

Tomi Saarivirta

SAMK: N PORIN KAMPUKSEN LÄMMITYKSEN SÄÄDÖN
TOIMINNAN ARVIOINTI

Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
2018

SAMK: N PORIN KAMPUKSEN LÄMMITYKSEN SÄÄDÖN TOIMINNAN ARVIOINTI

Saarivirta Tomi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2018
Sivumäärä: 55
Liitteitä: 0

Asiasanat: lämmitysjärjestelmä, ilmanvaihto, automaatiojärjestelmä

Satakunnan ammattikorkeakoulu muutti yhdistäen Porissa opiskelevat yhteen, moderniin kampukseen. Kampus on valmistunut vuonna 2017 ja sen yhteydessä käytetään käytännöllisesti katsoen koko rakennuksen alueella automaattisesti säätyvää lämmitysjärjestelmää.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä tilojen lämmityksen toimintaan ja suorittaa järjestelmän toiminnan arviointia perustuen vertailevaan mittaukseen. Tarkasteltavaksi mittaussuureeksi valittiin sisäilman lämpötilan lisäksi myöskin sisäilman hiilidioksidin pitoisuus, sillä tiloja lämmitetään osittain tai kokonaan koneellisen ilmanvaihdon tuloilman puhaltimien avulla. Tällöin kyseisien tilojen, myöskin muidenkin tilojen sisäilman hiilidioksidin pitoisuus toimi osaltaan myös käsiteltävän automaatiojärjestelmän toiminnan tarkastelussa apukeinona. Lisäksi uudessa rakennuksessa sisäilman laadun tulisi muutoinkin olla hyvällä tasolla.

Vertailevaa mittausta suoritettiin viikkojen 16 ja 17 ajan kolmessa eri luokkatilassa, jotka sijaitsivat eri puolilla koulurakennusta. Tällä tavoin voitiin saavuttaa mahdollisimman laaja kuva koulurakennuksen sisällä vallitsevista lämpötiloista ja myöskin sisäilman hiilidioksidin pitoisuudesta. Mittalaitteina käytettiin Wirepas: n langattomia mittalaitteita, joilla mitattiin valittujen tilojen lämpötilaa ja CO₂ – pitoisuutta viikon ajan kerrallaan. Näiden mittalaitteiden keräämiä mittaustuloksia verrattiin koulurakennuksen kiinteistöhallinnan järjestelmän keräämiin mittaustuloksiin, jolloin voitiin selvittää mittaustulosten toimintaa ja luotettavuutta.

Lopputulosten perusteella voitiin tarpeen niin vaatiessa ehdottaa mahdollisia toimenpiteitä koskien koulurakennuksen lämmitysjärjestelmää.

THE EVALUATION OF THE HEATING SYSTEM'S AUTOMATION OF SAMK CAMPUS PORI

Saarivirta Tomi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy and Environmental engineering

June 2018

Number of pages: 55

Appendices: 0

Keywords: heating system, ventilation, automation system

Satakunta University of Applied Sciences moved all students studying in Pori together to a modern campus that was constructed in 2017. The new campus utilizes an automatically adjusting heating system in practically all its premises.

The purpose of this thesis was to get acquainted with the working principles of the heating system and to evaluate its functionality via a comparative measurement. Not only the inside temperatures were measured, but also the carbon dioxide levels inside were also measured. This is, because some of the school's premises are only heated the same way they are ventilated, with the HVAC-system, which in turn makes the CO₂- levels a great indicator in the evaluation of the automated system. Also, when a practically new building is being examined, the air quality should also be at a good level.

The comparative measurement was carried out for two weeks, 16 and 17 in three different classrooms that were in different parts of the school building. With this arrangement, a wider picture of the whole building, conditions were achieved. Wirepas's wireless sensors, which measured the temperature as well as the CO₂- levels were used as the measuring equipment, for a week at a time. The results that these sensors gathered were compared to the buildings own automated system's results to evaluate the automation.

With the end results, necessary actions could be given direction to improve the buildings indoor heating system.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SAMK- UUSI KAMPUS	6
3	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	8
3.1	Toimintaperiaate	8
3.2	Kaukolämmön alakeskukset	9
3.2.1	Lämmönjakohuone B182:n toimintakuvaus.....	13
3.3	Kiinteistöautomaatio	16
3.4	Lämpötila-anturit	23
3.5	Kiinteistöhallinnan ohjausjärjestelmä.....	27
4	VERTAILEVA MITTAUS	29
4.1	Vertaileva mittaus	29
4.1.1	Tarkasteltavat tilat	29
4.1.2	Mittalaitteet	30
4.1.3	Mittalaitteiden asemointi	32
5	MITTAUSTULOKSET.....	35
5.1	Viikko 16 mittaustulokset.....	35
5.1.1	C211 tulokset	35
5.1.2	Päiväkohtainen tarkastelu.....	39
5.1.3	A140	44
5.2	Viikko 17 mittaustulokset.....	47
5.2.1	A516 mittaustulokset.....	49
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	55
	LÄHTEET.....	57
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Satakunnan Ammattikorkeakoululle, pohjautuen kampusrakennukseen tehtyyn energiakatselmukseen, jossa selvitetään yritysten kokonaisvaltainen energiankulutuksen tilanne, joiden alaisena työskentelee yli 250 henkilöä. Katselmus suoritettiin vuoden 2017 syksyn aikana ja sen tuloksista havaittiin lämmönkulutuksellisia ristiriitoja. Ristiriidat koostuivat mittalaitteiston ristiriitaisista lukemista, joissa lämpöenergian todellinen ja mitattu kulutus eivät kohdanneet toisiaan. (Laine, Seikola, Norrgård, Vänniä, Lepola, Vähätupa, Mannonen & Lähdekorpi, 2017)

Työn tarkoituksena on suorittaa tutkimusta keskittyen rakennuksen lämpötilaolosuhteisiin, sekä osaltaan myös ilmanvaihdon suhteen. Tutkimus suoritettiin vertailevan mittauksen avulla, jossa verrattiin koulurakennuksen omaa automatisoitua järjestelmää langattomien mitta-antureiden avulla.

2 SAMK- UUSI KAMPUS

Satakunnan ammattikorkeakoulun uusi kampus sijaitsee osoitteessa Satakunnankatu 23, 28130 Pori ja se on suunniteltu moderniksi oppimisympäristöksi yhdistäen aikaisemmilta Porin Tiedepuiston ja Tiilimäen kampuksilta opiskelijat yhteen kampukseen. Rakennuksen tilavuus on $114\,386\text{ m}^3$ bruttoalan ollessa $23\,457\text{ m}^2$. Rakennuksen käytävissä oleva huoneistoala puolestaan on $18\,771\text{ m}^2$, johon sisältyy jopa 1000 hengen kokouksiin tai tapahtumiin riittävä Agora-Sali. (Satakunnan ammattikorkeakoulun www-sivut 2018)

Kampus koostuu kolmesta pääasiallisesta osasta, nimettynä A, B ja C-osiksi, joista C-osa sijaitsee samassa kiinteistössä olevan K-marketin yläpuolella. Muut kaksi osaa ovat Satakunnankadun suuntaisesti Asema-aukiolle päin alla olevan kuvan 1 mukaisesti.



1SAMK-Uusi kampus (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

Satakunnan ammattikorkeakoulun uusi kampus rajautuu Asema-aukion ja Riihikedon asuinalueen, sekä Karjalankadun väliin ja korvaa samassa paikassa aikaisemmin sijainneen keskuksen, jossa oli esimerkiksi Porin keskustan Citymarket.

Sijaintinsa puolesta Satakunnan Ammattikorkeakoulun uusi kampus on edeltäjiinsä, erityisesti vanhaan Tiedepuiston kampukseen nähden liikenne- ja kulkuyhteyksiltään huomattavasti paremmassa paikassa, sillä se sijaitsee aivan Porin keskustan vieressä, myös kävely-yhteyksin. Aivan uuden kampuksen vieressä on vuoden 2017 syksyllä käyttöön valmistunut Matkakeskus linja-autoyhteyksineen, kuten myös juna-asema.

3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

3.1 Toimintaperiaate

Kampuksen lämmitysjärjestelmä koostuu perinteisistä, vesikiertoisista lämmityspattereista, joita on käytännöllisesti katsoen jokaisessa koulurakennuksen tilassa. Lämmityspatterit ovat pääasiallisesti automatiikan säätämiä, mutta osassa pattereista on perinteiset käsisäädettävät termostaatit. Tällaisia on enimmäkseen ensimmäisen kerroksen yleisissä tiloissa, kuten esimerkiksi käytävillä ja WC-tiloissa.

Toiselta osaltaan kampusrakennuksen lämmitysjärjestelmä on sidoksissa koneellisen ilmanvaihdon toimintaan, sillä ilmanvaihdon tuloilmalla lämmitetään osaksi tiloja rakennuksen sisällä. Tällainen järjestely on ajatukseltaan järkevä, sillä luokkatiloihin, miksei myös yleisiin tiloihin saadaan täten samanaikaisesti lämmitettyä, mutta myöskin raikasta ilmaa viihtyvyyden ylläpitämiseksi. Koneellisen ilmanvaihdon poistoilman mukana rakennuksesta pois siirtyvä lämpöenergia pyritään ottamaan takaisin hyötykäyttöön poistoilman lämmöntalteenottojärjestelmien avulla.

Koulurakennuksen lämmitykseen kuuluu myöskin kaikissa tuulikaapeissa sijaitsevat oviverhopuhaltimet, joiden tarkoituksena on muodostaa lämpimän ilman avulla avautuvan ulko-oven eteen niin sanottu ”verho”. Tämä verho saadaan aikaiseksi puhaltamalla tuulikaappien katonrajassa sijaitsevien, tässä tapauksessa kaukolämpöverkkoon liitettyjen vesikiertoisten lämmönvaihtimien kautta ilmaa katonrajasta alaspäin. Tällä tavoin pyritään minimoimaan sisällä olevan lämpöenergian pääsemistä avonaisen oven kautta ulkoilmaan lisäten rakennuksen energiatehokkuutta lämmityskauden aikana.

Oviverhopuhaltimet toimivat lämmityskauden aikana. Tällöin oviverhopuhaltimien puhallinmoottorit saavat käynnistymiskäskyn ulko-ovien avautuessa, käynnistyen halutulle nopeudelle. Oviverhopuhaltimet jatkavat käyntiään ulko-ovien aukiolon ajan sekä jonkin aikaa ovien sulkeutumisen jälkeen lämmittäen tuulikaappia. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

3.2 Kaukolämmön alakeskukset

Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampuksen lämmönjakoverkosto koostuu kahdesta kaukolämpöverkkoon liitetystä alakeskuksesta, joista lämpöenergiaa jaetaan kampuksen sisällä aluekohtaisesti sisäistä vesikiertoa pitkin joko vesikiertoisiin lämmityspattereihin ja/tai koneellisen ilmanvaihdon lämmönsiirtimiin. (Vihtilä henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018)

Kampuksen B-osassa on oma alakeskuksensa, josta jaetaan A- ja B-osan lämmityspatteriverkoston sekä koneellisen ilmanvaihdon lämmityspiireihin, mutta myös lämpimän käyttöveden tuottamiseen. Edellä mainittujen lämmönvaihtimien tehot ovat patteriverkoston osalta 450 kW, lämpimän käyttöveden osalta puolestaan 525 kW ja koneellisen ilmanvaihdon osalta 1775 kW. Jaottelu lämmitysverkoston osalta edellä mainitussa keskuksessa jakautuu seuraavasti, A-osan vesikiertoisten lämmityspatterien lämmitykseen on enimmillään käytettävissä 250 kW ja B-osalla puolestaan 200 kW. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

Huomionarvoinen seikka on, että Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampuksen B-osassa ei käytetä lämmityksessä vesikiertoisia lämmityspattereita, vaan kyseisten tilojen lämmitys tapahtuu täysin esilämmitetyn tuloilman kautta, kun taas A- ja C-osien lämmityksessä käytetään myöskin vesikiertoisia lämmityspattereita. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

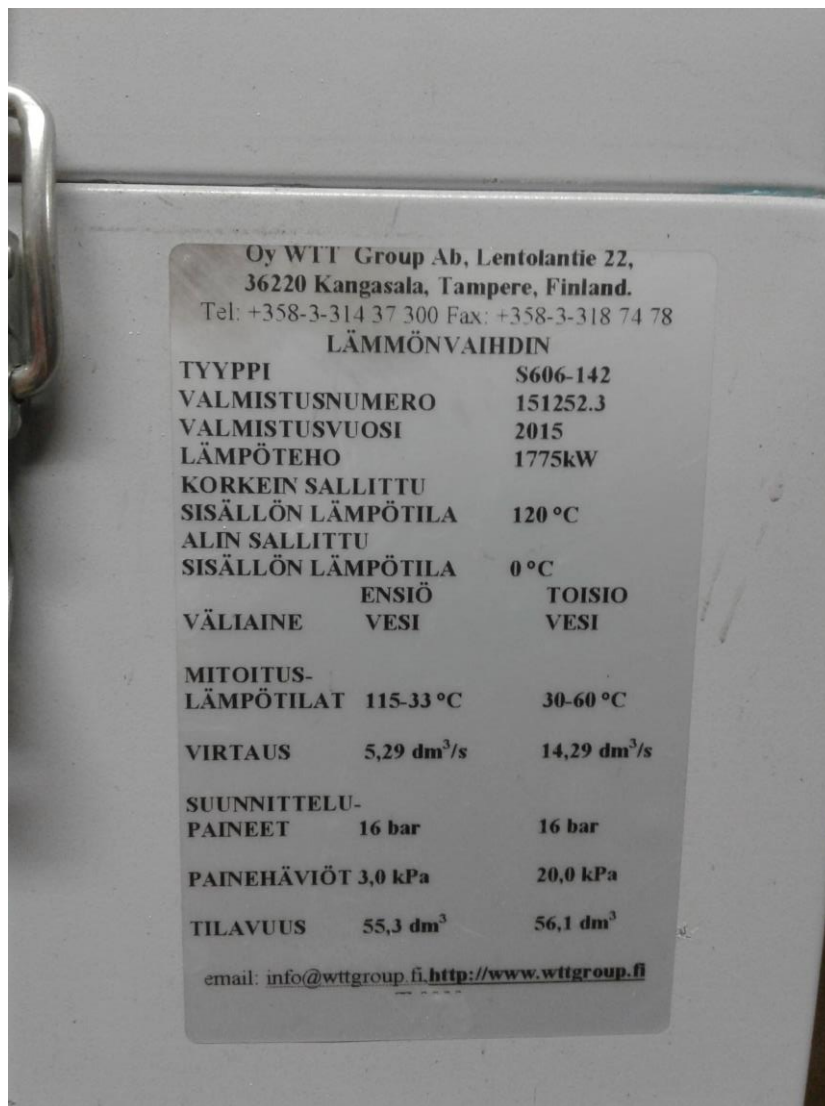
Eräs kaukolämmön alakeskuksista sijaitsee koulurakennuksen Karjalankadun puoleisella sivulla, tarkemmin ottaen tilanumeroltaan kyseinen lämmönjakohuone on B 182. Tästä kaukolämmön alakeskuksesta jaetaan lämpöenergiaa koulurakennuksen A- ja B-

osiin, mukaan lukien sen vesikiertoiset lämmityspatterit sekä koneellisen ilmanvaihdon lämmönsiirtimet.



Kuva 2 Lämmönjakuhuone B 182

Kyseisestä tilasta on edellä, kuvan 2 havainnollistamana löydettävissä useampi lämmönsiirrin, jotka palvelevat koulurakennuksen A- ja B-osia. Näiden lisäksi tilassa on lämmitysjärjestelmän paisuntasäiliöitä, joiden tehtävänä on tasata järjestelmässä tapahtuvia, lämpölaajenemisen aiheuttamia tilavuuden vaihteluita. Nämä paisuntasäiliöt ovat tilavuuksiltaan A-osalle 300 dm³ ja B-osalle vastaavasti 150 dm³. Tilasta löytyvät myöskin lämmönvaihtimet koneellisen ilmanvaihdon lämmitykselle, kuten myöskin koulurakennuksen A- ja B-osien vesiradiaattoreille. Lämmönsiirtimien valmistajana on WTT Group Ab, jonka toimipiste on Kangasalla. Kuvassa 3 on IV-koneikon tyyppikilpi, mistä ilmenee lämpötehon olevan 1775 kW ja sekä ensiö- että toisioveden virtausnopeudet.



