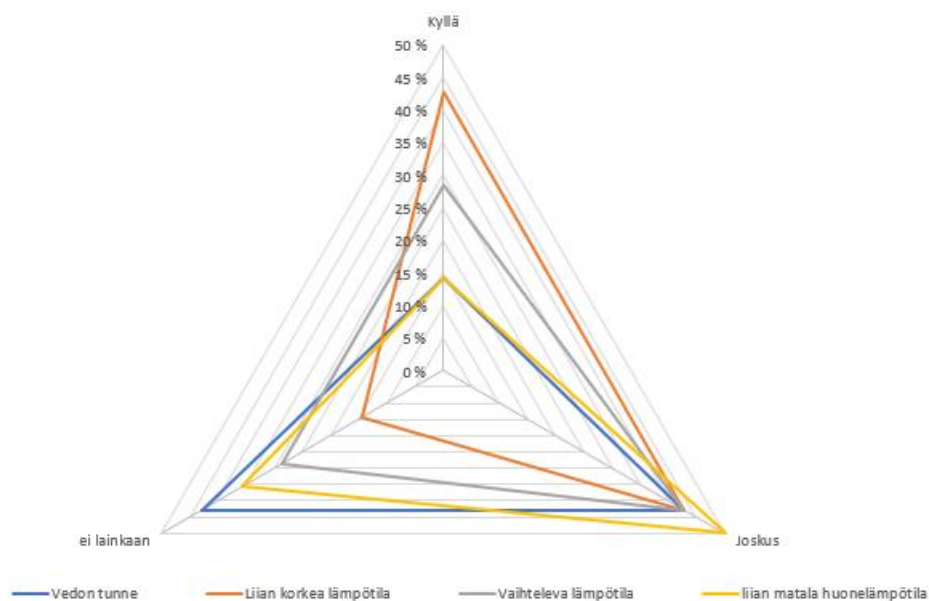
Kyselyistä muodostettiin sädekaaviot, joista henkilökunnan vastaukset ovat
selvästi havaittavissa. Kaaviossa jokainen kysymys on omalla värillään, mikä
mahdollistaa kuvan tulkitsemista.

Kuvasta 8 voidaan huomata, että liian matalaa huonelämpötilaa koki joskus
noin 60 % vastaajista. Liian korkeasta lämpötilasta ei koettu haittaa merkittä-
västi.



Kuva 8. Henkilökuntakyselyn tulokset talven mittausjaksolta

Kesän mittausjakson henkilökuntakyselyn tuloksista voidaan huomata, että
vastaukset painottuvat selkeästi kaavion joskus-kohtaan. Huonelämpötila ko-
ettiin kuitenkin enemmän korkeana kuin matalana. Kesän henkilökuntakyselyn
tulokset esitetään kuvassa 9.



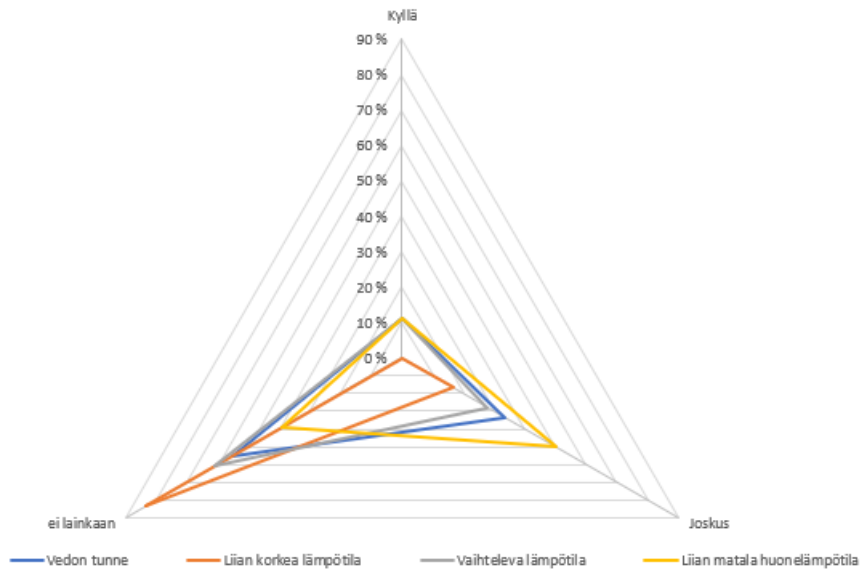
Kuva 9. Henkilökuntakyselyn tulokset kesän mittausjaksolta

Talven mittausjakson osalta nähdään kuvassa 8, että henkilökunta ei ollut kokenut liian korkeaa huonelämpötilaa koko mittausjakson aikana kuin satunaisesti. Liian matalasta huonelämpötilasta kärsittiin huomattavasti enemmän, vastaajista 58 % ilmoitti kärsineensä joskus. Vaihtelevasta lämpötiloista koettiin haittaa vähemmän, kuin mitä koettiin vedon tunteesta.

Kesän mittausjaksolla henkilökuntaa häiritsivät vaihtelevat olosuhteet jokaisessa kysytyssä kohdassa. Kaikkia olosuhteita koettiin joskus selvästi enemmän kuin ei lainkaan tai kyllä. Kuvasta 9 nähdään joskus-sarakkeiden painotuneisuus. Liian korkea lämpötila koettiin selvästi häiritsevänä olosuhteena.

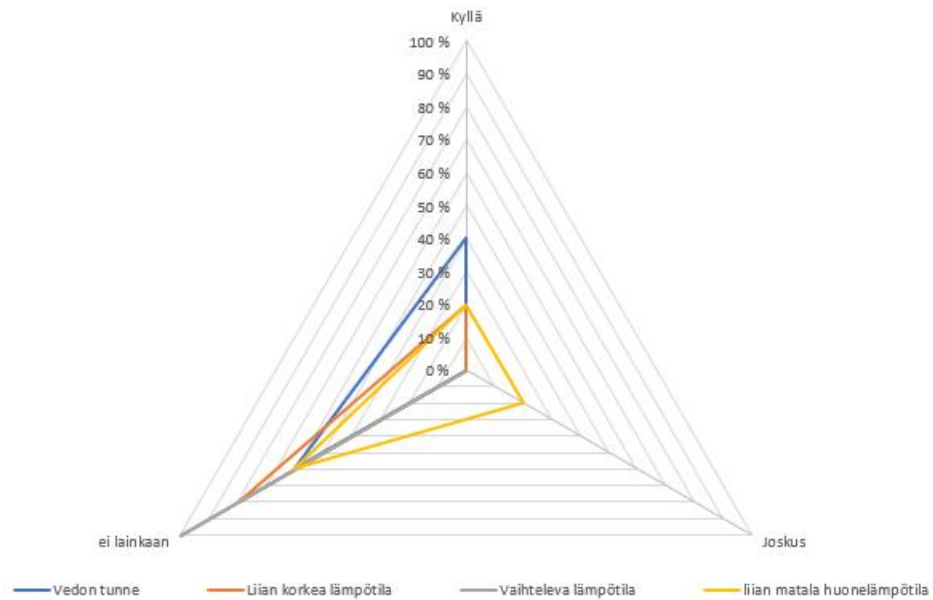
5.1.2 Potilaskysely

Potilaskyselyn tuloksista talvelta huomataan selvästi, että huonelämpötilaa ei koettu liian korkeana. Muidenkin kysytyjen asioiden kohdalla painotus on selkeästi ei lainkaan alueella. Kuvassa 10 esitetään potilaskyselyn talven mittausjakson tulokset.



Kuva 10. Potilaskyselyn tulokset talven mittausajaksolta

Kuvassa 11 nähdään potilaskyselyn kesäajan aineistosta saadut tulokset. Vaihtelevasta lämpötilasta ei koettu haittaa ollenkaan, ja muissakin kohdissa tulokset painottuvat ei lainkaan -alueelle.



Kuva 11. Potilaskyselyn tulokset kesän mittausajaksolta

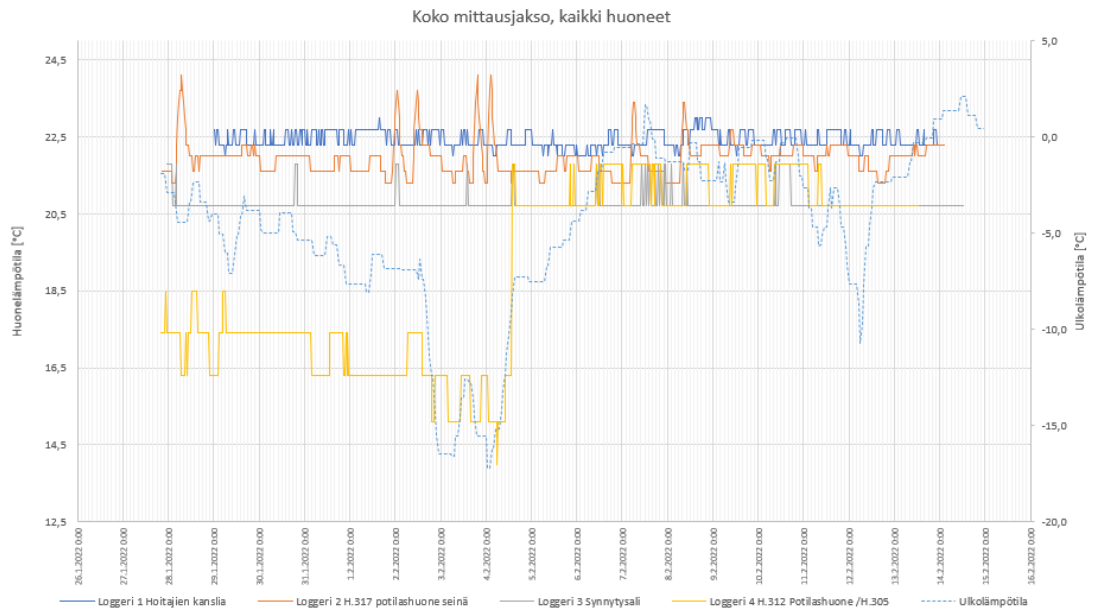
Potilaskyselyn tuloksista talven mittausjaksolta, joka esitetään kuvassa 10, voidaan talven osalta todeta, että liian korkeaa lämpötilaa ei koettu häiritseväenä. Vastaajista 50 % koki huonelämpötilan matalana joskus ja 38 % ei ollenkaan. Vedon tunne ja vaihteleva lämpötila eivät myöskään aiheuttaneet tuntemuksia suurimmassa osassa vastaajista.