Kuva 3 Lämmönvaihtimen tyyppikilpi

Lämmitysverkoston sisäisen kierron, toisin sanoen itse vesikiertoisten lämmityspattereiden sekä ilmanvaihtokoneikon sisällä kiertävän vesimassan kierrättämiseen on käytössä erillisiä pumppuja. Edellä mainitussa lämmönjakohuoneessa B 182 kyseisiä pumppuja on esimerkiksi A-osan lämmitysverkostolle, toiminta-arvoiltaan 2,0 litraa sekunnissa ja paineenkorotukseltaan 60 kPa. Koneellisen ilmanvaihdon verkostolle puolestaan samat toiminta-arvot ovat 14,2 litraa sekunnissa ja 130 kPa. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

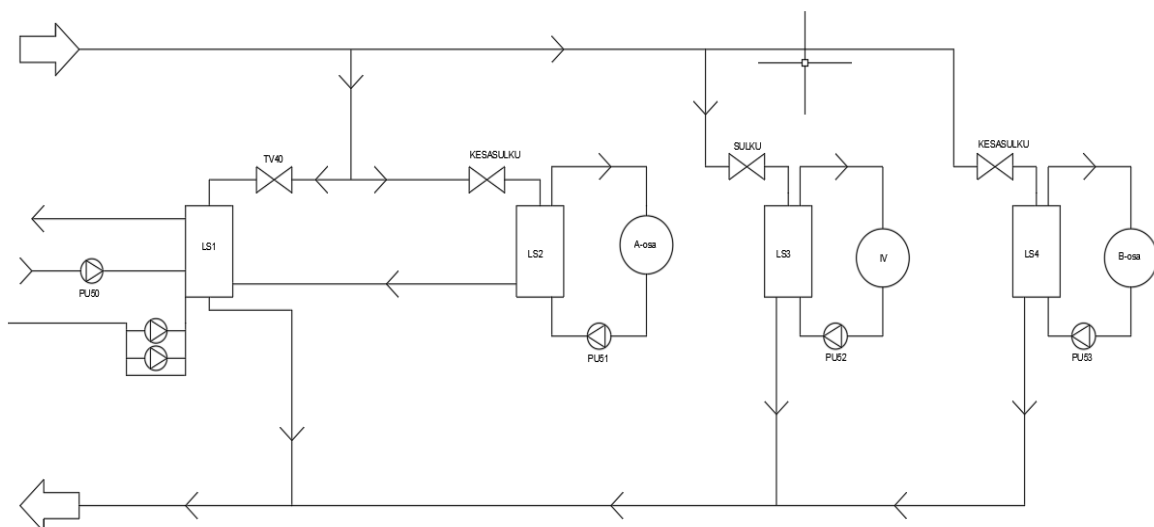
Rakennuksen C-osalle puolestaan on lämmityksen osalta vastaavanlainen alakeskus, joka sijaitsee C-osan kellarikerroksessa. Alakeskus on rakennettu tilaan, jossa aikaisemmin on sijainnut kiinteistöä aikaisemmin palvellut kaukolämmön alakeskus. Nykyinen alakeskus on rakennettu vuonna 2017 ja kaikki sen laitteet ovat täten käytännöllisesti katsoen uudenveroisia. (Vihtilä henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018)



Kuva 4 C-osan alakeskus

Kuvassa 4 esitetty alakeskus palvelee Satakunnan ammattikorkeakoulun C-osaa, mutta myöskin tarjoten lämpöenergiaa samassa kiinteistössä sijaitsevalle K-Supermarket Kampuksen ja sen vierellä sijaitsevan Kampuksen sivuapteekin tiloja. Tällöin eri tiloihin siirretään eri määriä lämpöenergiaa, joten viimeistään laskutuksen osalta on saatava selville eri tilojen kulutuslukemat. Tässä tapauksessa alakeskuksen energian jaottelu edellä mainittujen kuluttajien kesken tehdään kiinteistön vuokran yhteydessä, alakeskuksessa ei siis ole jokaiselle kuluttajalle erillistä energiankulutusmittaria. (Rautakorpi henkilökohtainen tiedonanto 5.6.2018)

3.2.1 Lämmönjakohuone B182:n toimintakuvaus



Kuva 5 Lämmönjakohuone B182: toimintamalli (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

Kuvassa 5 on edellä käsitellyn lämmönjakohuoneen toimintaa selittävä toimintamalli, josta jaetaan lämmitysenergiaa suureen osaan rakennusta. Järjestelmä on sähköisesti ohjattu ja toimii automaattisesti reagoiden erilaisiin kulutustilanteisiin.

Lämmintä käyttövettä on valmistettava ympäri vuotisesti, tässä lämmönjakohuoneessa se on toteutettu lämmönsiirrin LS1:n avulla, johon kuuma kaukolämpövesi virtaa säästöventtiilin TV40 ohjaamana. Samaan lämmönsiirtimeen ohjataan paineenkorotuspumppujen läpi kylmää vesijohtovettä, tarkasteluhetkellä ylipaine oli 4,2 Bar kuten kuvassa 6 on esitetty. Lämpimän käyttöveden kiertopumppu, positioltaan PU50, käy jatkuvasti olosuhteista riippumatta, ylläpitäen lämpimän käyttöveden lämpötilan ohjearvossa 58 °C. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)



Kuva 6 Paineenkorotuspumppujen painemittari

Järjestyksessä seuraavan lämmönsiirtimen, LS2:n edellä on kaukolämpöveden tulolinjassa kesätilanteessa suljettavissa oleva sulkuventtiili, jonka tarkoituksena on sulkea lämmitysvirta lämmönsiirtimelle ja täten rakennuksen lämmitykseen. Lämmönsiirrin LS2 vastaa koulurakennuksen A-osan vesikiertoisten lämmityspattereiden lämmityksestä, joiden omaa sisäistä lämmitysveden kiertoa ohjataan kiertovesipumpun PU51 avulla.

Lämmönsiirrin LS3 puolestaan vastaa lämmitykseltään koneellisen ilmanvaihdon tarvitsemasta lämpöenergian jakamisesta, kun taas LS4:n kautta jaetaan lämpöenergiaa koulurakennuksen B-osaan. Kummassakin tapauksessa, kuten lämmönsiirrin LS1:n kohdalla, on kaukolämpöveden tulolinjassa kesäisin suljettavissa oleva venttiili, jolla voidaan sulkea lämpöenergian virtaus lämmönsiirtimiin. Kummasakin kiertopiirissä on oma kiertovesipumppunsa, jotka kierrättävät lämmönsiirtimissä lämmitettyä vettä järjestelmän lämmönvaihtimiin ja vesikiertoisiin lämmityspattereihin.

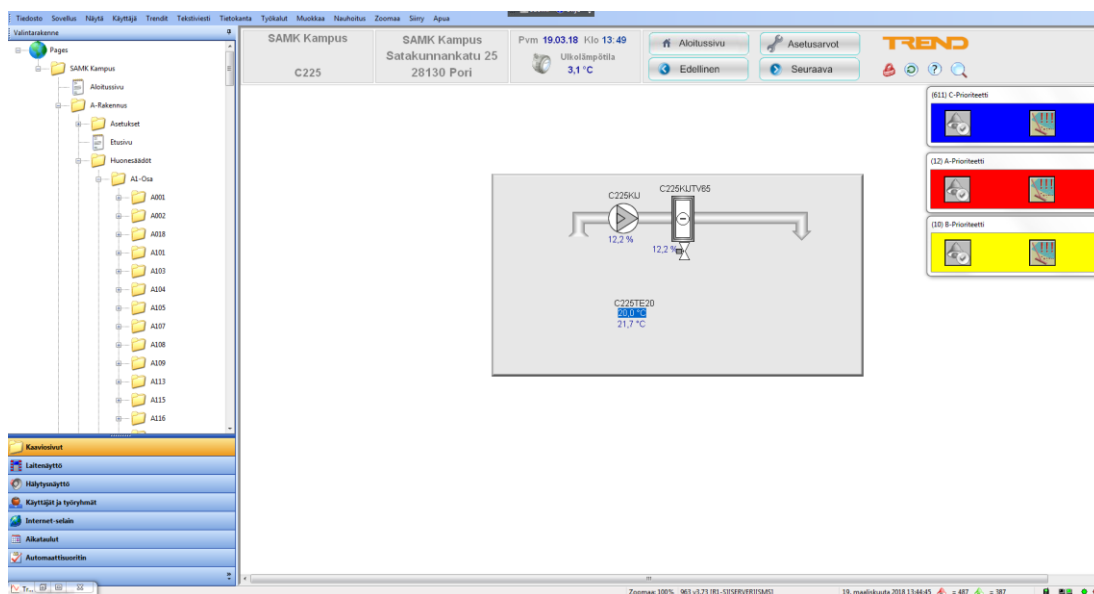
Lämmönjakohuoneessa on myöskin useampi energiankulutusta mittaava mittari, joiden avulla voidaan erotella eri järjestelmien lämpöenergian kulutuslukemia toisistaan. Järjestelmässä on tulevan- ja lähtevän kaukolämpöveden lämpötilaa mittaavat anturit, sekä esimerkiksi lämpimälle käyttövedelle oma mittausjärjestelmänsä. Lämpimän käyttöveden energiankulutus lasketaan lämpimän käyttöveden sisäisen kiertopiirin, sekä kylmän veden lämmitykseen kuluvan energiamäärän summasta. Nämä edellä mainitut mittauksilla tapahtuvat, kuluneen energiamäärän suuruutta määrittävät mitaukset on toteutettu vesimäärämittareiden sekä vertailevien lämpötilamittauksien perusteella, joissa mitataan verkkoon lähtevän ja sieltä palaavan lämmitysveden lämpötilan eroavaisuuksia. Lämpöenergian mittari on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7 Lämpöenergiamittari

3.3 Kiinteistöautomaatio

Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampuksen kiinteistöautomaatiojärjestelmä on toteutettu Trentec:n järjestelmää hyödyntäen. Järjestelmän tietoja voidaan tutkia IV-konehuoneen C211 tiloissa olevalta tietokoneelta, josta voidaan nähdä tilakohtaisesti graafisen käyttöliittymän kautta Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampuksen lämmityksen ja koneellisen ilmanvaihdon tietoja.



8 Trentec yleiskuva

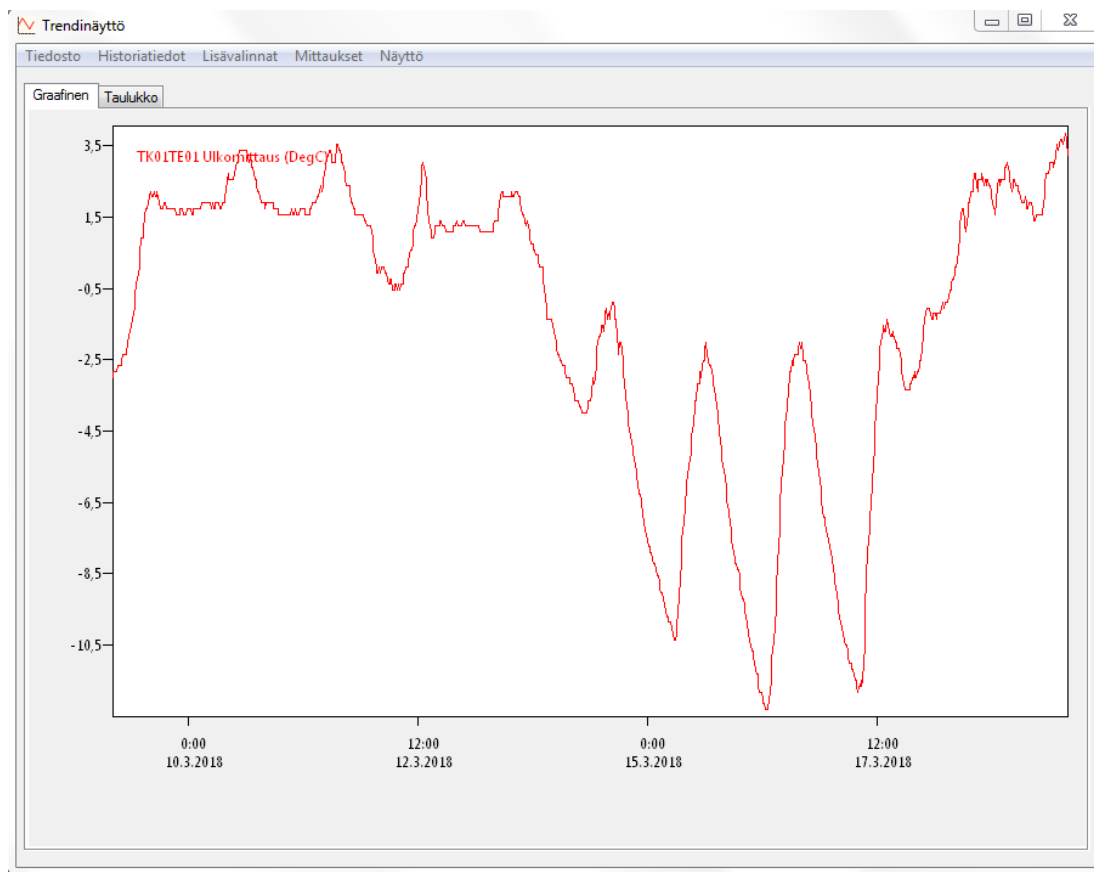
Kuvassa 8 on Trentec-963 järjestelmän yleiskuva, kun on valittu luokkatila C225 tarkasteltavaksi. Tilassa on kuitenkin kohtuullisen suuri määrä erilaisia tietotekniikan laitteistoja, jotka kukin osaltaan lisäävät tilassa olevaa ylimääräistä lämpökuormaa. Laitteisto koostuu 12:sta tietokoneesta, 16:sta reitittimestä, sekä noin kymmenestä reitittimestä. Näyttöruidun vasemmassa laidassa on avattuna listaus kampusrakennuksen eri osista, avattuna A-osan luokkatilojen listaus.

Avoimna olevassa luokkatilan C225 näkyvässä on listattuna koneellisen ilmanvaihtokoneikon puhaltimien tilatieto prosentteina sekä puhaltimien jälkeisten lämmönvaihtimien tilatiedot prosenttiyksikköinä. Puhaltimien tilatietoprosentti tarkoittaa puhaltimien moottorien käyttöastetta, 0% merkitsee puhaltimien olevan pysähtyneenä ja 100% vastaavasti puhaltimien toimivan täydellä teholla. Lämmönvaihtimen moottori-venttiilin prosenttiyksikkö puolestaan tulkitaan siten, että tilatiedon ollessa 0 % on

venttiili täysin kiinni ja lämpimän veden virtauksen lämmönvaihtimessa on pysähtynyt. Tilatiedon ollessa 100% venttiili on puolestaan täysin auki ja näin ollen lämmönvaihdin toimii täydellä teholla. Kuten edellä olevasta kuvasta voidaan havaita, ovat kyseisen tilan lämmitystä ja ilmanvaihtoa koskevien laitteiden ja koneikkojen tunnistukset nimetty alkavaksi tilan nimellä, tässä tapauksessa luonnollisesti C225.