Kuvassa 11 esitetyssä potilaskyselyn kesäajan vastauksista voidaan selvästi nähdä, että olosuhteisiin oltiin tyytyväisiä. Ainoastaan vedon tunne koettiin häiritseväenä. Vastauksia saatiin kesältä vain viisi, joten se vaikuttaa tuloksista tehtävien johtopäätösten luotettavuuteen

5.2 Lämpötilamittaukset

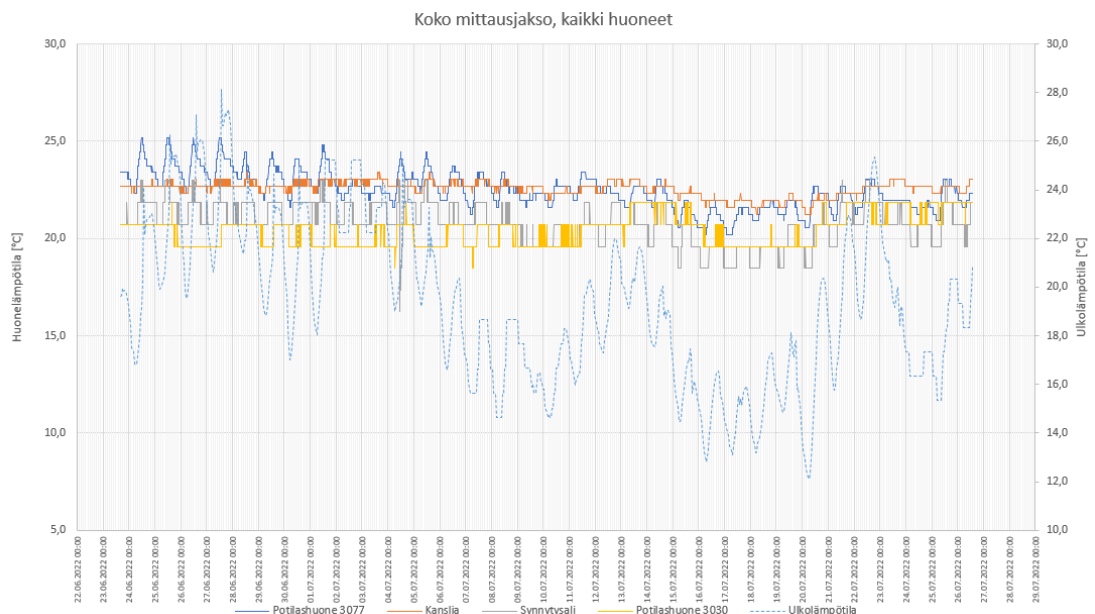
Lämpötilamittauksista tehtiin kuvaaja, johon koottiin tiedot jokaisesta mittauksessa mukana olleesta huoneesta, mitattu huonelämpötila, ulkolämpötila sekä ohjelämpötila. Huoneissa olevat loggerit esitettiin jokainen omalla värillään, jotta arvoja voitiin tarkastella yhtäaikaisesti. Punainen viiva, joka esiintyy kuvasta 14 eteenpäin, esittää ohjeista saatua huonelämpötila-arvoa. Esimerkiksi potilashuoneissa on talvelle annettu ohje lämpötilaksi 22 celsiusastetta (lämmitysraja) ja kesällä ohjelämpötila on 25 celsiusastetta (jäähdytysraja). Huonelämpötilan ei kuitenkaan tule nousta ohjearvoihin, vaan pysytellä käyttäjän määrittelemällä välillä, joka tutkimuksen kohteena olevassa säteilypaneelijärjestelmässä on 18—22 celsiusastetta. Sininen pisteillä osoitettu ulkolämpötilan arvo saatiin sairaalan omasta automaatiojärjestelmästä. Huonelämpötila kuvasta luetaan y-askelilta vasemmalta ja ulkolämpötila oikealla olevasta y-akselista.

Kuvasta 12 voidaan katsoa talven mittausjakson kaikkien huoneiden arvot koottuna yhteen kaavioon. Keltaisella viivalla osoitettu loggeri jouduttiin siirtämään alkuperäisestä paikastaan kesken mittauksen sairaalan omien toimintojen vuoksi. Samalla, kun loggeri sijoitettiin uudelleen, vietiin huoneeseen myös mustapallo operatiivisen lämpötilan mittausta varten. Kuvasta voi selvästi huomata, kuinka keltaisella värillä havainnollistettu lämpötila painuu alle 14 celsiusasteen huoneessa.



Kuva 12. Huonelämpötilat kaikista huoneista talven mittausjaksolta

Kuvassa 13 esitetään kesäajan mittausjakson kaikkien huoneiden lämpötilat sekä ulkolämpötila. Kuvasta huomaa, kuinka huonelämpötilat seuraavat ulkolämpötilaa.

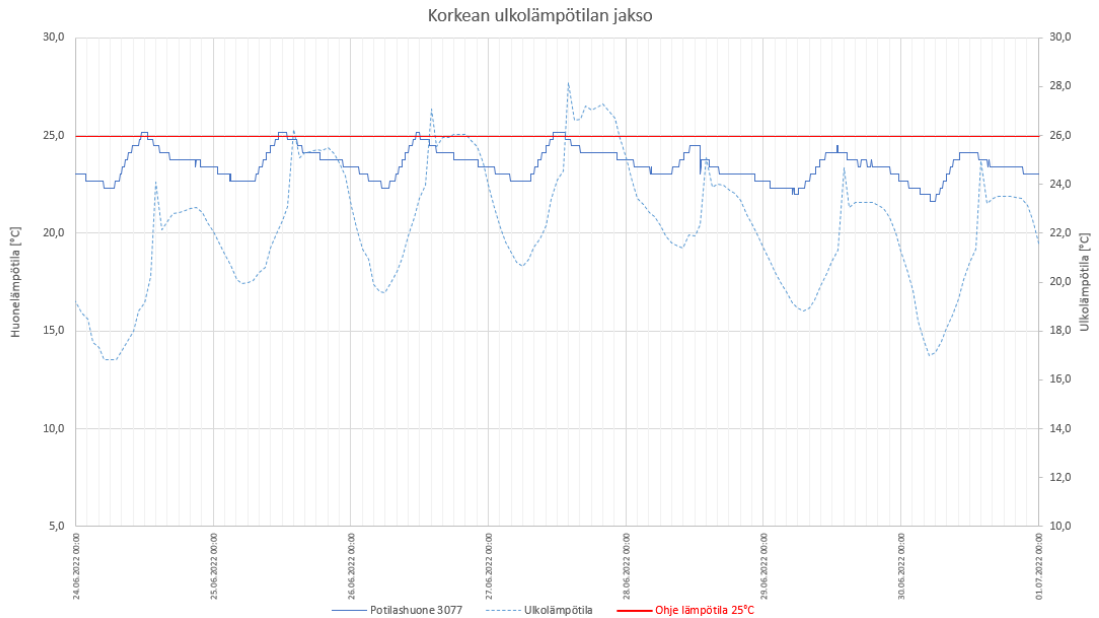


Kuva 13. Huonelämpötilat kaikista huoneista kesän mittausjaksolta

5.2.1 Potilashuone V3077

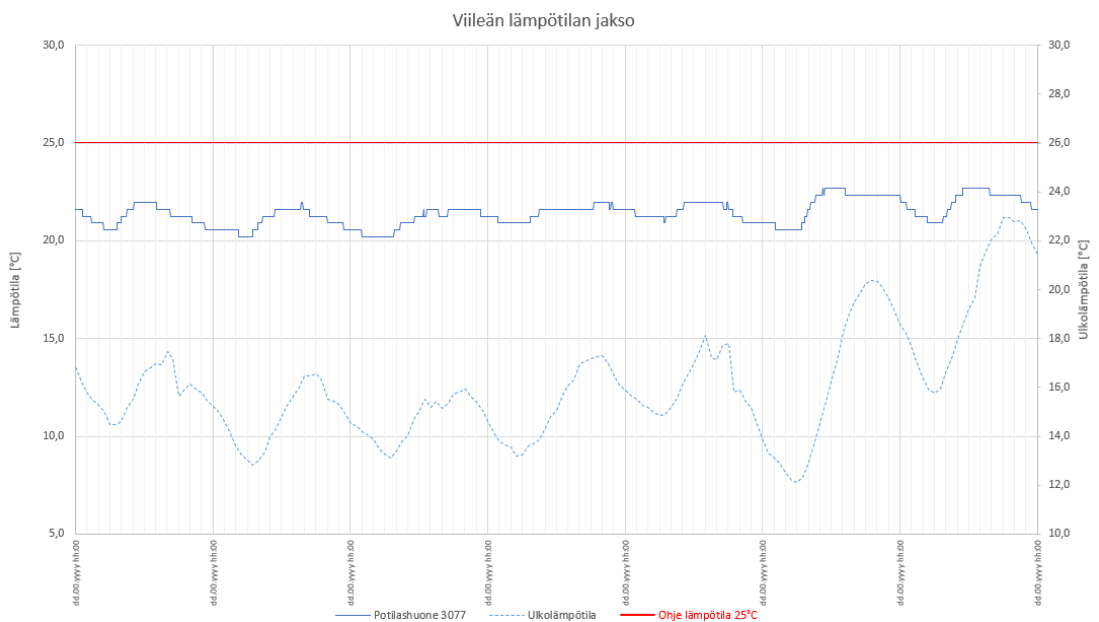
Potilashuone V3077 (317) sijaitsee Perhetalon pohjoispäässä, joten huone valikoitui molemmille mittausjaksoille sen vuoksi. Huone on rakennuksen kulmahuone, ja sen ikkunat ovat idän suuntaan. Kuvissa 14 ja 15 on esitetty kesän

mittausjaksolta otteet, jolloin ulkolämpötila oli korkeimmillaan sekä alimmillaan. Kuvista voidaan todeta, että jäähtytyksen ohjearvo ei ylittynyt kuin pienissä määrin kesän mittausjakson aikana.