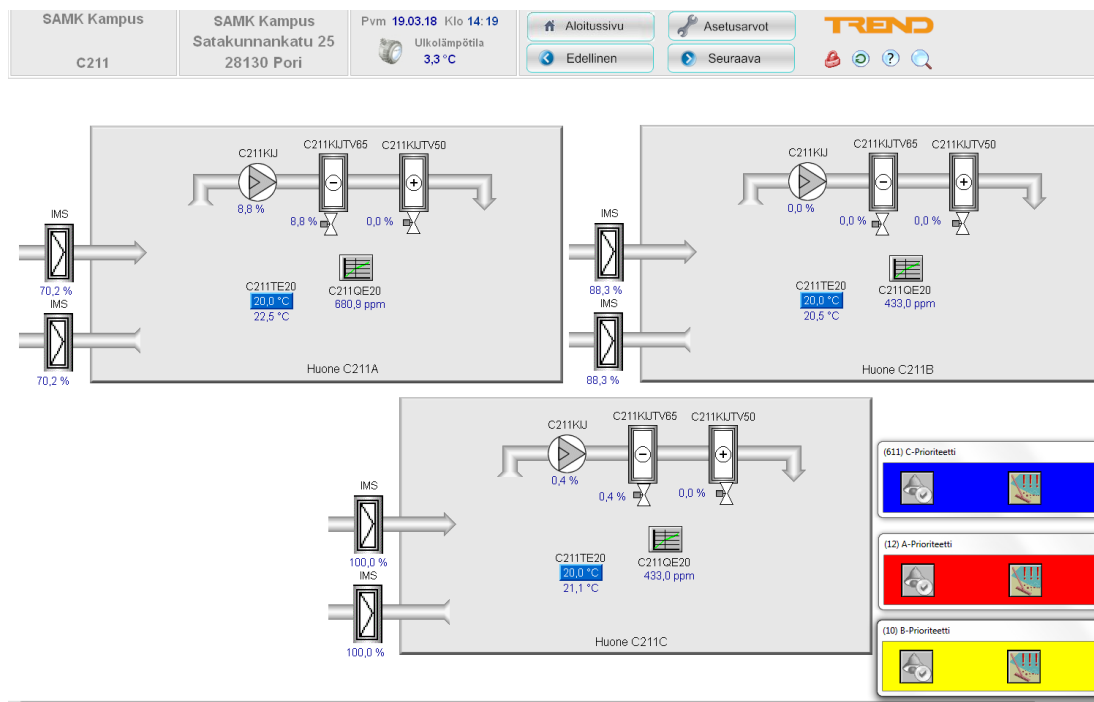
Näkymän keskiosassa on myöskin nähtävillä tunnuksella C225TE20 huoneilman lämpötilan asetusarvo sinisellä pohjalla, sekä sen alapuolella kyseisellä hetkellä mitattu, huoneilman lämpötilan toteutunut arvo. Tarkasteltavissa tiloissa huoneilman lämpötilan asetusarvoksi on asetettu 20 °C, mikä on sisäilmastoluokka S2:n lämpötila-asteikon vähimmäisarvo. (RT 10946 2008, 5) Toteutunut lämpötila tarkasteluhetkellä oli 21,7 °C, mikä on hieman korkeampi asetusarvoon nähden, tällöin koneellisen ilmanvaihdon puhaltimet ovat käytössä edellä olevan kuvan mukaisesti 12,2 %:n käyttöasteella lämmönvaihtimien moottoriventtiilien ollessa myöskin samassa asennossa. Tämä merkitsee sitä, että järjestelmä pyrkii korjaamaan asetusarvon ja toteutuneen sisäilman lämpötila-arvon välistä 1,7 °C:n erotusta puhaltamalla luokkatilaan hieman viileämpää ilmaa. Järjestelmä on suunniteltu toimimaan siten, että lämmityskaudella lämpötila pyritään säätämään tiloissa asetusarvoonsa ja lämmityskauden ulkopuolella puolestaan järjestelmä aloittaa tilojen viilentämiseen, kun lämpötila on kaksi astetta tavoitetta korkeammalla. Kesäisin tilojen annetaan lämmitä lämmityskauteen nähden korkeampaan lämpötilaan. (Kuosa henkilökohtainen tiedonanto 11.6.2018)

Jokaisesta tilatiedosta voidaan saada tietyllä, ennalta määritetyltä aikaväliltä esille trendikäyrä, josta ilmenee esimerkiksi edellä esitetyssä, luokkatilan C225 tapauksessa koneellisen ilmanvaihdon puhaltimien ja lämmönvaihtimien, sekä luonnollisesti luokkatilassa vallinneen lämpötilan arvo tietyllä aikavälillä, tässä tapauksessa noin seitsemän päivän ajalta.



Kuva 9 Ulkolämpötilan kuvaaja (Trentec-963 Valvomo-ohjelmisto 2017)

Kuvassa 9 on edellä esitetyn Trentec-963 järjestelmän piirtämä, noin viikon mittaiselta ajanjaksolta oleva trendikuvaaja, josta on nähtävissä vallinneen ulkolämpötilan arvot aikaan nähden uuden kampusrakennuksen ulkopuolella. Trendikäyrästä voidaan käyttää esimerkiksi lämmitysjärjestelmän automaattisen säädön vasteen tutkimiseen luokkatilojen huoneilman lämpötilan ja vallitsevan ulkolämpötilan muuttuessa.



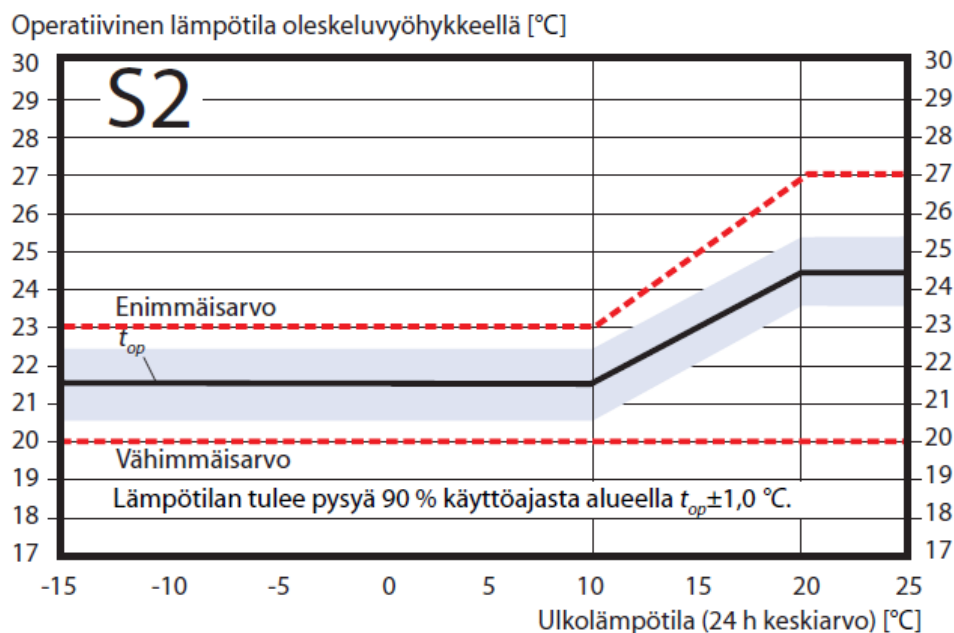
Kuva 10 C211 (Trentec-963 Valvomo-ohjelmisto 2017)

Kuvassa 10 puolestaan on esillä saman Trentec-963 järjestelmän tiedot luokkatilasta C211. Kyseisen tilan voi jakaa kolmeen erilliseen osaan tai vaihtoehtoisesti käyttää yhtenä suurena tilana.

Jokaiselle erotettavalle tilalle on tässä tapauksessa nähtävissä oma koneellisen ilmanvaihdon kautta toteutettu lämmitys- ja viilennysjärjestelmä koneikkojen tilatietoineen ja lämpötila-asetusarvoineen, myöskin toteutunut lämpötila on luettavissa kuten edellä. Kuten kuvasta 10 voidaan havaita, on kolmen tilan välillä lämpötilan suhteen keskenään eroavaisuuksia, mitkä johtuvat siitä, että eri tiloissa on kyseisellä ajanhetkellä erilaisia lämpökuormia. Kuvan 10 tilanne on taltioitu kello 14:19, jolloin Time-Editin mukaan tilan B-osassa oli NEY17-ryhmän oppitunti, joskin noin puoli tuntia ennen kyseistä tilannetta A- ja C-osissa oli Energia- ja Ympäristötekniikan koulutusohjelman oppitunti. Tämän vuoksi A- ja C-osissa lämpötila on B-osaan nähden korkeammalla tasolla.

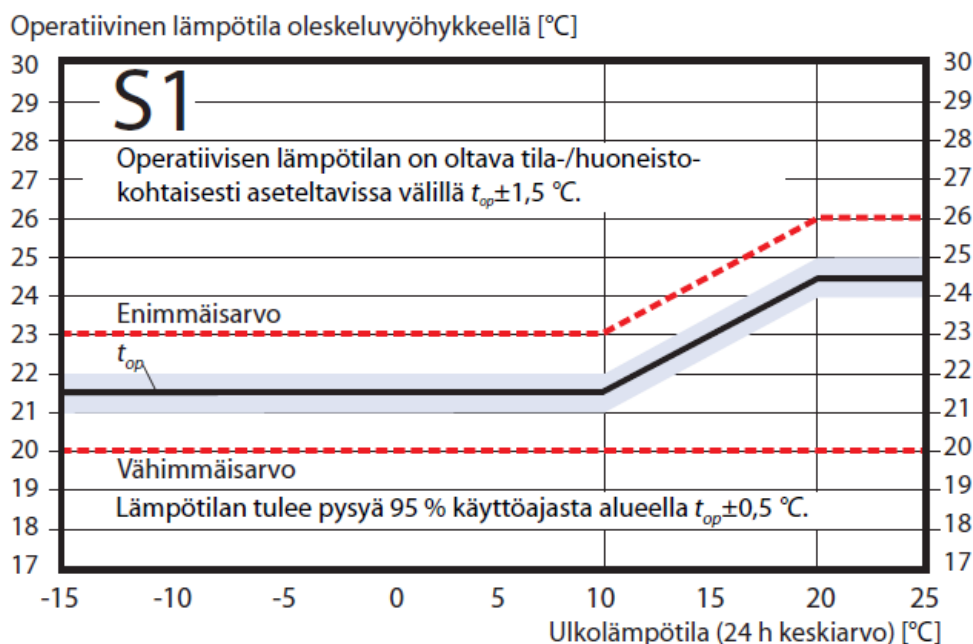
Eroavana seikkana edeltävään luokkatilaan C225 ovat harmaalla pohjalla, lämpötila-arvojen vierellä olevat ilman hiilidioksidipitoisuuden arvo. Mittayksikkönä ilman hiilidioksidipitoisuudelle on käytetty ppm: ää eli miljoonasosaa. Sisäilmalle on säädetty

kolme erilaista luokitusta, joiden avulla voidaan kuvata ja tarkastella sisäilman laadullisia ominaisuuksia, tässä tapauksessa sisäilman hiilidioksidin pitoisuutta on tarkasteltu ja luokiteltu seuraavasti: sisäilmastoluokka S1:n raja-arvona on 700 ppm. Edellä olevassa kuvassa tilan C211 kahdessa osassa sisäilman hiilidioksidipitoisuus on 433,0 ppm, joten kyseisien tilojen voidaan katsoa kuuluvan sisäilmastoluokkaan S1 kyseisellä ajanhetkellä, mutta kokonaisvaltaisesti ajatellen sisäilmastoluokka määrittyy pitkäaikaisen keskiarvon mukaan. Kuitenkin on huomioitava, että luokkatilan C211 eräässä osassa hiilidioksidin pitoisuus on huomattavasti korkeampi, noin 681 ppm. Tässä, tilan C211 osassa tarkastelun hetkellä oli käynnissä opetusta, jolloin sen lämpötila- ja hiilidioksidipitoisuus ovat muihin nähden korkeampia, joskin tässäkin tilassa hiilidioksidin pitoisuus ei ylitä 700 ppm, joten tila kuuluu myöskin sisäilmastoluokkaan S1. Sisäilmastoluokka S2 puolestaan rajautuisi välille 700- 900 ppm ja S3 vastaavasti 900- 1200 ppm. On kuitenkin pidettävä mielessä, että hetkittäin tilassa pitoisuudet ja lämpötilat voivat nousta korkeammaksi, sisäilmastoluokituksella tarkoitetaan pysyvää tilaa. (RT 10946 2008, 5)

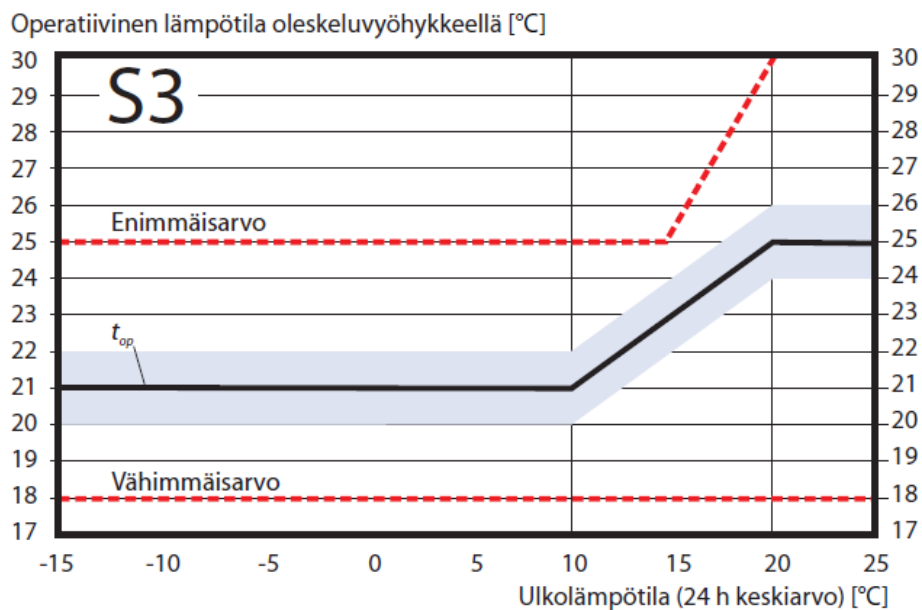


Kuva 11 Sisäilmastoluokka S2 (RT 10946 2008, 6)

Kuvassa 11 on esitetty sisäilmastoluokka S2:n kuuluvalla tilalla lämpötilaa koskevia operatiivisia arvoja suhteutettuna ulkolämpötilaan. Mustalla viivalla on kuvattu sisäilmastoluokka S2:n kuuluvan tilan tavoitelämpötila, jonka voidaan havaita pysyvän pitkälti noin 21,5 °C:n tietämällä, nousten aina 23 °C :n asti lämmityskauden ulkopuolella. Kuitenkin tällaisen tilan lämpötila voi vaihdella aluksi välillä 20-23 °C, lämmityskauden ulkopuolella taasen aina 27 °C asti. Harmaalla alueella toteutuvan lämpötilan tavoitearvon ympärillä kuvastaa tavoitearvon sallittua poikkeamaa lämpöolosuhteiltaan tilojen tulee pysyä käytön aikana niille suunnitellulla arvolla, suhteutettuna vallitsevaan ulkolämpötilaan. Kuvissa 12 ja 13 on sisäilmastoluokkien S1 ja S3 vastaavanlaiset kaaviot.



Kuva 12 Sisäilmastoluokka S1 (RT 10946 2008, 6)



Kuva 13 Sisäilmastoluokka S3 (RT 10946 2008, 6)

Kuten voidaan havaita, ovat jokaiselle sisäilmastoluokalle tavoitelämpötilan arvot raja-arvoineen keskenään erilaisia. Satakunnan ammattikorkeakoulun uusi kampus on suunniteltu kuuluvan sisäilmastoluokka S2:n piiriin, noudattaen Sisäilmastoluokitus 2008: a. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

3.4 Lämpötila-anturit



Kuva 14 Lämpötila-anturi

Kuvassa 14 on esimerkki eri puolelta Satakunnan ammattikorkeakoulun tiloista löytyvistä antureista, joista osa mittaavat ainoastaan lämpötilaa ja osa puolestaan lämpötilan lisäksi kyseisessä tilassa vallitsevan sisäilman hiilidioksidin pitoisuuden. Kuvan 14 anturi sijaitsee koulurakennuksen sisällä olevan kirjaston yläparven reunalla olevassa huoneessa B112. Tiloissa sijaitsevat anturit on nimetty samalla tavoin kuin kiinteistöhallinnan järjestelmässä, niiden tulkitseminen on täten hyvin vaivatonta. Kuvassa 15 puolestaan on esitettynä Agora-salissa sijaitseva vastaavanlainen anturi, joka mittaa sekä huoneilman lämpötilaa sekä hiilidioksidipitoisuutta.

Lämpötilan mittauksesta on säädetty ohjearvot koskien mitta-antureiden sijaintia tilassa, jossa mittaus suoritetaan. Mitta-anturi on asetettava tavanomaisella oleskeluvyöhykkeellä 1,1 metrin korkeuteen lattiapinnasta, työpisteellä sama arvo on 0,6 metriä. On kuitenkin huomioitava mitta-anturin asemoinnissa mahdolliset pintojen lämpötilan eroavaisuudet, jotka voivat johtua esimerkiksi ikkunoiden läheisyydestä tai läheisestä, lämmittämättömästä tilasta aiheutuvasta lämpövuodosta. Luonnollisesti lattialämmitys, tai esimerkiksi koneellisen ilmanvaihdon lämmin, tai viileä ilmavirta on

otettava lämpötila-anturin asemoinnissa huomioon, jotta saataisi mahdollisimman luotettavia mittaustuloksia ilman häiriötekijöitä. (RT 10946 2008, 5)

Lämpötila-antureiden asettelussa on kuitenkin käytettävä järkiperustettakin, sillä ne on kuitenkin kytkettävä sähköverkkoon, sekä muutoinkin asemitava mahdollisimman huomaamattomasti haittavaikutuksien minimoimiseksi, jotka voivat olla esimerkiksi esteettisiä. Anturit on asennettava siten, että niiden antamat mittaustulokset ovat luotettavia ja antavat mittaamastaan tilasta mahdollisimman todenmukaista dataa automaatiojärjestelmälle.

Tarkastelluissa tiloissa lämpötila-antureiden sijoittelu oli ohjeesta poikkeavaa, sillä mikäli anturi on sijoitettu huonetilan nurkkaan, ei se välttämättä kykene havaitsemaan toisessa nurkassa tapahtuvia lämpötilan- ja huoneilman hiilidioksidin pitoisuuden vaihteluita. Toinen huomionarvoinen seikka on antureiden asemointi oviaukkojen välittömään läheisyyteen. Oviaukosta mahdollisesti kulkeutuva ilmavirtaus toisesta tilasta saattaa vaikuttaa häiriten lämpötila-antureita ja täten kyseisen tilan lämpötilan säätöä. Ilmavirta saattaa luonnollisesti myös vaikuttaa koneellisen ilmanvaihdon kautta tapahtuvaan ilmanlaadun hallintaan vääristäessään antureiden keräämiä tuloksia oikeista olosuhteista.



Kuva 15 Lämpötila-anturi, Agora-sali

Kuvassa 15 on Agora-salin lämpötilaa ja sisäilman hiilidioksidin pitoisuutta mittaavasta anturista, joka on sijoitettu salin pitkälle seinälle, Karjalankadun puolelle. Anturi on noin 150 senttimetrin korkeudessa lattiapinnasta mitattuna, mikä puolestaan ei vastaa säädettyä mittauskorkeutta (1,1 metriä). (RT 10946 2008, 5) Agora-salissa on vastaavanlaisia mitta-antureita useampia, johtuen tilan suuresta koosta ja jaettavuudesta useampaan eri osaan.

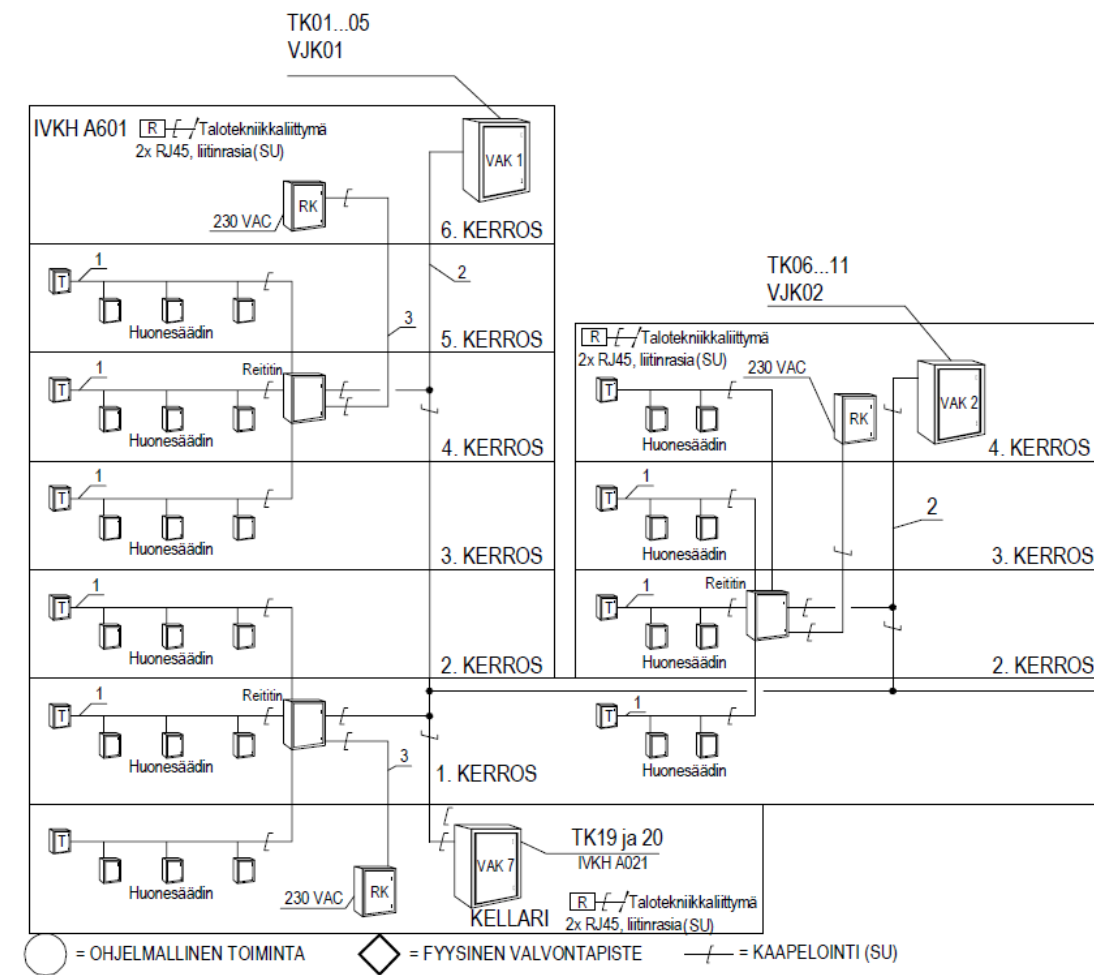
Kuvassa 16 on esitetty tilan C211 mitta-antureiden asemointi. Kyseinen luokkatila on jaettavissa kolmeen osaan, jotka ovat vetoisuudeltaan 44-58 henkeä. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit- www-sivut 2018) Mitta-anturit mittaavat sekä lämpötilaa ja hiilidioksidin pitoisuutta, mutta on huomioitavaa, että anturit on asetettu opetuksessa käytettävän pöydän vierelle, jolloin anturi on kauimmaisessa nurkassa luokkatilassa istuvista opiskelijoista. Tämän vuoksi anturi ei välttämättä kykene havaitsemaan muuttuvaa lämpötilaa, tai ilman hiilidioksidipitoisuuden muutoksia riittävän nopeasti. Kyseinen luokkatila on yhtenä kolmesta vertailevan mittauksen luokkatilasta.



Kuva 16 Luokkatila C211

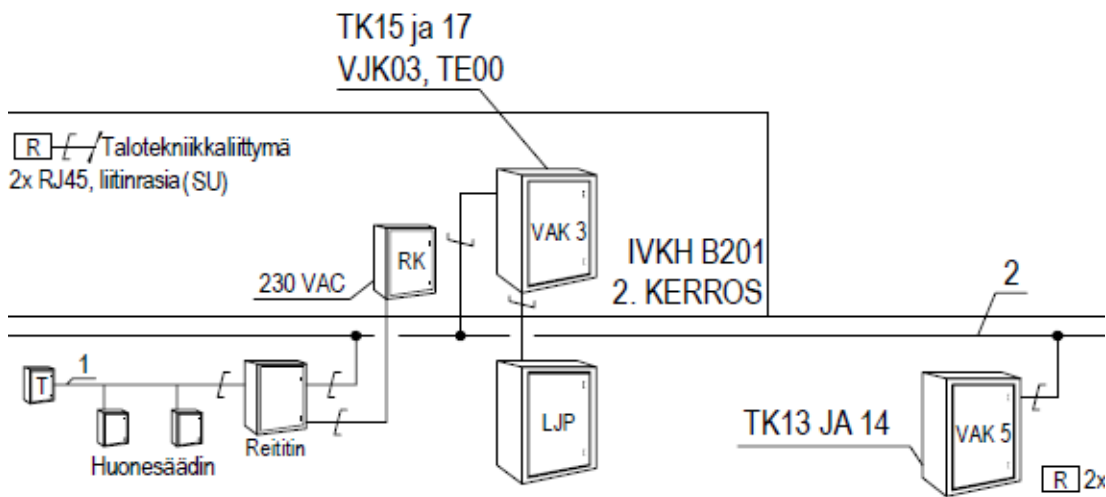
Kuvasta 16 voidaan havaita, että mitta-anturit on sijoitettu noin 150 cm:n korkeudelle lattiasta tilan jakavan seinän molemmin puolin. Tilasta saattaa joissain tapauksissa virrata toiseen tilaan ilmaa, näin vaikuttaen mittalaitteiston tuloksiin. Kyseinen luokkatila on yhtenä kolmesta, vertailevan mittauksen luokkatilasta.

3.5 Kiinteistöhallinnan ohjausjärjestelmä



Kuva 17 A-osan kaaviokuva (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

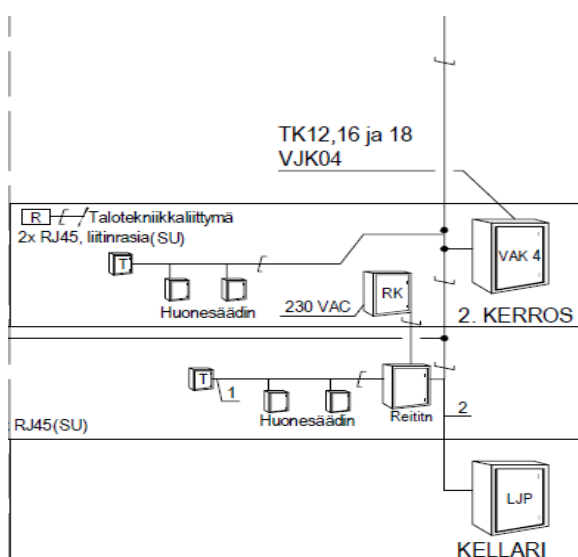
Kuvassa 17 on kaaviokuva koulurakennuksen kiinteistöautomaation järjestelmästä. Järjestelmä on jaettu pienempiin ryhmiin, jotka koostuvat useamman kerroksen ryhmistä järjestelmän yksinkertaistamiseksi. Itse A-osan opiskelutiloista koostuva osa on jaettu siten, että ensimmäiset kaksi kerrosta ovat kellarikerroksen kanssa kytketty samaan piiriin ja kolme ylempää kerrosta muodostavat oman piirin. A-osan henkilökunnalle tarkoitetut tilat kuuluvat kaikki yhteen kiinteistöautomaation piiriin. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)



Kuva 18 B-osan kaaviokuva (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

Kuvassa 18 on esitetty koulurakennuksen B-osalle vastaavanlainen kaaviokuva, joka on rakenteeltaan huomattavasti yksinkertaisempi A-osaan nähden. Tämä johtuu siitä, että B-osassa on käytössä vain yksi kerros.

Kuvassa 19 on puolestaan esitetty koulurakennuksen C-osan järjestelmä, josta kiinteistöautomaation järjestelmä on kytketty tilan C221 valvomotietokoneeseen.



Kuva 19 C-osan kaaviokuva (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

4 VERTAILEVA MITTAUS

4.1 Vertaileva mittaus

Vertaileva mittausjärjestely suoritettiin Satakunnan ammattikorkeakoulun uudella kampuksella viikon 16 aikana kolmen, sijainniltaan ja kooltaan erilaisen luokkatilan lämpötilaan keskittyen. Kahteen näistä luokkatiloista sijoitettiin mittaamaan myös erillinen sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mittaava laite, tyypiltään Wirepas EE891. Laitteen mittaustuloksien avulla voidaan arvioida koneellisen ilmanvaihdon toimivuutta näissä tiloissa. Mitattavat tilat ovat tavanomaisessa käytössä olevia luokkatiloja ja sijaitsevat rakennuksen A, B, ja C-osissa.

4.1.1 Tarkasteltavat tilat

Valitut luokkatilat ovat kooltaan keskenään erilaisia, joista A-osan tilat ovat suhteellisen samankokoisia. A-osan luokkatila on tilanumeroltaan A140 ja se sijaitsee Atriumaulan sivulla opiskelijaravintola Skenen vierellä. Luokkatila voidaan tarvittaessa jakaa väliseinän avulla kahteen pienempään osaan, mutta tilan pienemmän koon (61 m²) vuoksi tila on pääasiallisesti käytössä kokonaisuudessaan. Rakennuksen A-osasta tarkasteltavana luokkatilana oli A516, mikä puolestaan sijaitsee koulurakennuksen ylimässä kerroksessa. Kooltaan tila on A-osan ensimmäisen kerroksen tarkasteltavaan tilaan nähden jonkin verran suurempi (80 m² Kuvasta 20 voidaan havaita, että tilan A516 käyttöaste on kohtuullisen suuri. Luokkatilan saa tarpeen vaatiessa jaettua kahteen pienempään osaan. C-osan tarkasteltavaksi tilaksi valittiin luokkatila C211, joka on suurikokoinen 225 m² :n tila rakennuksen C-osassa ja sijaitsee K-Citymarket Kam-

puksen yläpuolella. Tila on pääasiallisesti käytössä jaettuna kolmeen osaansa, sillä kokonaisuudessaan tila on mitoitettu yli 150:lle ihmiselle. (Vihtilä henkilökohtainen tiedonanto 5.6.2018)

TimeEdit® - SAMK - JULKISET TYÖAJARJESTYKSET / PUBLIC TIMETABLE - TILOJEN TYÖAJARJESTYKSET / ROOMS' SCHEDULES							
TÄNÄÄN < VK15 > 2018-04-09 - 2018-04-15 MUUTA HAKUA PORI_A516/a, PORI_A516/b							
SAMK-KAMPUS PORI TILAVARAUKSET							
viik	MAANANTAI 9/4	TIISTAI 10/4	KESKIVIIKKO 11/4	TORSTAI 12/4	PERJANTAI 13/4	LAUANTAI 14/4	SUNNUNTAI 15/4
7							
8							
9	08:45 NHT17SP4A, NHT17SP4B, HT170100, Näytön perustavan toiminnan perusteet, 318PA, Monimuotoinen opetusmuotoform learning, PORI_A516/a, PORI_A516/b		08:30 NHT15SP3A, NHT15SP3B, Painopinta 1, HT130901, Näytön perustava terveyden edistämisen ja terveysneulohatub, 418PA, PBL puru/PBL, Feedback and Discussion, PORI_A516/a, ...	08:30 NHT15SP3A, NHT15SP3B, Painopinta 2, HT130901, Näytön perustava terveyden edistämisen ja terveysneulohatub, 418PA, PBL puru/PBL, Feedback and Discussion, PORI_A516/b, ...	08:45 NHT16SP4A, NHT16SP4B, HT130501A, Sisätautiin hoitotyö, teoria, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b	09:00 NSO16SPC, SO130803, Yhteisölliset ja toiminnalliset vuorovaikutuksellisen ohjauksen menetelmät, 318PA, Monimuotoinen opetusmuotoform learning, PORI_A516/a, PORI_A516/b	
10	10:30 NHT17SP4A, NHT17SP4B, HT170100, Näytön perustavan toiminnan perusteet, 318PB, Monimuotoinen opetusmuotoform learning, PORI_A516/a, PORI_A516/b	10:45 NHT17SP2A, NHT17SP2B, LT170050, Talousmatematiikka, 318PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b	11:00 PORI_A516/a, ...	11:00 PORI_A516/b, ...			
11							
12							
13	13:00 NHT16KP1B, HT130504A, Gerontologian ja hoitotyön hoitotyö, teoria, 418PA, PBL puru/PBL, Feedback and Discussion, PORI_A516/a, PORI_A516/b		13:15 NSO16SP1, NSO16SP2, NSO16SPB, SO130803, Yhteisölliset ja toiminnalliset vuorovaikutuksellisen ohjauksen menetelmät, 318PA, Monimuotoinen opetusmuotoform learning, PORI_A516/a, PORI_A516/b	13:00 NHT16SP4A, NHT16SP4B, HT130501A, Sisätautiin hoitotyö, teoria, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b	13:00 NHT17KP1A, NHT17KP1B, HT170400, Sisätautiin hoitotyö, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b		
14		14:00 VVO17K18, SY180001, Ajattelu ja tietokirjallisuus, 418PA, Monimuotoinen opetusmuotoform learning, PORI_A516/a, PORI_A516/b		14:00 NHT16SP4A, NHT16SP4B, HT130501A, Sisätautiin hoitotyö, teoria, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b	14:00 NHT17KP1A, NHT17KP1B, HT170400, Sisätautiin hoitotyö, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b		
15			15:00 NSO16SP1, NSO16SP2, NSO16SPB, SO130803, Yhteisölliset ja toiminnalliset vuorovaikutuksellisen ohjauksen menetelmät, 318PA, Monimuotoinen opetusmuotoform learning, PORI_A516/a, PORI_A516/b	14:45 NHT16SP4A, NHT16SP4B, HT130501A, Sisätautiin hoitotyö, teoria, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b	14:45 NHT17KP1A, NHT17KP1B, HT170400, Sisätautiin hoitotyö, 418PA, Luento/Lecture, PORI_A516/a, PORI_A516/b		
16				16:30	16:15	16:15	
17							

Kuva 20 Luokkatilan A516 käyttöaste viikolla 15

4.1.2 Mittalaitteet

Vertailevassa mittauksessa käytettiin Wirepas:n langattomia mittalaitteita koostuen kolmesta, kuvan 21 mukaisesta lämpötilaa mittaavasta anturista ja kahdesta ilman hiilidioksidin pitoisuutta mittaavasta laitteesta.