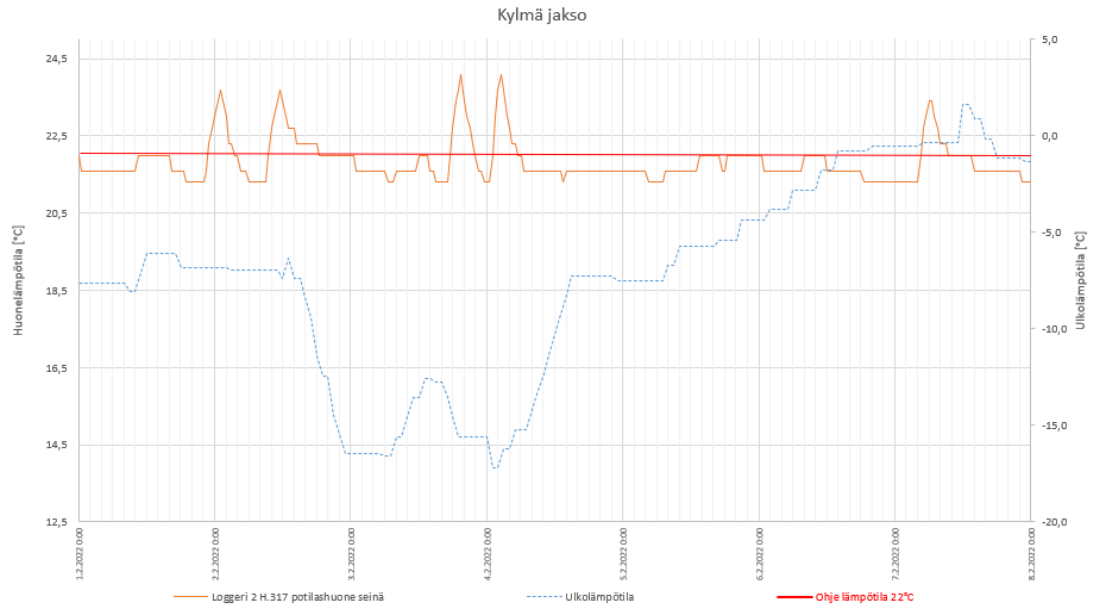
Kuva 14. Kesäajan mittausjakson korkean ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3077

Kuvasta 15 näkee, kuinka lämpötila huoneessa seuraa ulkolämpötilaa. Keskipäivällä ilman lämmitessä nousi myös huonelämpötila.



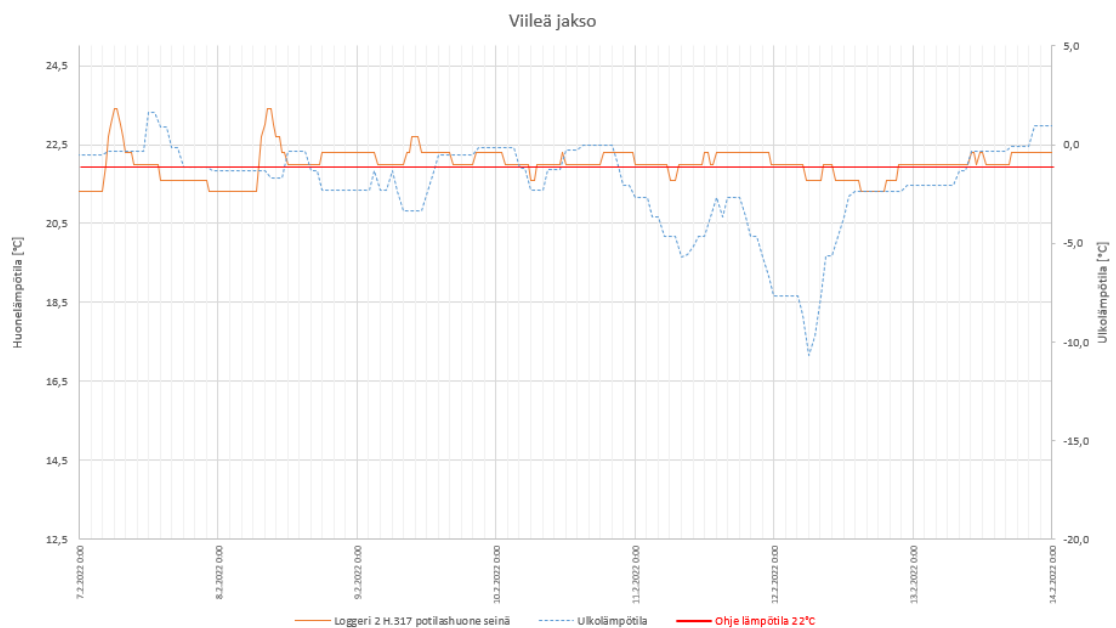
Kuva 15. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3077

Kuvassa 16 esitetään talven mittausjakson kylmin ajanjakso ja toteutunut huonelämpötila kyseisellä hetkellä. Kuvassa huone on numeroituna 317, joka vastaa osaston omaa numerointijärjestelmää. Lämpötila huoneessa pysytteli tasanaisena, vaikka ulkolämpötila vaihtui mittausjaksolla huomattavasti.



Kuva 16. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat potilashuoneesta V3077

Kuvasta 17 voidaan todeta, että lämpötila potilashuoneessa pysytteli lähellä ohjelämpötilaa koko ajan. Ulkolämpötilan vaihtelut olivat vähäiset kyseisellä ajanjaksolla monta peräkkäistä päivää.

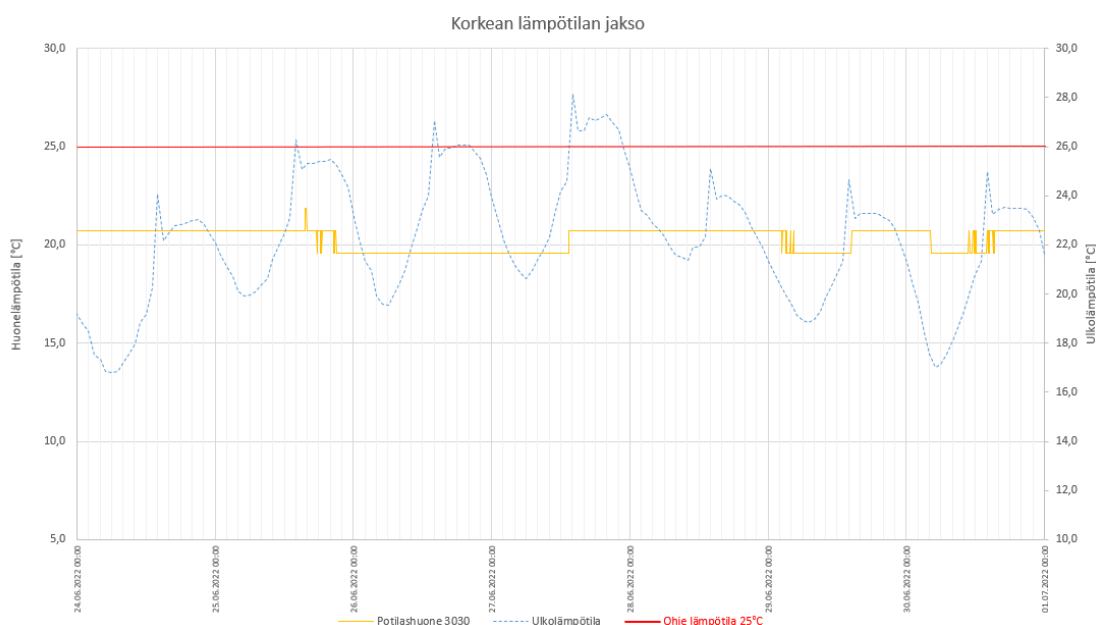


Kuva 17. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötilat potilashuoneesta V3077

Potilashuoneen keskiarvoinen lämpötila, jossa otettiin huomioon kesä- ja talviajan mittausjaksojen lukemat, oli noin 22,5°C. Liitteessä 3 annetaan potilashuoneen ohje lämpötilanarvoksi kesällä 25°C ja talvella 22°C. Kesäajan mittausjakson korkeiden lämpötilojen jaksolla huonelämpötila ylitti hetkellisesti kesäajan ohjearvon neljä kertaa. Kuva 14 osoittaa, kuinka lämpötila korjaantuu ylityksen jälkeen.

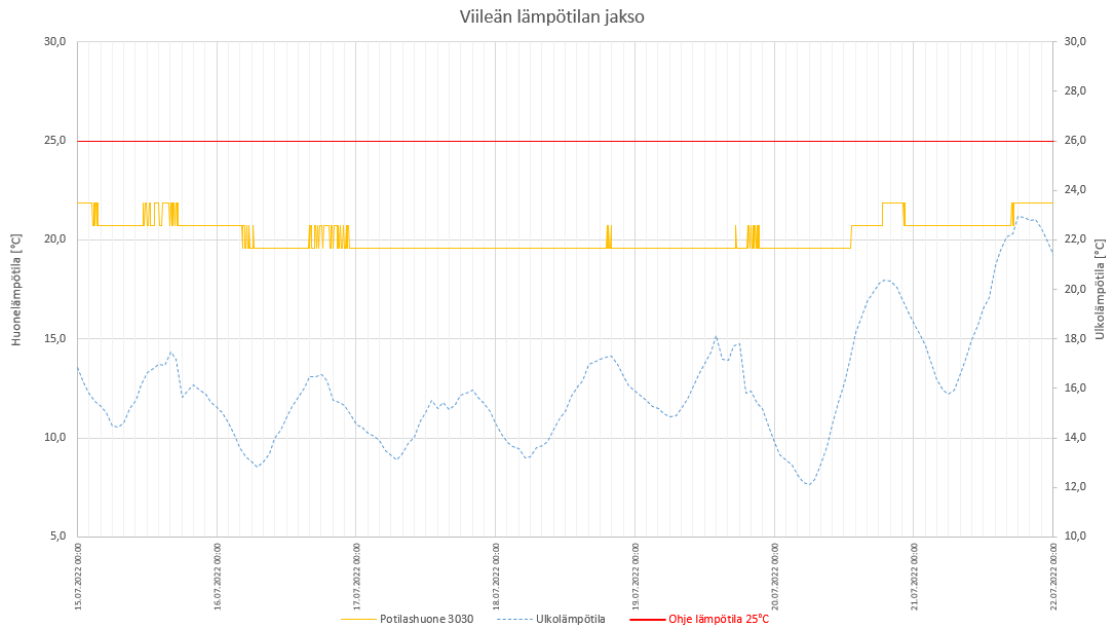
5.2.2 Potilashuone V3030

Potilashuoneen ikkunat sijoittuvat länteen, joten aurinko paistaa ikkunoihin iltapäivällä. Tuloksista odotettiin nähtävän auringon vaikutusta lämpötiloihin huoneessa. Tutkimusta tehdessä haluttiin potilashuoneita, joissa todennäköisemmin tulisi olemaan potilaita, jotta potilaskyselyihin saataisiin vastauksia. Huone V3030 valikoitui edellä mainituista syistä tarkasteluun. Jäähdytyksen ohjearvo ei ylittynyt missään vaiheessa kesäajalla.



Kuva 18. Kesäajan mittausjakson korkean ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3030

Kuvista 18 ja 19 huomataan lämpötilojen pysyvän tasaisena koko mittausjakson. Kuvassa 19 esitetään viileän lämpötilan mittausjakson tulokset.

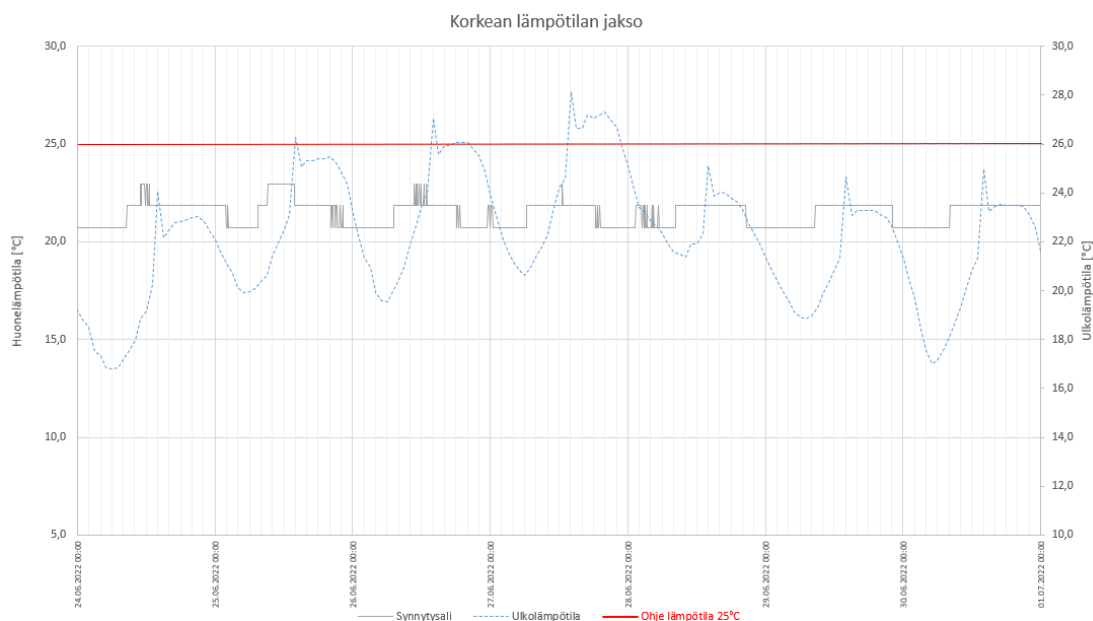


Kuva 19. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3030

Potilashuone V3030 oli tarkastelussa mukana kesäajan mittausjaksolla. Keskilämpötilaksi potilashuoneessa jaksolta muodostui 20.8°C. Lämpötila huoneessa ei noussut missään vaiheessa mittausjaksoa lähelle liitteen 3 mukaista ohjearvoa, jota voidaan pitää korkeimpana sallittuna lämpötilana kesäaikana. Potilaskyselyissä ei kysytty, onko potilailla tietoa huonelämpötilan mahdollisesta mukauttamisesta omiin mieltymyksiin, joten mittauksessa voidaan olettaa olevan mukana lämpötilan korjausta.

5.2.3 Synnytyssali 2

Synnytyssali otettiin mukaan molemmille mittausajankohdille, koska siellä tapahtuva toiminta on merkittävä osa osastolla tapahtuvasta työstä. Kuvassa 20 esitetään kesäajan mittausjakson korkeimman ulkolämpötilan jakson mukaiset huonelämpötilat. Jäähdytyksen ohjearvo ei ylittynyt missään vaiheessa.



Kuva 20. Kesäajan mittausjakson korkean lämpötilan jakso synnytysali 2

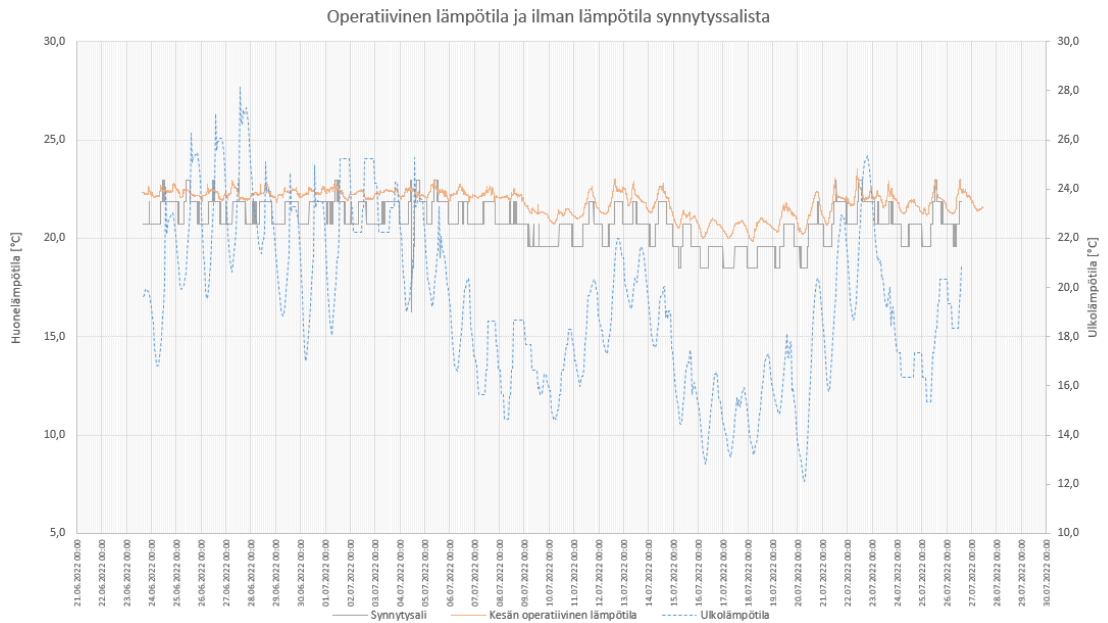
Matalien ulkolämpötilojen jakson huonelämpötilat kesäajan mittausjaksolta esitetään kuvassa 21. Huonelämpötilat pysyttelivät mittausjaksolla muutama päivänä alle 20 celsiusasteen. Alhaisimmillaan lämpötila huoneessa oli 18,5°C.



Kuva 21. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso synnytysali 2

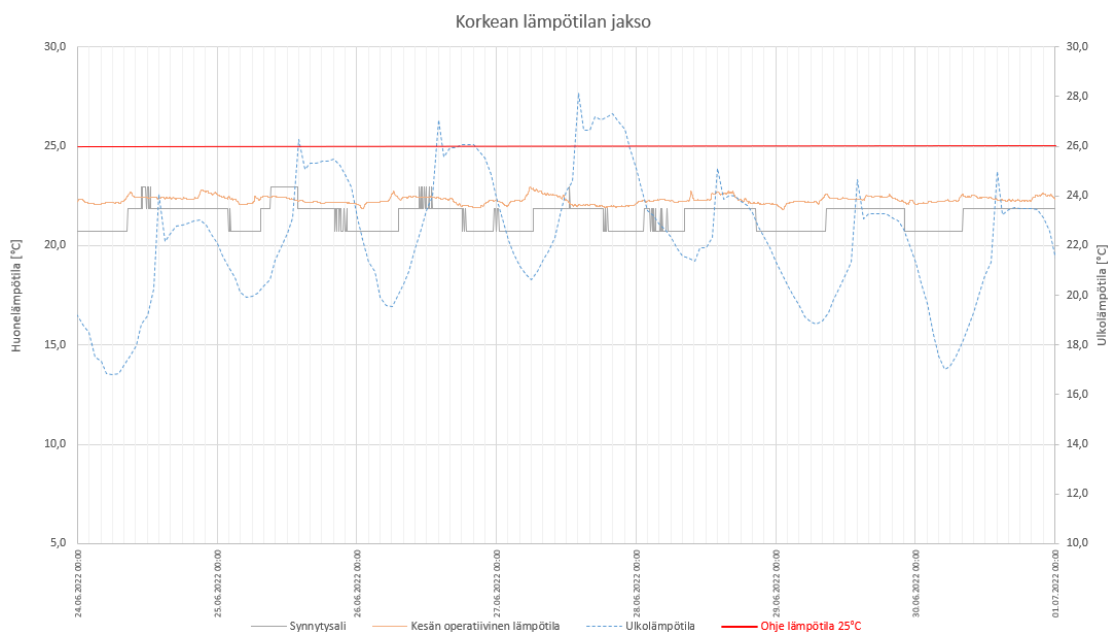
Kuvassa 22 esitetään kesäajan mittausjakson operatiivinen lämpötila synnytysalista. Operatiivinen lämpötila tallennettiin mustapalloon sijoitettuun loggeeriin. Kesäajalta saatiin pidempi seuranta myös operatiivisen lämpötilan osalta, koska synnytysalissa oli rauhallinen paikka, jossa laitteisto ei ollut häirtana

osaston jokapäiväisille toimille. Kuvasta voidaan huomata, kuinka operatiivinen lämpötila pysyttelee yli 20 celsiusasteen, vaikka huonelämpötila putoaa huomattavan paljon alle 20°C.