Laitteet kytkeytyvät toimintavalmiuteen, kun niihin asennetaan kuhunkin kaksi AA-koon paristoa. Mittalaitteet lähettävät keräämänsä datan gateway-laitteille, jotka kytkettiin ethernet-kaapelin avulla oppilaitoksen verkkoon. Verkkoon kytkemisessä oli aluksi ongelmana se, ettei valituissa luokkatiloissa, eikä niiden välittömässä läheisyydessä ollut saatavilla ethernet-portteja, jotka olisivat olleet kytkettynä käytettäväksi. C-osan gateway-laite sijoitettiin tilaan C203. A -ja B-osien tarkasteltavat luokkatilat olivat keskenään niin lähellä toisiaan, että niiden keräämän mittaustiedon lähettämiseen tarvittiin vain yksi gateway-laite. Tässä tapauksessa päädyttiin asentamaan gateway-

laite luokkatilaan A141, joka sijaitsee tarkasteltavien luokkatilojen A140 ja B180 välissä.

Gateway-laitteet vastaanottavat mitta-antureiden keräämän datan ja lähettävät sen opilaitoksen verkkoa pitkin palvelimelle, josta dataa on vaivatonta tutkia. Mitta-anturit voivat tarpeen niin vaatiessa kerätä mittausdataa omaan Flash-muistiinsa, josta se voidaan lähettää gateway-laitteen kautta verkon läpi palvelimelle myöhemmin. (Wirepas Mittaussalkku 2018)

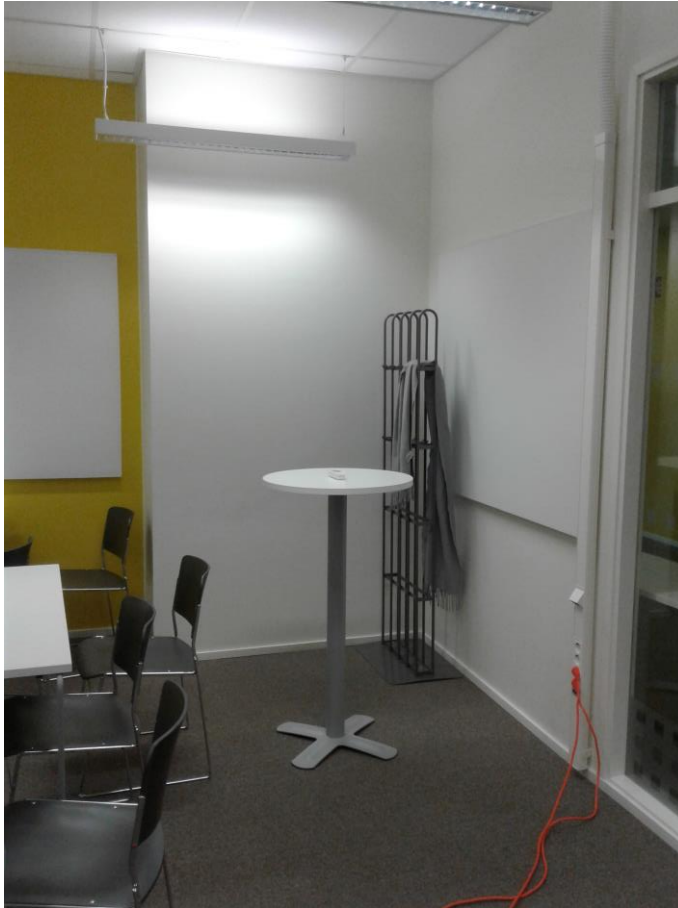


Kuva 21 WirepasTMP02-anturi

4.1.3 Mittalaitteiden asemointi

Mittalaitteiden asemoinnissa pyrittiin kiinnittämään huomiota siihen, että mitta-anturit olisi sijoitettu sellaisella tavalla ja sellaisiin paikkoihin, joista ne voisivat saada mahdollisimman luotettavia mittaustuloksia. Tämän vuoksi keskityttiin mahdollisuuksien mukaan lämpötilan mittauksessa annettuihin arvoihin mitta-antureiden asemasta huonetilassa. Keskeisimmät tekijät olivat mittapisteen korkeus lattiapinnasta sekä etäisyys ympäröivistä seinistä. Mittauspisteitä valittaessa keskityttiin myös mahdollisten koneellisen ilmanvaihdon tuloilman puhaltimien sijaintiin siten, että mitta-antureita ei asetettu niiden välittömään läheisyyteen. Näin minimoitiin mahdollisesti virheelliset lukemat, jotka olisivat voineet johtua esimerkiksi koneellisen ilmanvaihdon puhaltamasta, lämmittävästä tai viilentävästä ilmavirrasta. Antureiden sijoittelussa tuli pitää mielessä se, että asennuspaikat valittiin riittävän etäältä lämmityspattereista ja muista lämmönlähteistä, ikkunoista ja oviaukoista. Oviaukkojen välittömään läheisyyteen sijoitetut, mittaavat anturit eivät välttämättä anna luotettavia mittaustuloksia, sillä oven ollessa auki saattaa käytävältä virrata luokkatilaan viileämpää ilmaa.

Mitta-antureiden asennuspaikoissa tuli ottaa huomioon kyseisten luokkatilojen omien lämpötilaa ja ilman hiilidioksidia mittaavien antureiden sijainti. Mittauksen vertailevan luonteen vuoksi mittalaitteet pyrittiin sijoittamaan siten, että ne olisivat mahdollisuuksien mukaisesti mahdollisimman etäällä luokkatilojen kiinteisiin antureihin nähden. Tämän lisäksi oli otettava huomioon antureiden sijainnissa se, etteivät ne liiallisesti häiritse tiloja käyttäviä opiskelijoita ja henkilökuntaa.

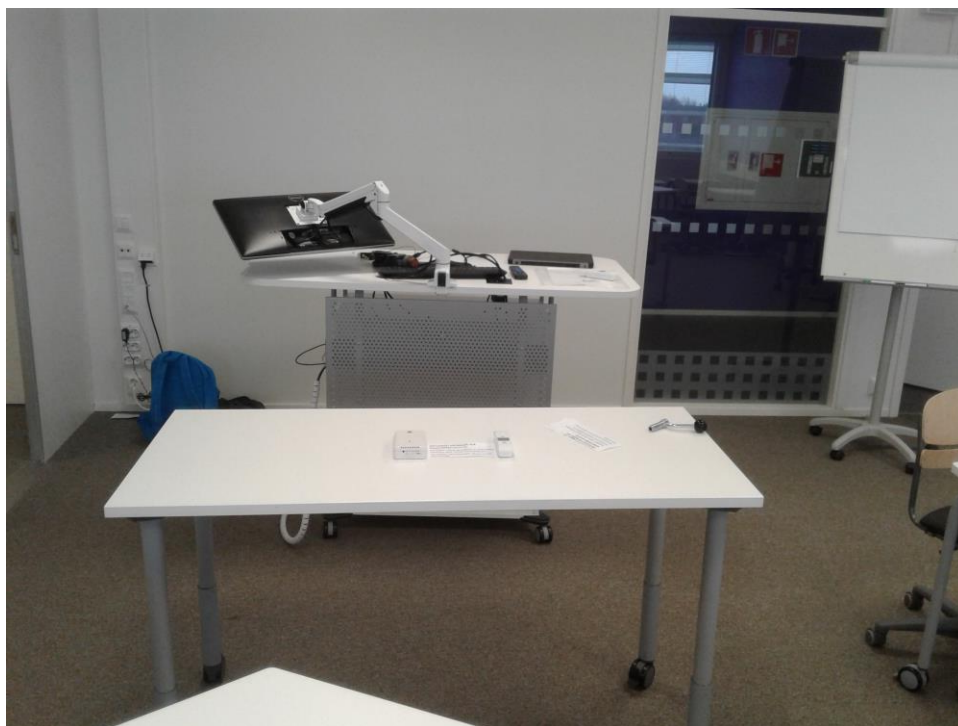


Kuva 22 Tilan C211 mittalaitteiden asemointi

Kuvassa 22 on esitetty luokkatilan C211 mittalaitteiden asemointi. Anturi asennettiin noin 1,1 metrin korkeudelle lattiapinnasta ja reilun puolen metrin päähän sitä ympäröivistä seinistä. Kyseinen luokkatila voidaan jakaa kolmeen osaan, joista a- ja b osia tarkasteltiin tässä työssä. Mitta-anturi sijoitettiin jaetun luokkatilan nurkkaan, sillä tilan oma anturi sijaitsee tilan toisessa nurkassa, tällä järjestelyllä pyrittiin saamaan mahdollisimman hyvin koko tilan lämpötilaa ja ilman hiilidioksidin pitoisuutta mittaavien antureiden avulla hyvä kokonaiskuva olosuhteista. Mikäli anturit olisivat sijoitettu aivan toisiensa läheisyyteen, eivät lopputulokset välttämättä antaisi kovinkaan selvää ja luotettavaa kuvaa koko tilan lämpötilasta ja sen mahdollisista eroista eri kohdissa tilaa.

Tilojen kiinteät anturit sijaitsivat opettajan työpisteen takana kiinnitettynä seinässä kulkevaan virtakiskoon, noin 150 cm korkeudessa lattianpinnasta. Wirepas-mitta-anturit sijoitettiin luokkatilan vastakkaiseen nurkkaan, jotta tilan lämpötilasta saataisi mahdollisimman hyvä kokonaiskuva ja mahdolliset lämpötilan erot tulisivat paremmin nähtäville.

Tilassa A140 mitta-anturi asetettiin tilan pienen koon vuoksi likimain luokkatilan keskiosaan siten, ettei se kuitenkaan sijainnut tuloilmapuhaltimien välittömässä läheisyydessä. Anturi sijaitsi tilan kiinteästä anturista katsoen tilan toisella puolella, joten mitaustuloksien voi katsoa antavan vertailukelpoisia tuloksia.



Kuva 23 A516 antureiden sijainti

Luokkatilaan A516 asetettiin kaksi lämpötilaa, kuten myös kaksi hiilidioksidin pitoisuutta mittaavaa anturia. Anturit sijoitettiin tilan jaettavuuden vuoksi siten, että tilan jakavasta seinästä etäisyys antureihin oli 60 cm kuvan 23 mukaisesti. Tilan jakavan seinän kummallekin puolelle asetettiin suurin piirtein samoihin kohtiin mittalaitteet, jotta mitaustulokset olisivat mahdollisimman hyvin vertailukelpoisia keskenään.

5 MITTAUSTULOKSET

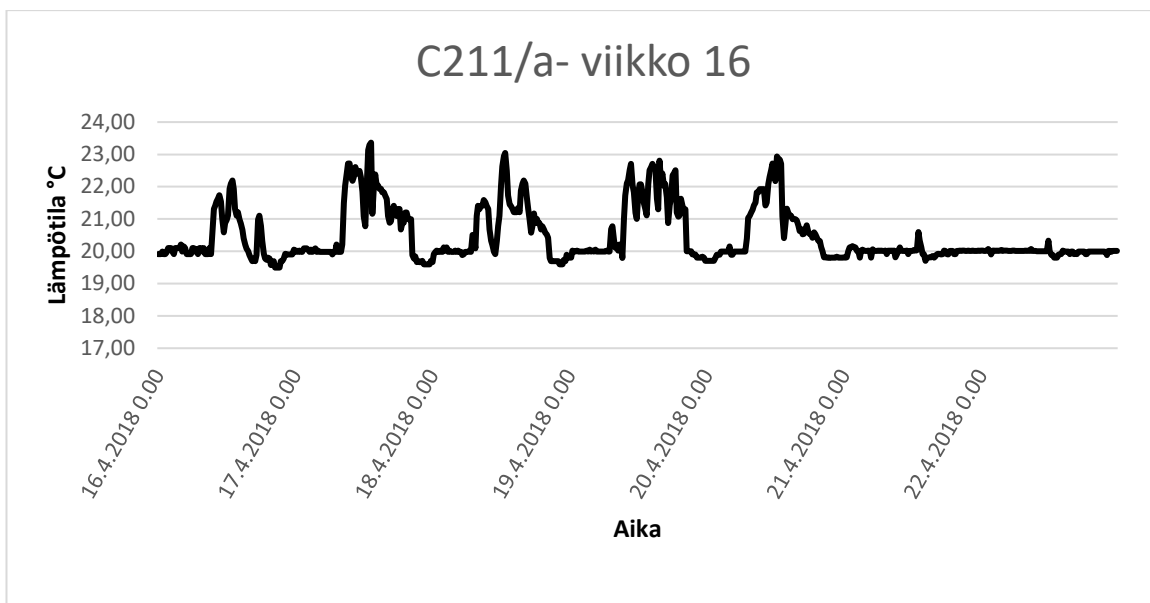
5.1 Viikko 16 mittaustulokset

Satakunnan ammattikorkeakoulun uuden kampuksen kiinteistöhallinnan järjestelmästä työtä varten säädettiin antureiden mittausväliä pidemmäksi, jotta saataisi kustakin tilasta viikon ajalta järkevissä määrin mittausdataa. Alun alkaen järjestelmä mittasi tilojen lämpötilaa ja sisäilman hiilidioksidin pitoisuutta minuutin välein, mikä siinä on tilassa olevan lämpökuorman muuttumisen aikaan hyödyllistä monitoroinnin ja ohjausarvojen säätämisen tarkkuuden vuoksi. Lämpökuorma muuttuu pääasiallisesti luokkatiloissa oppituntien alkamisen- ja loppumisen aikoihin. Opiskelijoiden käyttämien BYOD-laitteiden aiheuttaman lämpökuorman määrittäminen jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Tiheä mittausväli kuitenkin on lämpötilan pysyvyyttä ja sen muuttumista ajatellen jokseenkin tarpeetonta, sillä tavanomaisessa tilanteessa sisäilman lämpötilan ei tulisi kovinkaan paljon muuttua. Tämän vuoksi järjestelmän mittausväliä pidennettiin 15 minuuttiin, jolloin mittausdatan määrä saatiin myös järkevämmäksi ja helpommaksi tulkita.

5.1.1 C211 tulokset

Viikon 16 ajan, välillä 16.4.2018- 22.4.2018, luokkatiloja C211 ja A140 monitoroitiin lämpötilan osalta 15 minuutin välein siten, että kummankin luokkatilan jokaisen jaettavan osion tulokset saatiin erikseen. Tämä tarkoitti sitä, että tilasta C211 saatiin kolmen pienemmän luokkatilan mittaustulokset, kun taas vastaavasti tilasta A140 saatiin kahden luokkatilan mittausdata.