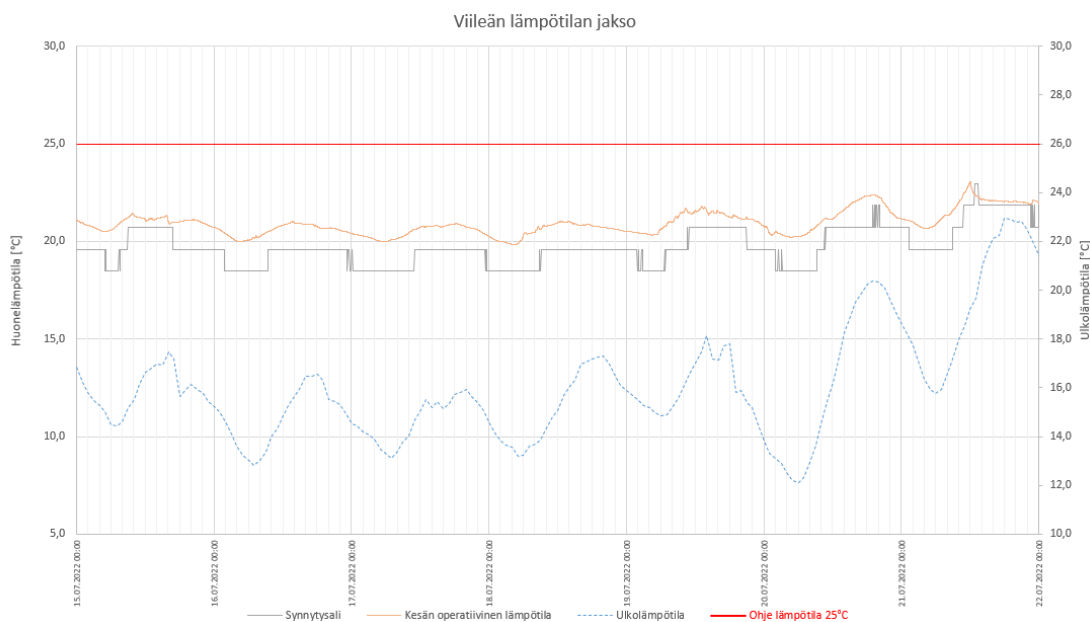
Kuva 22. Operatiivinen lämpötila synnytyssalista 2

Korkean ulkolämpötilan jakso synnytyssalista kesäajan mittausjaksolta, josta voidaan tarkastella operatiivinen lämpötila, huonelämpötila sekä ulkolämpötila esitetään kuvassa 23. Operatiivinen lämpötila pysytteli koko jakson ajan selvästi tasaisempuna kuin huonelämpötila.



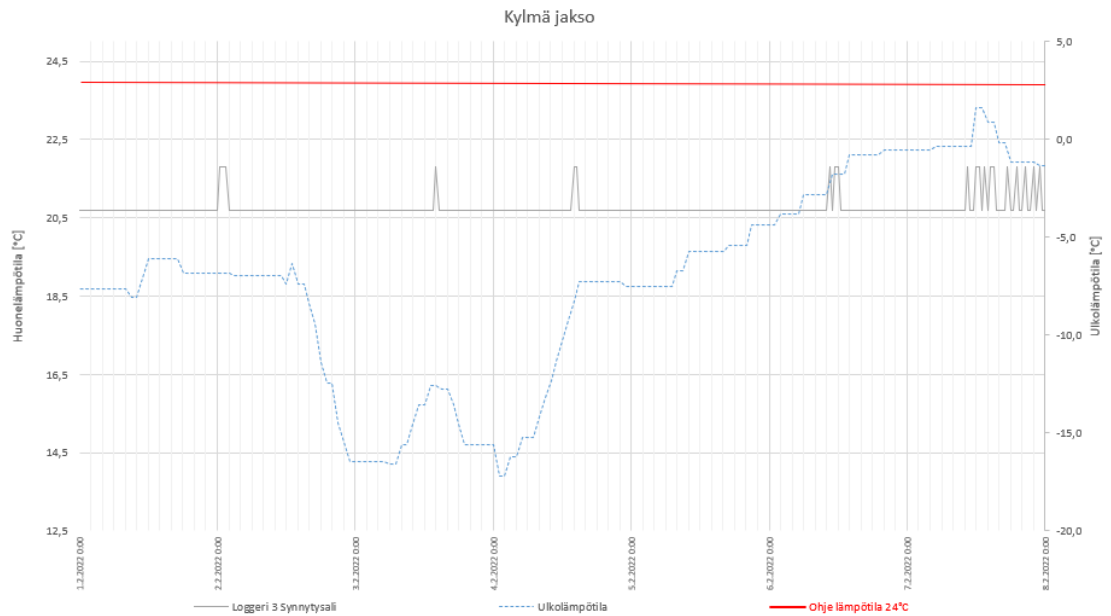
Kuva 23. Operatiivinen lämpötila synnytyssalista 2, helteisin jakso

Kuvassa 24 esitetään operatiivinen lämpötila, huonelämpötila ja ulkolämpötila kesän mittausjakson matalien ulkolämpötilojen jaksolta. Kuvasta voidaan huomata, kuinka operatiivinen lämpötila vaihtelee selvästi enemmän, kuin kuvassa 23 esitetyllä helteisen jaksoson aikana.



Kuva 24. Operatiivinen lämpötila synnytysalasta 2, matalan ulkolämpötilan jaksos

Talven mittausjaksolta operatiivista lämpötilaa ei tarkasteltu synnytysalasta, koska silloin tarkastelun kohteeksi valikoitui toinen huone. Kuvassa 25 esitetään talven mittausjakson alimpien lämpötilojen mittausjakson lämpötilat. Kuvasta huomataan, että lämpötila pysytteli huoneessa tasaisena, vaikka ulkolämpötila kävi alhaalla.



Kuva 25. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat synnytysali 2

Kuvassa 26 esitetään synnytysalin lämpötila talven mittausjakson ajalta, jolloin ulkolämpötilat olivat korkeimmillaan. Kuvasta voidaan todeta huonelämpötilan hakevan oikeaa arvoa ulkolämpötilan kohotessa lähelle nollan celsiusasteen.



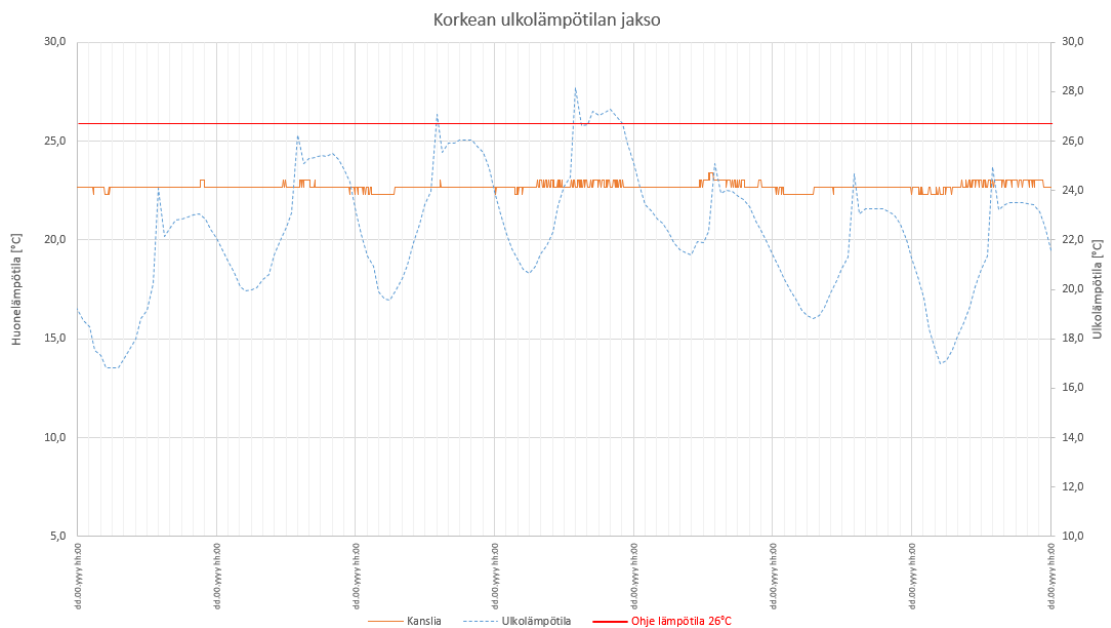
Kuva 26. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötila synnytysali 2

Synnytysalin huonelämpötilan keskiarvo oli 20.8°C, kun huomioitiin kesä- ja talviajan mittausjaksojen arvot. Operatiivisen lämpötilan keskiarvo kesän mittausjaksolta oli 21.8°C ja huonelämpötilan keskiarvo kesältä synnytysalissa

oli 20.8°C. Mitattujen lämpötilojen perusteella voidaan todeta, että operatiivinen lämpötila ja huonelämpötila ovat lähellä toisiaan, joten asuterveysohjeessa /17, s.14/ mainittu kohta operatiivisen lämpötilan mittauksesta pitää paikkansa.

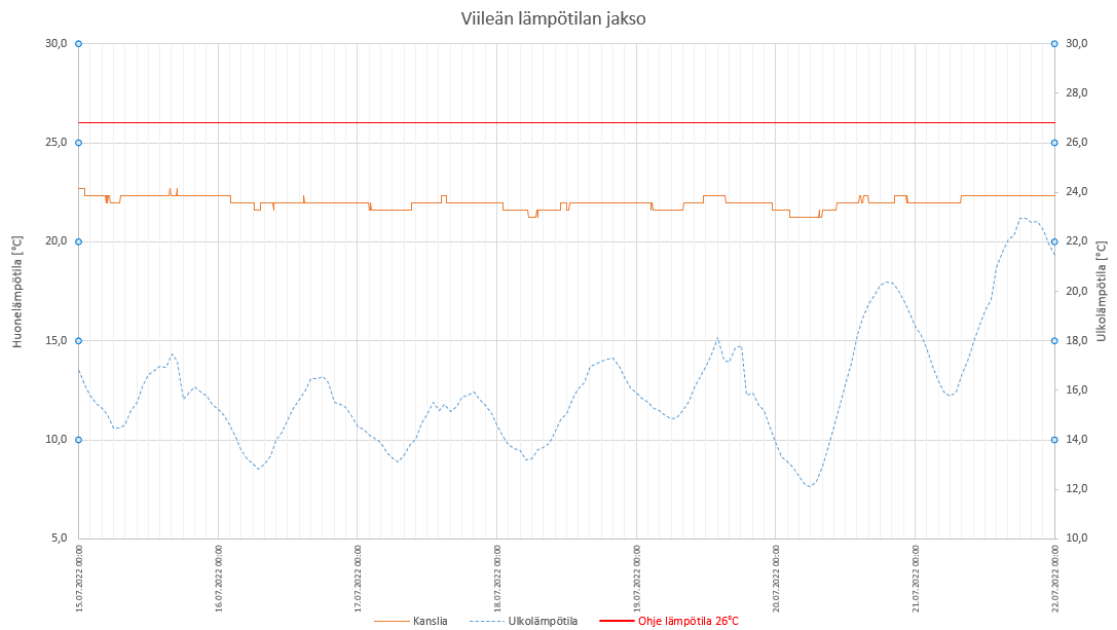
5.2.4 Hoitajien kanslia

Osaston kansliassa oleskeli useita hoitajia samanaikaisesti, ja siellä oli monia sähkölaitteita, joista tuli paljon lämpökuormaa tilaan. Oletuksena oli, että kansliassa lämpötila saattaa olla korkea. Kesäajan mittausjaksolla lämpötila pysytteli tasaisena koko seurannan ajan, eikä kohonnut missään vaiheessa lähelle jäähdytyksen ohjearvoa. Kuvassa 27 esitetään kesäajan mittausjakson korkean ulkolämpötilan jakso, josta voidaan todeta lämpötilan tasaisuus.



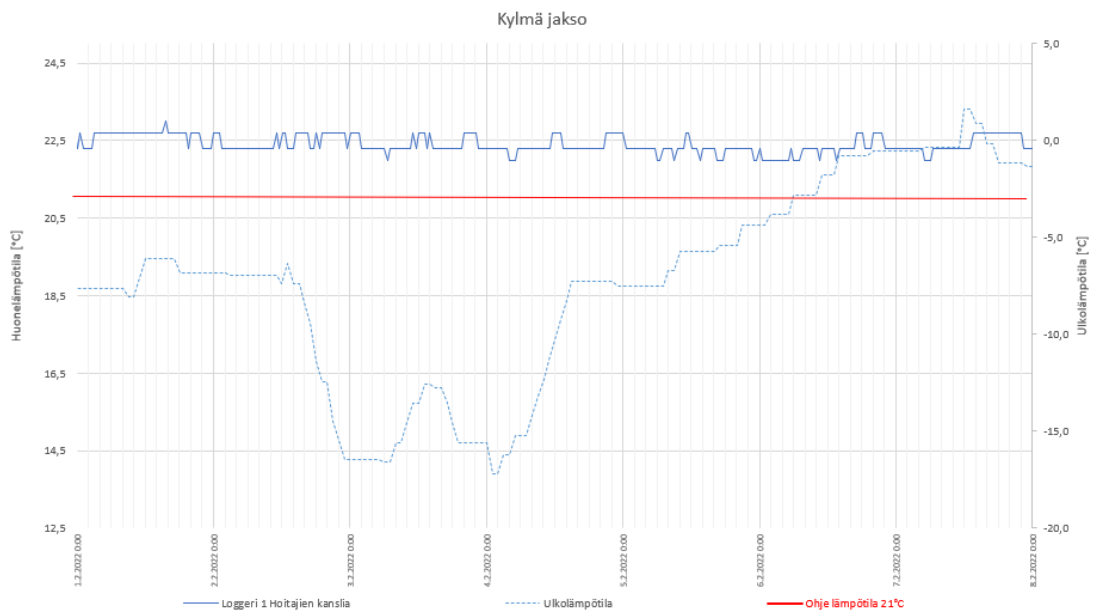
Kuva 27. Kesäajan mittausjakson korkean lämpötilan jakso hoitajien kanslia

Kuvista 27 ja 28 voidaan todeta kesäajan huonelämpötilan olevan tasainen koko mittausjakson ajan. Kuvassa 28 esitetään matalan ulkolämpötilan jakso.



Kuva 28. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso hoitajien kanslia

Kuvassa 29 esitetään kanslian lämpötilat, jotka ovat talven mittausjaksolta ulkolämpötilojen ollessa alimmalla tasolla. Kuvasta voidaan todeta lämpötilan huoneessa oleva korkeampi kuin ohjearvon 21 °C.



Kuva 29. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat hoitajien kanslia

Kuvassa 30 esitetään kanslian huonelämpötila talven mittausjaksolta, kun ulkolämpötilat kävivät korkeimmillaan. Kuvasta huomataan sama kuin kuvasta 29, että lämpötila pysyttelee tasaisesti yli ohjelämpötilan.

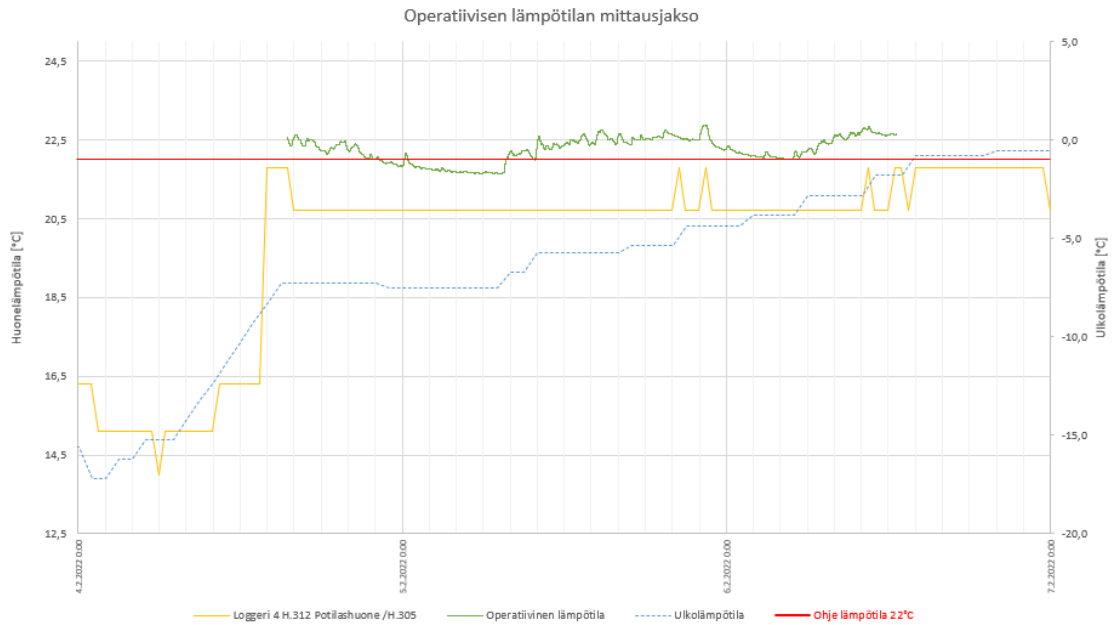


Kuva 30. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötilat hoitajien kanslia

Osaston kanslia oli tarkastelussa mukana molemmilla mittausjaksoilla. Kun otetaan huomioon sekä kesä- ja talviajan mittausjaksot, mittausjaksojen huonelämpöjen keskiarvo oli 22,5°C. Liitteessä 3 annetaan huonelämpötilan raja-arvoksi kansliassa kesälle 26°C ja talvelle 21°C. Kanslia sijoittuu perhetalossa keskelle rakennusta, joka on yksi syy pieneen yliämpöön tilassa. Toinen mahdollinen syy on tilassa olevien laitteiden tuottama lämpökuorma. Henkilökuntakyselystä saatujen vastauksien perusteella voidaan olettaa, että huonelämpötilaa ei ole säädetty käyttäjien toimesta.

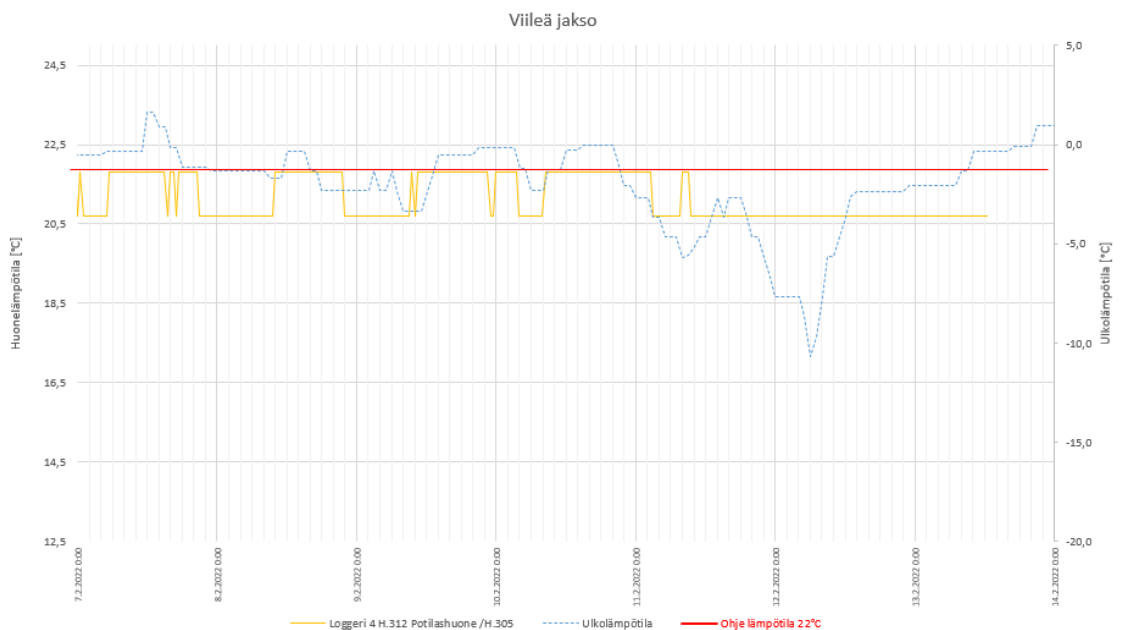
5.2.5 Potilashuone V3034 / V3022

Talven mittausjaksolla yksi loggereista sijoitettiin alun perin potilashuoneeseen V3034 (312), mutta se jouduttiin siirtämään sieltä pois osaston omien toimien vuoksi. Loggeri siirrettiin potilashuoneeseen V3022 (305), jonka yhteydessä vietiin myös mustapallo operatiivisen lämpötilan todennusta varten, joka esitetään kuvassa 31. Kuvasta 31 voidaan huomata, että operatiivinen lämpötila pysytteli ohjearvon lähetyvillä koko mittausjakson ajan. Operatiivinen lämpötila esitetään kuvassa vihreällä. Kuvaaajan vasemmassa reunassa näkyy, kuinka huonelämpötila käy 14 celsiusasteessa. Korkea nousu huonelämpötilassa johtuu loggerin siirtämisestä potilashuoneeseen V3022.