Luokkatilan C211 jokaisen jaettavan osan kesken on asetettu yhteinen tavoitelämpötila, joka on arvoltaan 20,0 °C. Jaettavien tilojen kesken on käyttöasteen osalta eroavaisuuksia, joten jokaista tilaa tarkasteltiin erikseen omina yksikköinä. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit 2018)



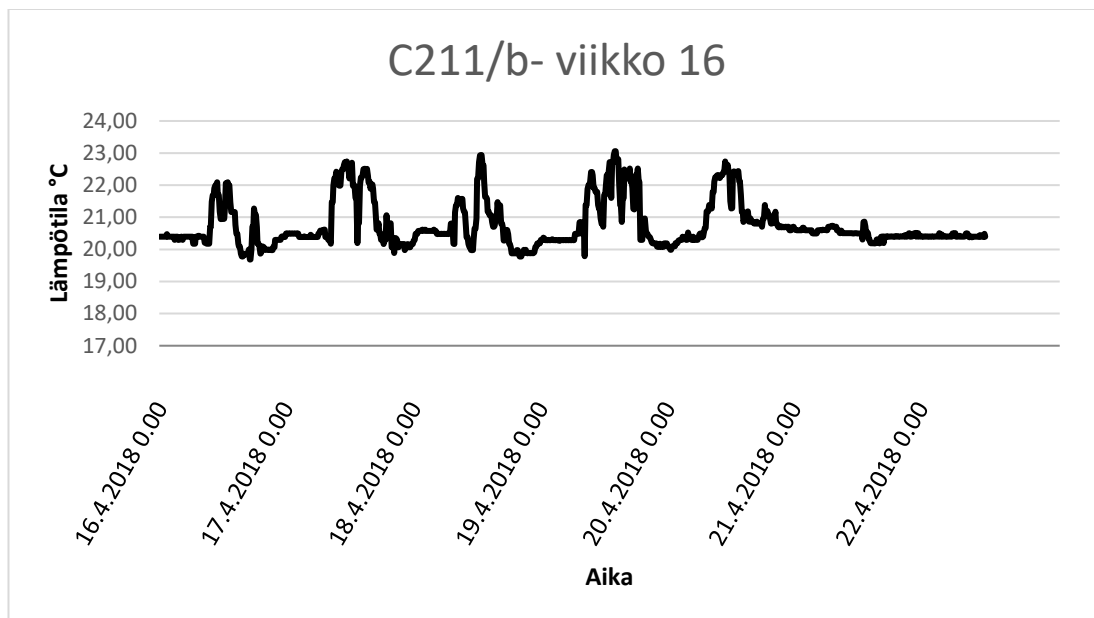
Kuva 24 C211/a lämpötila viikolla 16

Kuvassa 24 on tilan C211/a lämpötilan mittausdata kuvaajan muodossa. Kuvaajasta voidaan havaita, että lämpökuorman ollessa minimissään yön tai viikonlopun aikana lämpötila jotakuinkin asetusarvon 20,0 °C mukainen. Jokaiselle viikonpäivälle on kuitenkin lämpökuorman kasvaessa syntynyt erilaisia lämpötilan nousuja laskuja, kun koneellinen ilmanvaihto on reagoinut jähdyttäen tilaa.

Jokaiselle arkipäivälle muodostuu maksimiarvo lämpötilalle, jonka suuruus vaihtelee välillä 22 °C- 23 °C, joskin hetkellisesti lämpötilan arvo kohoaa yli 23 °C: n. Tällöin luokkatilassa alkoi osalle Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelman oppitunti, jolloin tilassa voitiin katsoa olleen noin 60 henkilöä. Tämä tilanne on esitetty edempänä yksityiskohtaisemmin.

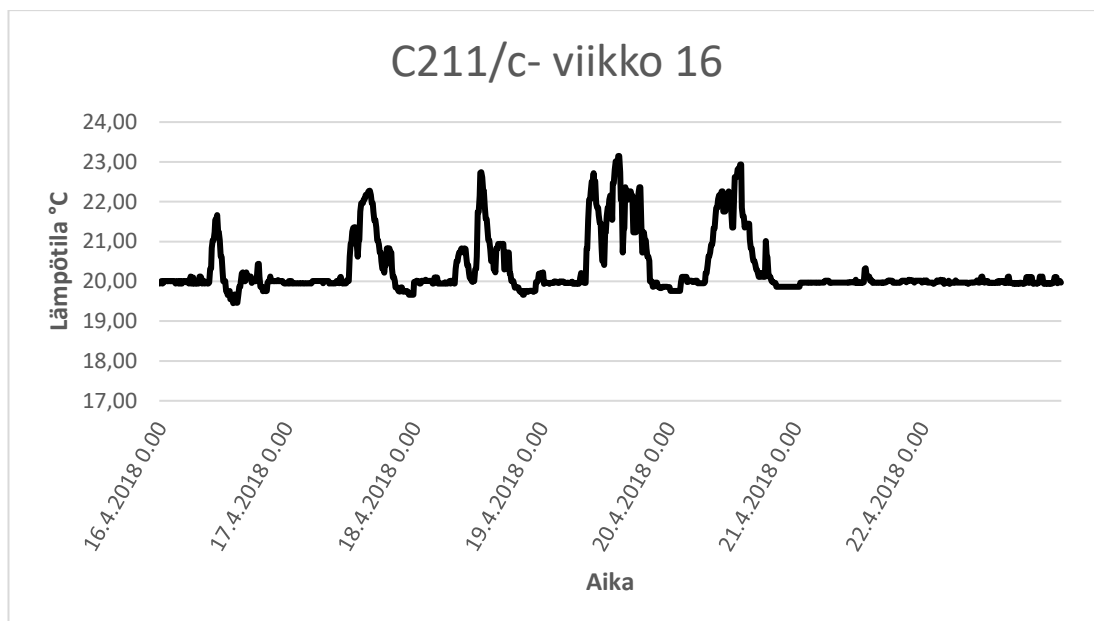
Kuvassa 25 on puolestaan esitetty C211/b:n lämpötilan mittausdata, joka edellä olevaan C211/a:n vastaavaan dataan nähden on pitkälti samankaltainen. Huomionarvoisena seikkana on, että huippulämpötilojen osalta tässä tilassa lukemat ovat jonkin verran alhaisemmat, sekä lämpötila on muutaman kerran pudonnut tavoitelämpötilan tasolle, joskin vain hetkellisesti palaten nopeasti takaisin yli 22 °C: n. Edeltävässä, tilan C211/a kuvaajassa lämpötilan kohotessa yli 23 °C:n, oli samaan aikaan C211/b:ssä

Sosiaalialan koulutusohjelman infotilaisuus jotakuinkin samansuuruisella osallistujamäärällä, mutta lyhyemmällä kestolla. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit-www-sivut 2018) Tällöin lämpötila nousi tilassa hieman alle 23 °C: n.



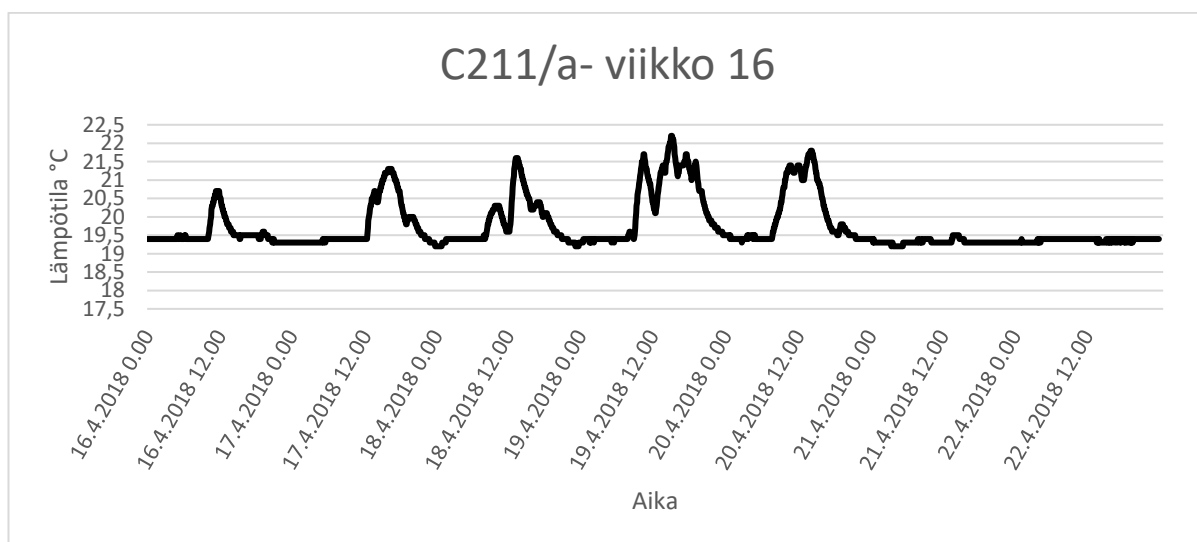
Kuva 25 C211/b lämpötila viikolla 16

Kaikissa C211:n jaettavissa tiloissa yhteneväistä on lämpötilan pysyminen esimerkiksi yöaikaan ja viikonloppuisin asetusarvossaan tai hyvin lähellä sitä. Toinen esiin tuleva seikka lämpötilojen muuttumisen suhteen on, että aamuisin, tai muutoin kyseisten tilojen käytön lisääntyessä lämpötila saattaa nousta useammalla asteella hyvinkin nopeasti.



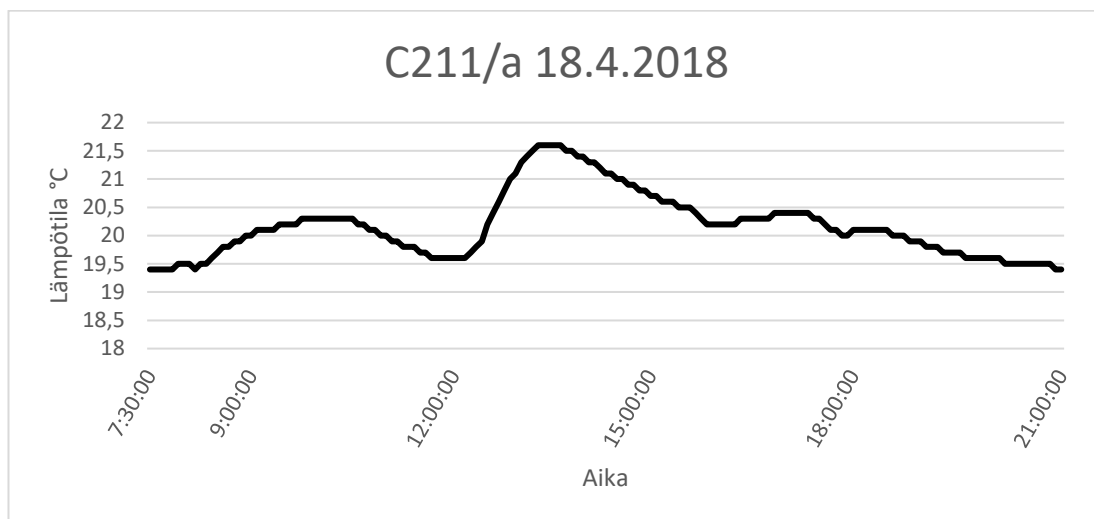
Kuva 26 C211/c lämpötila viikolla 16

Keskiviikkona 18.4.2018 tilassa C211 oli jokaisessa sen kolmessa osassa samanaikaisesti käyttöä, sillä tilassa järjestettiin aikavälillä 12:00-15:00 tentti. Kyseinen tentti järjestettiin vuoden 2017 Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusryhmälle, jonka ryhmäkoko on 60 henkeä. Kyseessä on edeltävien kolmen kuvaajan kolmas ”piikki”, joista on havaittavissa jokaisessa osassa vallinneen hetkellisesti noin 23 °C:n lämpötila. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit- www-sivut 2018)



Kuva 27 C211/a lämpötila viikolla 16 Wirepas

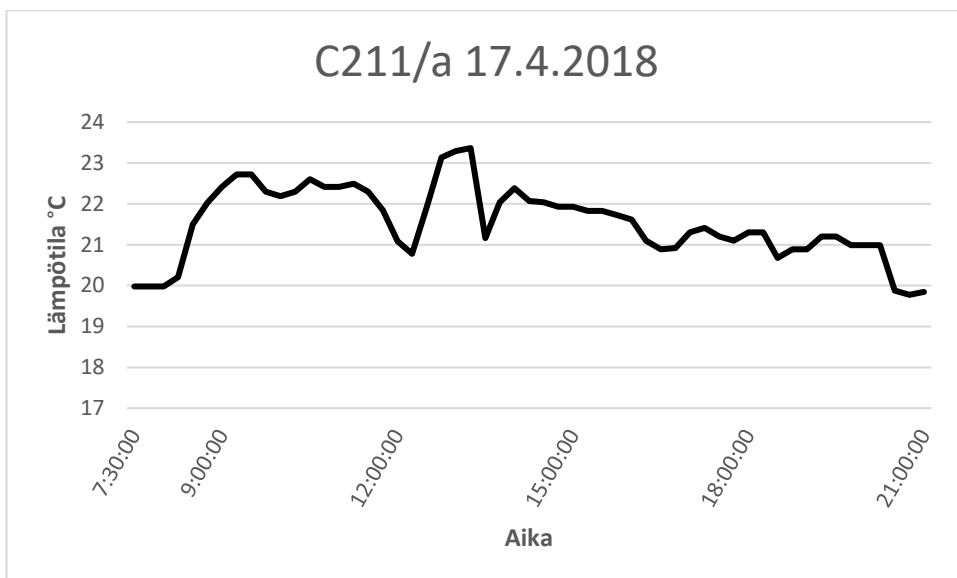
Vertailevana mittauksena tilaan C211 asetettiin mitta-antureita sekä sen a- että b-osaan. Kyseisien mittalaitteiden antamat mittaustulokset on esitetty tilan A-osan kohdalta kuvassa 27. Tuloksista voidaan havaita niiden olevan kiinteistöhallinnan järjestelmään verrattuna samankaltaisia, joskin lämpötilan minimi- ja maksimiarvojen suhteen on havaittavissa eroavaisuuksia. Alla kuvassa 28 on 18.4.2018 Wirepas:n anturin mittaustulokset, josta on havaittavissa sama lämpötilojen eroavaisuus.



Kuva 28 C211/a 18.4.2018 Wirepas

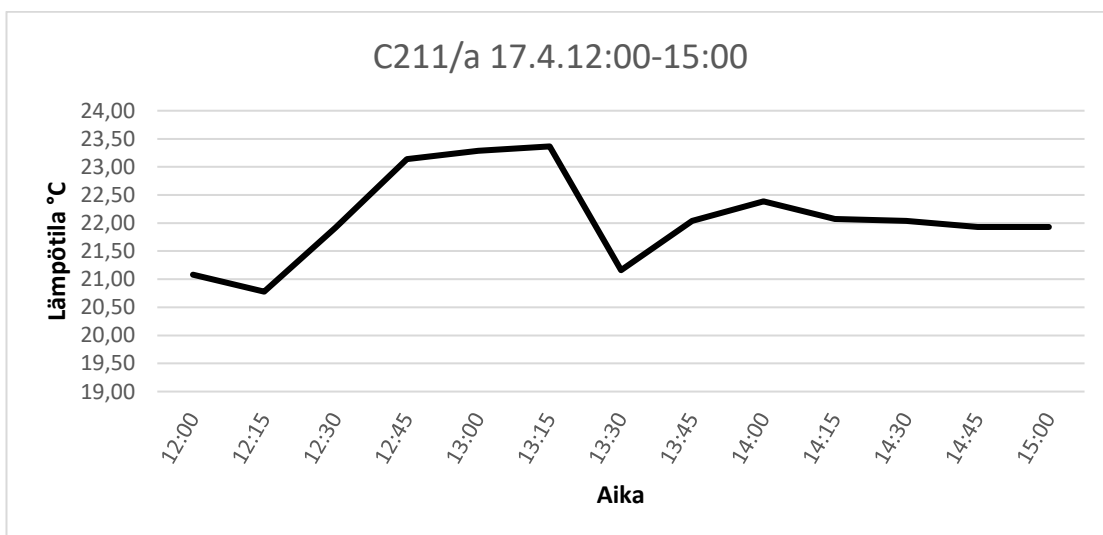
5.1.2 Päiväkohtainen tarkastelu

Päiväkohtaisen tarkastelun kohteiksi valittiin tiloista C211/a, koska tilasta saatiin huomiota herättäviä mittaustuloksia. Tilassa olevat kiinteistöhallinnan anturit näyttivät tietyille päville verrattain korkeita lämpötilan arvoja, jotka olivat hetkellisesti yli kolme astetta tilan asetusarvon yli.