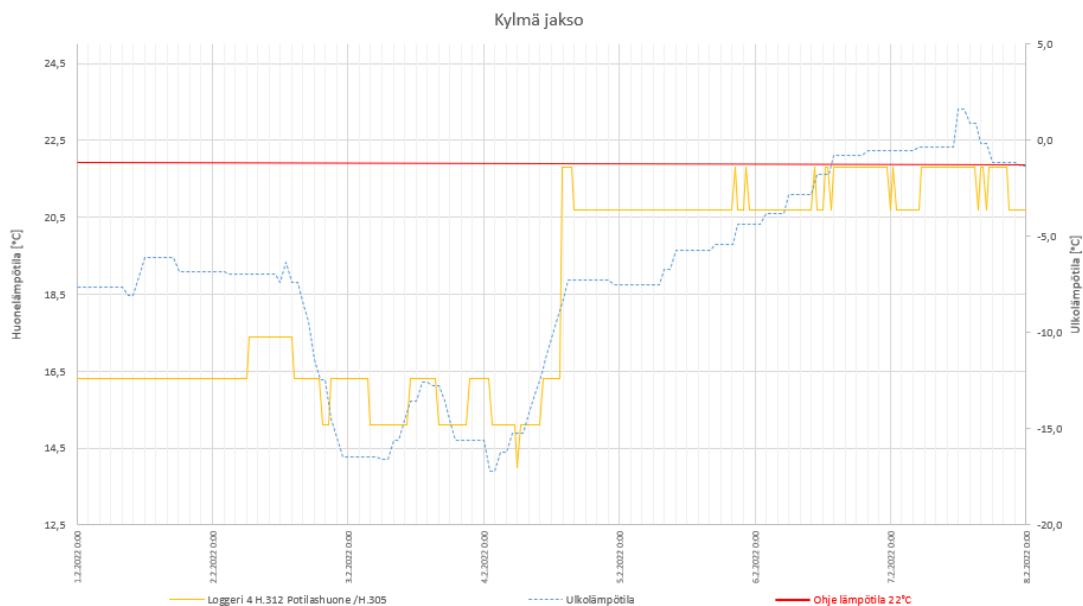
Kuva 31. Talven mittausjakson operatiivisen lämpötilan mittausarvot potilashuone V3022

Huonelämpötila talven mittausjaksolta korkeimpien ulkolämpötilojen vallitessa esitetään kuvassa 32. Kuvasta huomataan, kuinka lämpötila huoneessa seurasi ulkolämpötilan vaihtelua pysytellen kuitenkin lähellä 21 celsiusastetta.



Kuva 32. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötilat potilashuone V3022

Kuvasta 33 voidaan todeta muutos huonelämpötiloissa ennen mittauslaitteen siirtoa toiseen potilashuoneeseen. Mittausjakson aika vallitsivat matalimmat ulkolämpötilat.



Kuva 33. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat potilashuoneet V3034 ja V3022

Potilashuone V3034 valikoitui sijaintinsa vuoksi talven mittausjaksolle. Tila sijaitsee Perhetalon pohjoispäässä, ja ikkunat ovat länteen. Lämpötilamittauksen perusteella tilassa on jotain mahdollista ongelmaa tai siellä tehtiin hoitotoimenpiteitä, joiden vuoksi mittarin paikka täytyi siirtää. Huoneen lämpötila kävi mittauksen aikana 14°C, joka on merkittävän alhainen lämpötila potilashuoneeseen. Liitteessä 3 annetaan talven huonelämpötilan ohjearvoksi 22°C. Kun mittaus siirrettiin huoneeseen V3022, saatiin huoneen keskilämpötilaksi 21.1°C ja operatiivisen lämpötilan keskiarvoksi huoneessa tuli 22.3°C.

6 POHDINTA

Aineistosta saadun tiedon perusteella voidaan todeta säteilypaneelijärjestelmän soveltuvan sairaalaolosuhteisiin. Lämpötilamittausten tulosten perusteella huoneiden lämpötilat olivat ohjeiden mukaisissa arvoissa, eikä lämpötiloissa havaittu suurta horjuntaa. Käyttäjä on määrittänyt toimintalämpötilaksi 20°C, mikä saavutettiin tarkastelun kohteena olleissa tiloissa.

Kyselyiden tuloksista voidaan katsoa liian korkean huonelämpötilan olevan suurin koettu haitta lämpöoloissa. Jossain määrin koettiin haittaa myös vedon tunteesta ja vaihtelevasta lämpötilasta. Koska kyselyt suoritettiin samaan aikaan mittauksen kanssa, se helpotti todennäköisesti vastaamista kysymyksiin

todenmukaisesti. Tarkasteltaessa tuloksia sekä niiden paikkansapitävyyttä on muistettava, että jokainen kokee lämpöolot erilaisina. Ja sen vuoksi vastauksissa on eroavaisuutta. Artikkelissaan, mikä on sopiva lämpötila toimistossa, Rintamäki /19/ toteaa, että enintään 85 % työntekijöistä on tyytyväisiä parhaimpiinkin lämpöoloihin. Kyselyiden vastauksiin on saattanut vaikuttaa esimerkiksi työn kuormittavuus, vaatetus sekä vastaajan henkilökohtainen viireys-tila vastaushetkellä, minkä vuoksi tarkastelu ei ole täysin luotettava.

Työterveyslaitos oli tehnyt sisäilmastokyselyn vuosina 1996–1999, ja siihen oli saatu vastauksia 11154 kappaletta. Opinnäytetyöni tutkimuksessa, jonka suoritin, saatiin huomattavasti pienempi vastausmäärä. Tulokset olivat kuitenkin vertailussa Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyyn liittyen hyvin samansuuntaisia. Esimerkiksi, joskus liian matalaa huonelämpötilaa koettiin molemmissa tutkimuksissa lähes yhdenvertaisesti.

Tutkimukseen olisi voinut liittää mukaan ilman nopeuden mittauksen huoneissa, mutta se ei ollut toteutettavissa. Covid-19 asetti rajoitukset liikkumiselle osastolla, joten ilman nopeuden mittaus jouduttiin jättämään pois. Jos osastolla ilmenee valituksia lämpöoloista, on syytä ottaa tarkasteluun mukaan ilman nopeus ja huoneilman suhteellinen kosteus.

LÄHTEET

1. Sandberg, E. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Tammerprint. Talotekniikka-Julkaisut Oy. 2014.
2. Hens, H. Building Physics: Heat, Air and Moisture: Fundamentals and Engineering methods with Examples and Exercises. Third revised edition. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn. 2017.
3. Itula Oy. Perhetalossa nautitaan vedottomasta jäähdytyksestä ja aina halutun mukaisesta lämpötilasta. WWW-dokumentti. 2020. Saatavissa: <https://www.itula.fi/ajankohtaista/asiantuntija-artikkelit/perhetalossa-nautitaan-vedottomasta-jaahdytyksesta-ja-aina> [viitattu 18.12.2022].
4. Babiak, J., Olesen, B. & Petras, D. Low temperature heating and high temperature cooling. Second, revised edition. Brussels: REHVA, Federation of European Heating and Air-condition Associations. 2009.
5. Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. painos. Helsinki: Suomen LVI-liitto.
6. Seppänen, O. & Seppänen, M. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja Lvi-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry.
7. Babiak, J., Olesen, B. & Petráš, D. 2009. Rakennusten pintalämmitys ja -jäähdytys. Bryssel: REHVA-Eurooppalaisten LVI-yhdistysten liitto.
8. Itula Oy. 2021. Materiaalipankki – ladattavat- ituGraf. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.itula.fi/sites/default/files/2022-08/ItuG-raf%20Tekninen%20esite%202.6.pdf> [viitattu 10.1.2023].
9. Työterveyslaitos. 2023. Lämpöolosuhteet työpaikalla. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/lampoolo-suhteet-tyopaikalla>. [viitattu 10.1.2023].
10. Starck, J., Kalliokoski, P., Kangas, J., Pääkkönen, R., Rantanen, S., Riihimäki, V. & Karhula, A-L. 2008. Työhygienia. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.
11. Seppänen, O. 1994. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Vantaa: Kiitorata Oy.
12. Työsuojelu.fi. 2022. Lämpöolot. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> [viitattu 10.1.2023].
13. Itula Oy. 2017. Sairaalan lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän suunnittelun haasteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.itula.fi/ajankohtaista/asiantuntija-artikkelit/sairaalan-lammitys-ja-jaahdytysjarjestel-man-suunnittelun> [viitattu 10.1.2023].