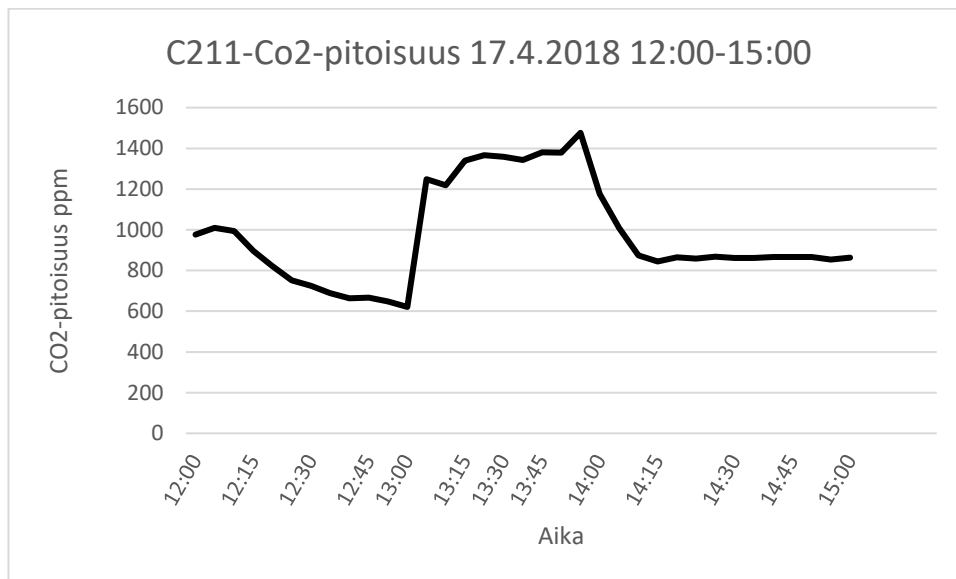
Kuva 29 C211/a lämpötila 17.8.2018

Edellä olevassa kuvassa 29 on esitetty tiistaina 17.4.2018 vallinnut lämpötila, josta voidaan havaita lämpötilan kuvaajan alkavan- ja samalla myöskin päättyvän tilan asetusarvoon, 20,0 °C, mutta pysyvän yli 21 °C:n käytännöllisesti katsoen koko tarkasteluvälin. Tarkasteluväliksi tässä tapauksessa valittiin ajanjakso 7:30 – 21:00, jonka sisään mahtuu kampuksen opetuskäytön kaikki vaiheet.



Kuva 30 C211/a lämpötila 17.4 klo: 12-15

Kuvassa 30 on tarkennettu samana päivänä tapahtunut eräs lämpötilan muutos, jossa lämpötila nousee suhteellisen nopeasti 20,8 °C:sta yli 23 °C:n, kun tilassa oli aikaisemmin kuvailtu noin 60 henkilön tuoma lämpökuorma. Tilassa olleen lämpötilan asetusarvon, 20,0 °C yli nouseva lämpötila jatkaa nousuaan aina noin puolen tunnin ajan, kunnes lämpötila laskee nopeasti samaan lukemaan, kuin ennen nousua.

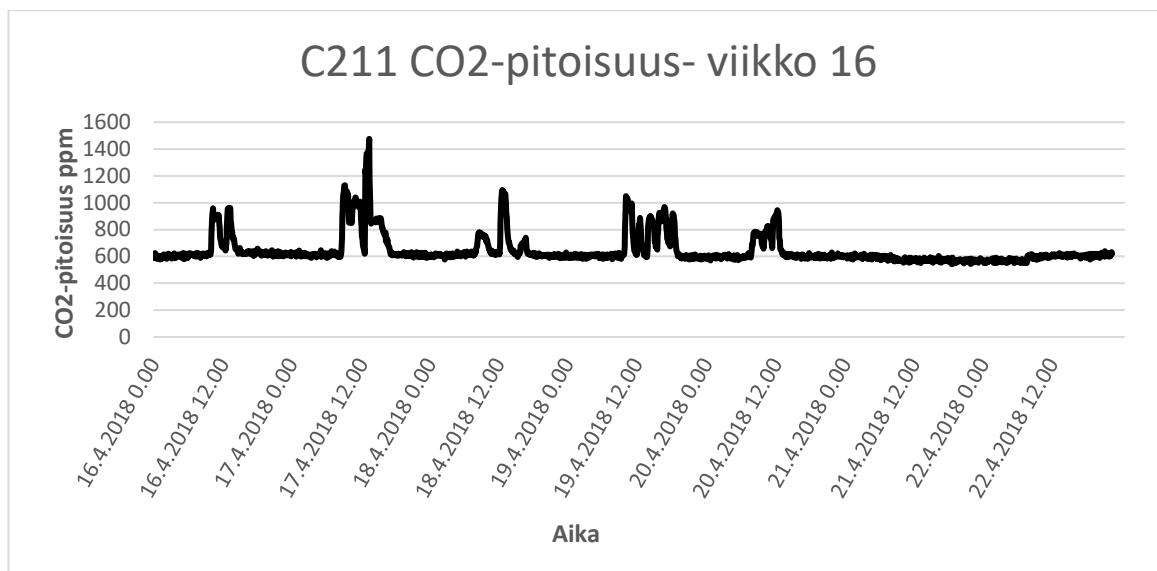


Kuva 31 C211 CO₂-pitoisuuden kehittyminen

Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampus on suunniteltu sisäilmastoluokitus S2:n mukaisesti kuten aiemmin on todettu mikä tarkoittaa sisäilman hiilidioksidipitoisuuden osalta sitä, että sen tulisi olla korkeintaan 900 ppm. Sisäilmastoluokitus 2008 antaa sisäilman laadullisten ominaisuuksien tarkistelulle ohjeen, jonka mukaan hiilidioksidipitoisuuden osalta tarkastellaan yhden tunnin keskiarvon avulla. Tämä tarkoittaa edellä esitetyssä tilanteessa sitä, että kello 13:00- 14:00 välisenä aikana sisäilman hiilidioksidin pitoisuus on ollut tasaisesti yli 1200 ppm, hetkellisesti jopa lähes 1500 ppm mikä puolestaan ylittää sisäilmastoluokka S3:n raja-arvon, 1200 ppm. (RT 10946 2008, 5)

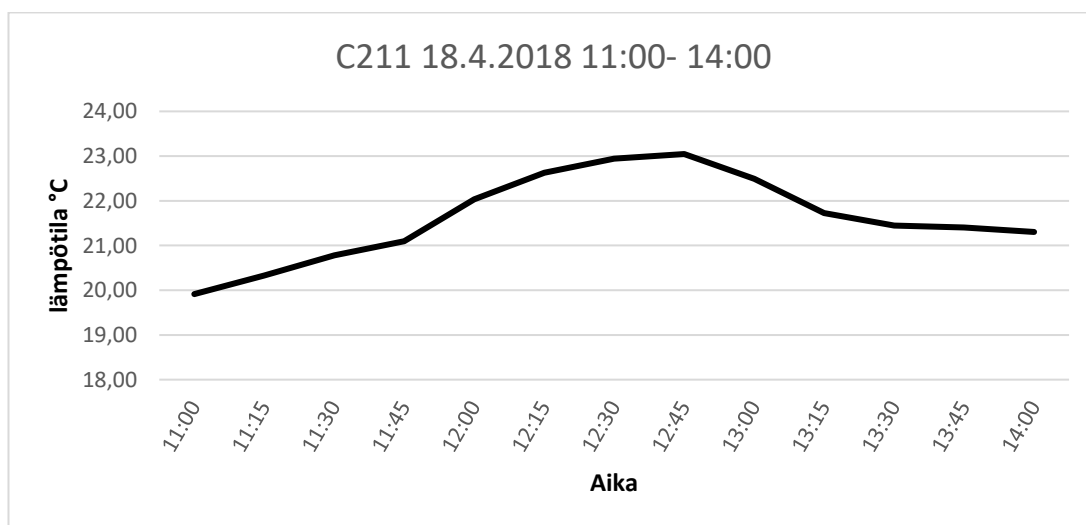
Kiinteistöhallinnan järjestelmän voidaan katsoa toimivan oikein, sillä lämpötila sekä sisäilman hiilidioksidin pitoisuus kääntyivät laskuun jotakuinkin samoihin aikoihin, lämpötilan laskiessa hieman aikaisemmin. Mikä kuitenkin on huomionarvoista lämpötilojen ja hiilidioksidipitoisuuksien osalla on niiden pysyvyys kyseisessä tapauksessa.

Lämpötila ja hiilidioksidin pitoisuus nousevat kummatkin suurin piirtein samoihin aikoihin ja jäävät korkealle tasolle pitkäksi aikaa, noin puoleksi tunniksi. Tällöin kummatkin arvot pysyttelevät jotakuinkin tasaisina.



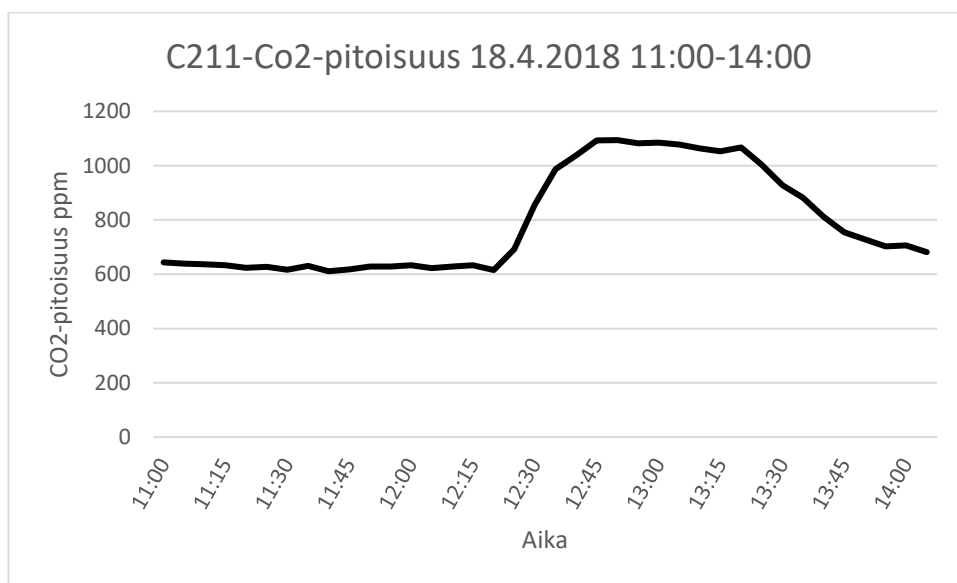
Kuva 32 C211 Co2-pitoisuus viikolla 16

Edellä olevassa kuvassa 32 on esitetty tilan C211 Co₂ pitoisuuden mittaustulokset, joista voidaan havaita tilan Co₂-pitoisuuden pysyttelevän yöaikaan ja esimerkiksi viikonloppuina, kun tilassa ei ole käyttöä, noin 600 ppm:n tasolla.



Kuva 33 C211 lämpötilan kehittyminen 18.4.2018

Toisena tarkasteltavana päivänä oli 18.4.2018 samasta luokkatilasta, jolloin tila C211 oli kokonaisuudessaan käytössä aikavälillä 12:30- 15:00. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit- www-sivut 2018) Tilassa oli jo kyseisen aikavälin alkaessa verrattain lämmin, lähes 23 °C, mutta vain noin viidentoista minuutin jälkeen lämpötila kääntyi laskuun. Tässä tapauksessa lämmityksen ja viilennyksen ohjaus toimi huomattavasti nopeammin kuin aikaisemmassa tilanteessa. On kuitenkin huomattava, kuten kuvassa 34 on esitetty, että sisäilman CO₂-pitoisuus samassa tapauksessa käyttäytyi eri tavalla. Pitoisuus kasvoi jotakuinkin samanaikaisesti indikoiden sen johtuvan tilan lisääntyneestä käyttöasteesta, mutta vaikkakin lämpötila kääntyi laskuun melko pian, jatkoi hiilidioksidin pitoisuus korkealla lukemalla vielä pidemmän aikaa. CO₂-pitoisuuden voidaan katsoa vakiintuneen tässä tapauksessa noin kello 12:45 ja lähteneen laskuun noin puoli tuntia myöhemmin tehden niin sanotusta säädön vasteajasta noin 30 minuuttia, ennen kuin ilman laadulle tapahtuu konkreettisesti mitään.



Kuva 34 C211 CO₂-pitoisuuden kehittyminen 18.4.2018

5.1.3 A140

Toisena tilana viikon 16:sta tarkastelussa oli A140 kokonaisuudessaan, jonne asennettiin yksi Wirepas:n mitta-anturi mittaamaan tilan lämpötilaa. Tila on jaettavissa kahden pienempään osaan, joista kummastakin saatiin erikseen kyseiseltä viikolta mitausdata. Luokkatila itsessään on verrattuna aikaisemmin käsiteltyyn C211:n (164m²) alaan 103m² pienempi.



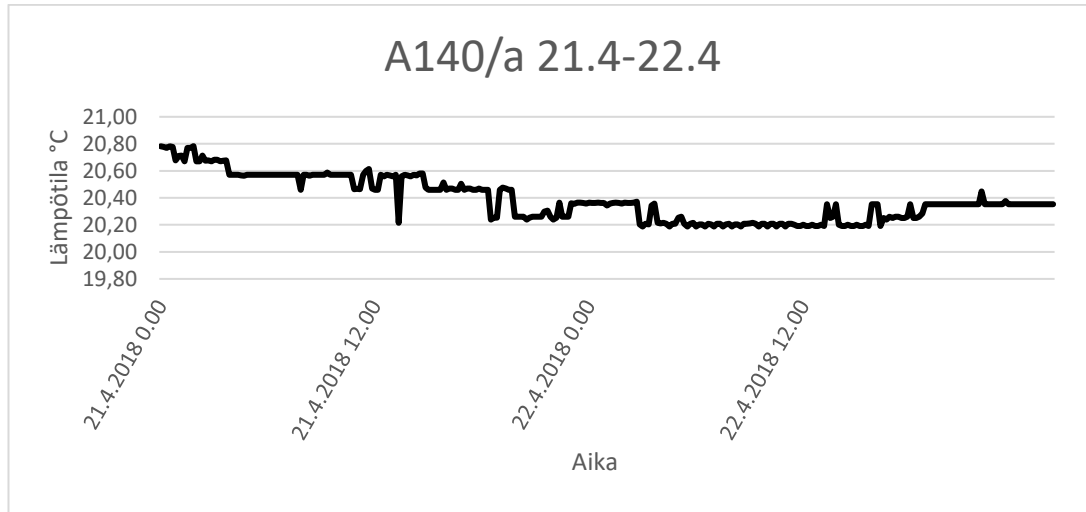
Kuva 35 A140/a lämpötila viikolla 16



Kuva 36 A140/b lämpötila viikolla 16

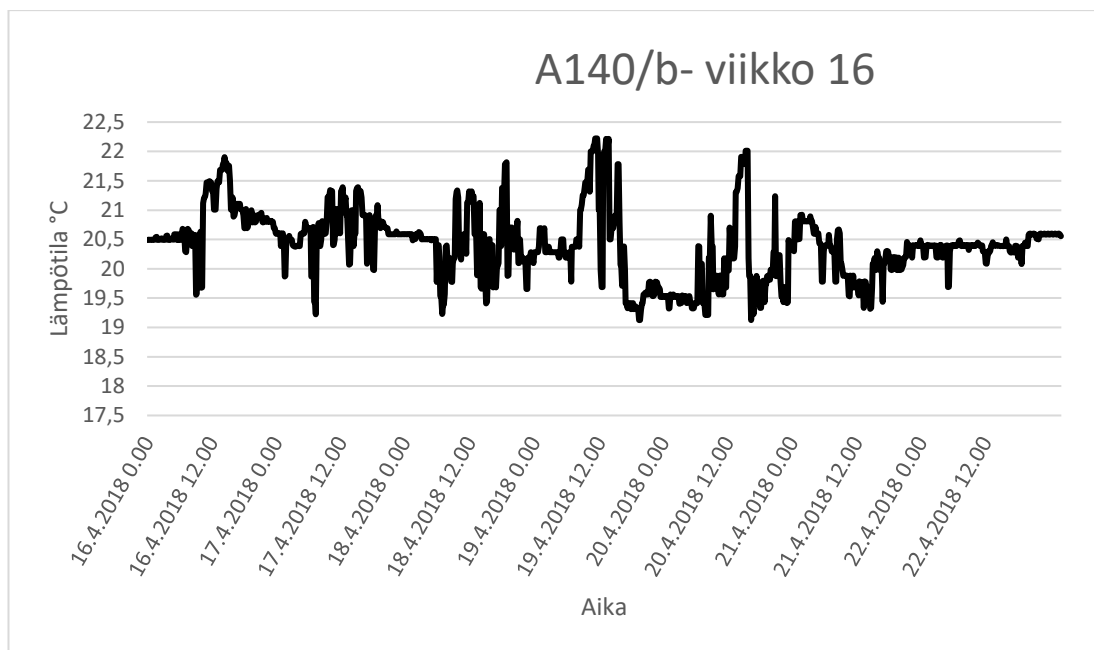
Yllä olevista kuvista 35 ja 36 voidaan havaita luokkatilan lämpötilan pysyttelevän korkeimmillaan a-osassa noin 22,5 °C tienoilla ja b-osassa vastaavasti noin 22 °C, joskin vain hetkellisesti. Tällöin ja lähestulkoon koko viikon aikana suoritettujen mittauksien ajan tila oli kokonaisuudessaan käytössä, joten lämpötilan tulisi olla molemmilla puolella yhtenevä. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit- www-sivut 2018) Muutointilan lämpötila pysyttelee pääasiallisesti asetusarvon 20 °C:n yläpuolella noin puoli astetta.