14. Uścińowicz, P., Bogdan, A., Szylak-Szydłowski, M., Młynarczyk, M. & Ćwiklińska, D. 2023. Subjective assessment of indoor air quality and thermal environment in patient rooms: A survey study of Polish hospitals. *Building and Environment* 228, 9. Verkkolehti. Saatavilla: <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.xamk.fi/science/article/pii/S0360132322010708#bib24>. [viitattu 11.1.2023]
15. Seppänen, O. 2006. Sisäympäristön terveys- ja tuottavuusvaikutukset. Helsinki: Talotekniikka–Julkaisut Oy.
16. Sundman, C. & Reijula, K. 2002. Sisäilmaongelmien tutkiminen työpaikoilla kyselyn avulla. *Lääkärilehti* 11/2002. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/alkuperaistutkimukset/sisailmaongelmien-tutkiminen-tyopaikoilla-kyselyn-avulla/> [viitattu 19.1.2023].
17. Valvira. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa I Asumisterveysasetus § 1–10. PDF- dokumentti. Saatavilla: <https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje/ac8d5e16-97be-456c-9c9c-ce8560f2092e>. [viitattu 23.1.2023]
18. Oinonen, J. Erikoisammattimies. Sähköpostiviesti 24.1.2023. Etelä-Savon hyvinvointialue. [viitattu 24.1.2023]
19. Rintamäki, H. 2012. Mikä on sopiva lämpötila toimistossa? Työterveyslaitos. WWW-dokumentti. Saatavilla: [Mikä on sopiva lämpötila toimistossa? | Työterveyslaitos \(ttl.fi\)](https://www.ttl.fi/julkaisut/mika-on-sopiva-lampotila-toimis-tossa? | Työterveyslaitos (ttl.fi)). [viitattu 24.1.2023]

KUVALUETTELO

Kuva 1. Lämpösäteilyn tuottamaa epätasaista lämmönluovutusta. Seppänen, O. & Seppänen, M. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja Lvi-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry.

Kuva 2. Yhdellä virtausputkella varustetun säteilypaneelin rakenne. Itula Oy. 2021. Materiaalipankki – ladattavat- ituGraf. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.itula.fi/sites/default/files/2022-08/ItuGraf%20Tekni- nen%20esite%202.6.pdf> [viitattu 10.1.2023].

Kuva 3. Kolmiulotteinen malli tekijöistä mitkä vaikuttavat viihtyvyyteen. Seppänen, O. 1994. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Vantaa: Kiito-rata Oy.

Kuva 4. 20°C sama operatiivinen lämpötila, jonka ihminen aistii, voidaan saavuttaa erilaisilla pintojen ja ilman yhdistelmillä. Seppänen, O. & Seppänen, M. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja Lvi-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry.

Kuva 5. Loggereita, joilla lämpötiloja tallennettiin. Honkanen, M. 23.1.2023.

Kuva 6. Mustapallo operatiivisen lämpötilan mittausta varten. Ratia, A. 23.1.2023.

Kuva 7. Mittalaitteiden paikat. Yli-Karro, T. Sähköpostiviesti. 19.1.2023.

Kuva 8. Henkilökuntakyselyn tulokset talven mittausjaksolta. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 9. Henkilökuntakyselyn tulokset kesän mittausjaksolta. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 10. Potilaskyselyn tulokset talven mittausjaksolta. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 11. Potilaskyselyn tulokset kesän mittausjaksolta. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 12. Huonelämpötilat talven mittausjaksolta. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 13. Huonelämpötilat kesän mittausjaksolta. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 14. Kesäajan mittausjakson korkean ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3077. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 15. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3077. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 16. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat potilashuoneesta V3077. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 17. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötilat potilashuoneesta V3077. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 18. Kesäajan mittausjakson korkean ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3030. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 19. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso potilashuoneessa V3030. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 20. Kesäajan mittausjakson korkean lämpötilan jakso synnytyssali 2. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 21. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso synnytyssali 2. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 22. Operatiivinen lämpötila synnytyssalista 2. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 23. Operatiivinen lämpötila synnytyssalista 2, helteisin jakso. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 24. Operatiivinen lämpötila synnytyssalista 2, matalan ulkolämpötilan jakso. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 25. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat synnytyssali 2. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 26. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötila synnytyssali 2. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 27. Kesäajan mittausjakson korkean lämpötilan jakso hoitajien kanslia. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 28. Kesäajan mittausjakson matalan ulkolämpötilan jakso hoitajien kanslia. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 29. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat hoitajien kanslia. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 30. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötilat hoitajien kanslia. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 31. Talven mittausjakson operatiivisen lämpötilan mittausarvot potilashuone V3022. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 32. Talven mittausjakson korkeimmat ulkolämpötilat potilashuone V3022. Ratia, A. 19.1.2023.

Kuva 33. Talven mittausjakson matalimmat ulkolämpötilat potilashuoneet V3034 ja V3022. Ratia, A. 19.1.2023.

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Suositusarvot lämpöolojen tarkasteluun työpaikalla. Työsuoja-
jelu.fi. 2022. Lämpöolot. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ty-
osuoja.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot](https://www.tyosuoja.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot) [viitattu 10.1.2023].

Hei!

Olen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun talotekniikan insinööriopiskelija ja teen osastolla opinnäytetyötäni varten mittauksia ajalla 27.1.-14.2.2022. Opinnäytetyön aiheena on säteilypaneeli lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän soveltuvuus sairaalaolosuhteisiin. Olisin kiitollinen, jos voisitte vastata muutamaan kysymykseen siitä, kuinka tunnette sisäilmaolosuhteet. Vastaukset tulevat vain minun käyttöni opinnäytetyötä varten, eikä niistä voida tunnistaa yksittäistä vastaajaa. Kaavakkeet tulen hävittämään, kun tulokset ovat analysoitu.

Mikäli haluat lisätietoa opinnäytetyöstäni, ole yhteydessä osoitteeseen: canra007@edu.xamk.fi

Kiitos vaivannäöstänne!

Antti Ratia

Onko sinua haitannut viimeisen kahden viikon aikana jokin seuraavista tekijöistä?

	kyllä	joskus	ei lainkaan
veto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian korkea lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vaihteleva lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian matala huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Päivämäärä _____

Hei!

Olen Kaakkois-suomen ammattikorkeakoulun talotekniikan insinööriopiskelija ja teen osastolla opinnäytetyötä, jonka aiheena on säteilypaneeli lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän soveltuvuus sairaalaolosuhteisiin. Olisin kiitollinen, jos voisitte vastata muutama kysymykseen, kuinka tunsitte sisäilma olosuhteet. Vastaukset tulevat vain minun käyttöni, eikä niistä voida tunnistaa yksittäistä vastaajaa ja kaavakkeet tulen hävittämään, kun tulokset ovat analysoitu.

Kiitos vaivannäöstänne!

Onko sinua haitannut hoitojaksosi aikana jokin seuraavista tekijöistä?

	kyllä	joskus	ei lainkaan
veto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian korkea lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vaihteleva lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian matala huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Liite 3

1 (2)

Liite 3. Ohjelämpötiloja sairaalaan (Ryynänen, J. 2007)

Tila	Ulkoilma- virta	Ulkoilmavirta	Poistoilma- virta	Ilmanvaihto kerroin	Ilman nopeus	Suhteellinen kosteus %	Lämpötila °C	Suodatus luokka	Ääni- taso	Paine suhde	Lähde	Huom. *)
	(dm ³ /s)/ henkilö	(dm ³ /s)/m ²	(dm ³ /s)/m ²	l/h	talvi/kesä		talvi/kesä	F	dB/ A			
oleskelutila	10	3	3		0,17/ 0,20	-	21 / 25	5 + 8	33		SH1990	
potilashuone	15 / 30	2	2		0,17/ 0,20	-	22 / 25	5 + 8	28		SH1990	(1)
vastasyntyneiden huone	4	2	2			30 - 65	24 / 26	5 + 8	28		SH1990	(1)
odotustila ja päivahuone	10	3	3		0,17/ 0,20	-	21 / 25	5 + 8	28		SH1990	
liinavaatevarasto /puhdas		1	0,5			-	20 / 26	5 + 8	35	yliip.		
pyykki / jäte-tilat		S	6			-	20 / 26		40	alip.	SH1990	
osastokeittiö		4	4		0,17/ 0,20	-	20 / 25	5 + 8	33		SH1990	
siivoustilat			4				20 / 26		40		SH1990	
lääkehuone		6	6		0,17/ 0,20		21 / 25	5 + 8	28		SH1990	(2)
käytävä		0,8	0,8		0,17/ 0,20	-	21 / 25	5 + 8	33		SH1990	
osastokanslia	12	4	4				21 / 26	5 + 8	28			(3)
tutkimushuone		6	6		0,17/ 0,20		21 / 26	5 + 8	28		SH1990	
WC		S	30/ paikka						35		SH1990	
suihkutila		S	25				22 / 26		35		SH1990	(4)
suihkutila, useampia suihkuja			40 / suihku				22 / 26		35		SH1990	(4)
puhdas huoltohuone		3	3				22 / 25	5 + 8	28		SH1990	(5)
likainen huoltohuone, huuh- teluhuone		7	8				21 / 25	7	40		SH1990	(5)

2 (2)

Tila	Ulkoilma- virta	Ulkoilma- virta	Poistoilmavirta	Ilmanvaihto kerroin	Ilman nopeus	Suhteellinen kosteus %	Lämpötila °C	Suodatus luokka		Paine suhde	Lähde	Huom. *)
	(dm ³ /s)/ henkilö	(dm ³ /s)/m ²	(dm ³ /s)/m ²	l/h	talvi/kesä		talvi/kesä	F / H	dB/ A			
ortopedia ym.		14 -22	14 - 22	>17	>0,2	45 - 55	22+/-1	5 +8+12	28	yliip.	TA1994 SH1990	(6)
yleiskirurgia		14 - 22	14 -22	>17	>0,2	45 - 55	22+/-1	5+8+10	28	yliip.	TA1994 SH1990	(7)
polikliiniset ja infektio		14 - 22	14 - 22	>17	>0,2	45 - 55	22+/-1	5+8+10	28	yliip. / alip.	TA1994 SH1990	(8)
heräämö	15	6	6				23 / 25	5 + 8	28		SH1990	(9)
synnytyssali	15	8	8			30 - 65	24 / 25	5 + 8	28		SH1990	
keskoset ja vastasyntyneet	19	3	3			30- 50	25 +/- 1	5+8+10	28	yliip.	TA1994	(10)
palovamma 2-suuntainen eristys	30	6	6			20 - 25	28 - 32	5+8+10	28	yliip./ alip	TA1994	(11)
leukemia, suojaeristys	25	4	4			50	22 +/-1	5+8+10	28	yliip.	TA1994	(12)
tartuntaeristys	25	4	4	3 -10		30 - 40	22 - 24	5 + 8	28	alip.	TA1994	(13)