Huomionarvoista on kuitenkin tilan lämpötila sellaisina aikoina, joina tilassa ei ole käyttöä ollenkaan. Viimeistään tällöin tilan lämpötilan tulisi laskea asetusarvoonsa, jolloin tilan lämmittämiseen ei kulutettaisi turhaan liiallista energiaa. Lämmityskauden aikana tiloissa pyritään jatkuvasti pitämään yllä tavoitearvoa vastaava lämpötila. Kuten alla olevista kuvaajista voidaan kuitenkin lukea, jäävät viikon 16 viikonloppuna lämpötilat kummassakin tilan osassa hieman tavoitearvoa korkeampaan lukemaan, joskin vain muutamia asteen kymmenesosia. On kuitenkin mahdollista, että tiloissa on välillä sellaista käyttöä, mitä ei voida todentaa esimerkiksi TimeEditin avulla.



Kuva 37 A140/a lämpötila 21.4 - 22.4.2018

Tilan a-osassa lämpötila pysyttelee aluksi pitkän aikaa yli 20,5°C:n laskien lopulta 20,2°C:een, kuten kuvassa 37 on esitetty. Lämpötila pysyy tässä arvossa jonkin aikaa kohoten jälleen hieman korkeammalle.



Kuva 38 A140/b lämpötila 21.4 - 22.4.2018

Tilan b-osassa puolestaan lämpötila pysyttelee tarkastellun viikonlopun ajan hivenen korkeammalla, pääasiallisesti noin 20,5 °C:n tienoilla kuvan 38 mukaisesti. Aluksi lämpötila putoaa tasaisesti aina alle 19,5 °C:n, kuitenkin palaten hieman yli asetusarvonsa.

Mielenkiintoiseksi kyseisen viikonlopun aikana toteutuneet lämpötilan arvot tekevät kaksi asiaa; lämpötila ei käytännöllisesti katsoen missään kohtaa ole tavoitearvon mukainen. Toisaalta, sillä tilassa ei ollut viikonloppuna käyttöä, tulisi lämpötilan pysyttellä jotakuinkin vakiona, tai ainakin mahdollisten vaihteluiden tulisi olla suhteellisen hitaita.

Lämpötilan tavoitearvon toteutumattomuus voi kylläkin johtua kyseisen luokkatilan sijainnista koulurakennuksen sisällä, tai esimerkiksi siivouksesta. Tila sijaitsee Atriumaulan sivulla, jolloin se rajautuu lämpimiin tiloihin sekä tilassa on kaksi ikkunoista koostuvaa seinää. Näiden kautta tilaan saattaa tietyissä tilanteissa johtua lämpöä, mutta esimerkiksi ikkunoista koostuvista seinistä, jotka rajaavat tilan Atrium-aulaan ei tulisi johtua tilaan lämpöä, sillä käytävien lämpötila on yleisesti katsoen hieman luokkatiloja alhaisemmalla tasolla. (Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro 2018)

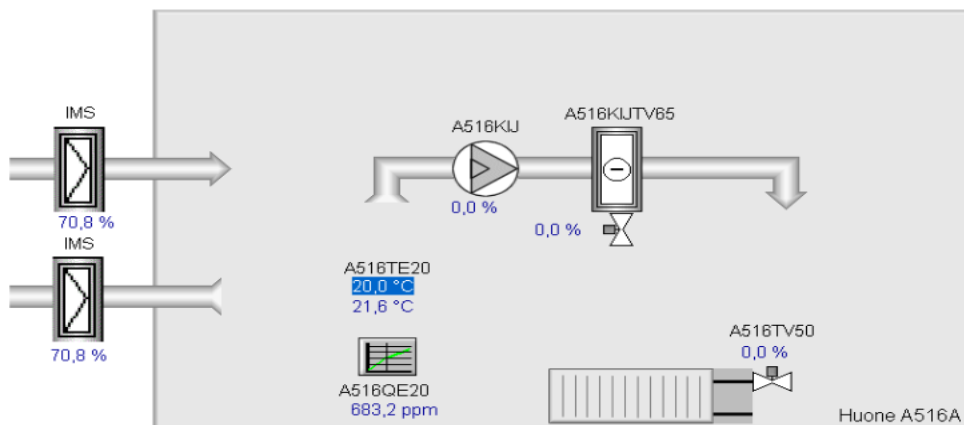
Lämpötilojen kuvaajia tarkastellessa on huomionarvoista, että pitkin tarkasteltua viikonloppua lämpötila ei juurikaan missään vaiheessa pysynyt vakiona, vaan muuttui jatkuvasti heitellen välillä nopeastikin noin asteen verran suuntaansa. Tilassa ei TimeEditin mukaan ollut kyseisenä aikana käyttäjiä, joten yhtäkkiset lämpötilan vaihtelut ovat vähintäänkin merkillisiä. Onko tilan lämmityksen säädössä mahdollisesti tapahtunut kyseisenä aikana jotain häiriötilanteita? Ristiriitaiseksi mittaustulokset tekevät samassa tilassa olleen Wirepas-lämpötila-anturin mittaustulokset kyseiseltä viikonloppulta, jonka mukaan lämpötila pysyi tarkalleen 19,9 °C:ssä koko viikonlopun ajan. Luonnollisesti mittalaitteiden välillä on tarkkuudellisia eroavaisuuksia, mutta molempien tulisi reagoida lämpötilan muutoksiin jollain tavalla.

Nämä eroavaisuudet saattavat johtua mittalaitteiden sijainnista johtuvista syistä, sillä Wirepas:n anturit tarkoituksenmukaisesti sijoitettiin eri puolille luokkatiloja suhteessa kiinteisiin mitta-antureihin. Tällä tavoin voitiin mahdollistaa luokkatilojen lämpötilojen tutkiminen kokonaisvaltaisemmin, eikä vain keskittyen yhteen mittauspisteeseen.

5.2 Viikko 17 mittaustulokset

Viikon 17 ajan tarkasteltiin tilaa A516, joka sijaitsee koulurakennuksen A-osan ylimmässä kerroksessa aivan porrastasanteen vierellä. Tila rajautuu yhteen lämmittämättömään seinään, joka on rakennuksen Matkakeskuksen puolella ja muutoin se rajautuu lämpimiin tiloihin. Kuten muissakin tarkasteltavissa luokkatiloissa, on tässäkin tapauksessa tavoitelämpötilana 20,0 °C. Lämpötila kuitenkin oli alhaisimmillaan, yöllä tai viikonloppuisin noin 21,5 °C, mikä puolestaan on huomattavasti yli tavoitearvon. Tämä lämpötilan koonnut arvo selittyy kyseisen tilan sijainnilla, sillä se rajautuu kolmeen lämpimään seinään ollessa rakennuksen ylimmässä kerroksessa.

SAMK Kampus A516	SAMK Kampus Satakunnankatu 25 28130 Pori	Pvm 19.03.18 Klo 14:26 Uikolämpötila 3,4 °C	Alc Ed
---------------------	--	---	-----------



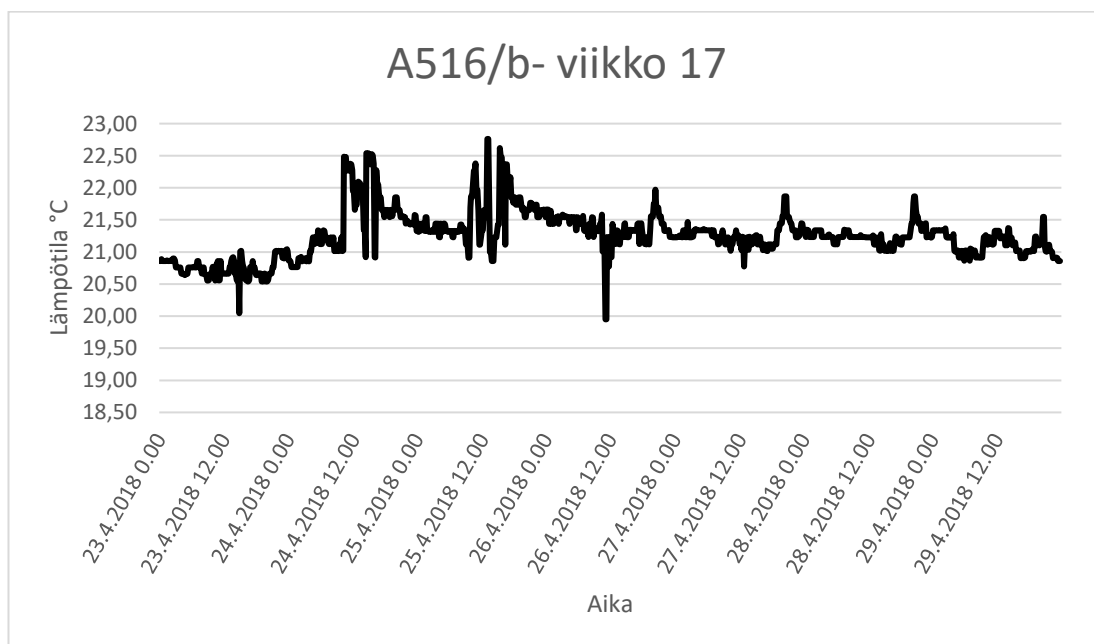
Kuva 39 Trentec A516 (Trentec 963-Valvomo-ohjelmisto 2017)

Kuten kuvasta 39 voidaan havaita, tavoitearvon ollessa 20,0 °C on hetkellinen lämpötila 21,8 °C mikä on tavoitearvon yli. Kuitenkin tuloilman puhaltimen käyttöaste on 0,0 %, eli toisin sanoen tilaa ei jäädytetä ollenkaan. Tämä on sinänsä järkevä päätös energiansäästön kannalta, sillä tilan jäädyttäminen tavoitearvoon ja pitäminen kyseisessä lämpötilassa, kun tilassa ei ole käyttöä on varsinkin vuositasolla taloudellisesti kannattamatonta.

5.2.1 A516 mittaustulokset

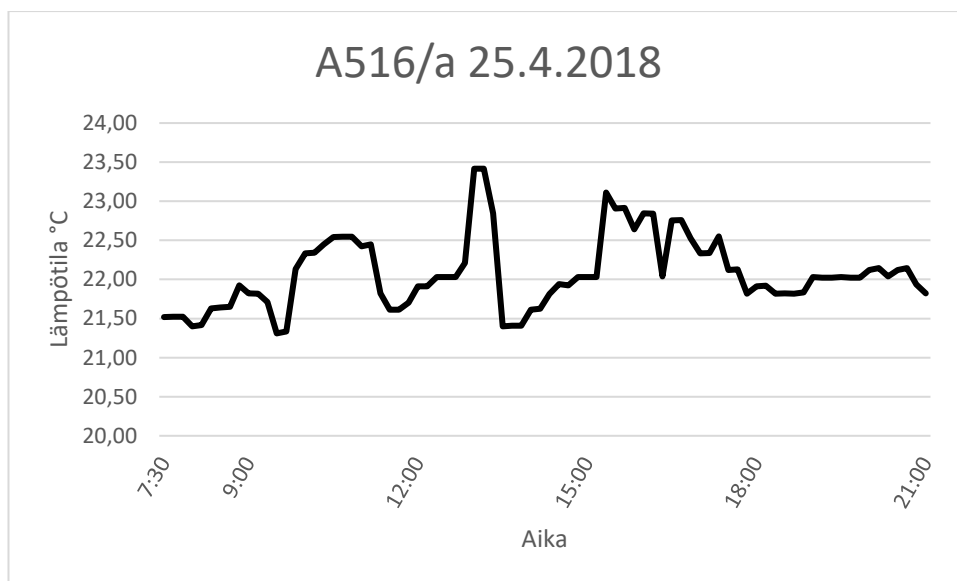


Kuva 40 A516/a lämpötila viikolla 17



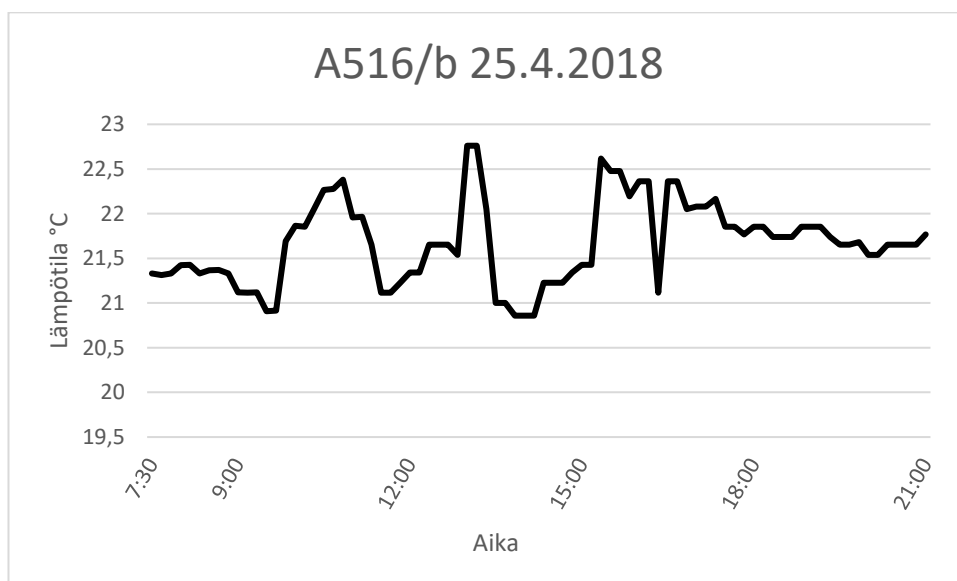
Kuva 41 A516/b lämpötila viikolla 17

Edellä olevissa kuvissa 40 ja 41 on esitettyä kiinteistöhallinnan järjestelmän mittausdata viikko 17:ta ajalta. Kuten kuvaajista voidaan havaita, ovat ne käytännöllisesti katsoen samanlaiset muodoltaan, mikä indikoi tilojen kesken lämpötilan toteutuneen samalla tavalla. Käytännössä koko tarkastellun viikon ajan tilan kumpikin osa oli käytössä yhtäaikaaisesti, joten senkin puolesta kummankin osan lämpötilan tulisi olla yhtä suuria keskenään. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit -www-sivut 2018)



Kuva 42 A516/a lämpötila 25.4.2018

Kuvassa 42 on tarkennettu kyseisen tilan a-osan lämpötilan mittausdata keskiviikolta 25.4.2018, jolloin tilassa oli lähinnä aamupäivän aikana käyttöä aikavälillä 10:00-13:30. (Satakunnan ammattikorkeakoulun TimeEdit -www-sivut 2018) Mikä toteutuneesta lämpötilan mittausdatasta tekee erikoisen, on että vaikka tila oli käytössä kokonaisuudessaan, on sen lämpötilassa eri osien välillä suurehkoja eroavaisuuksia. Kuvaajien keskivaiheilla sijaitsevan, lämpötilan kohouman muoto on kummassakin tilan osassa samankaltainen, mutta itse lämpötilan lukemien välillä eroa on jonkin verran. Tilan a-osassa lämpötila kohosi jopa 23,42°C:een, kun puolestaan b-osassa lämpötilan arvo oli noin reilu puoli astetta alhaisempi, 22,76°C. Tälle lämpötilan eroavaisuudelle tilan sisällä voi olla syynä esimerkiksi epätasainen opiskelijoiden asettuminen tilassa, periaatteessa ero voi selittyä mittalaitteiden virhemarginaalillakin. Kuvassa 43 tilan b-osan lämpötilan kuvaaja samalta päivältä.

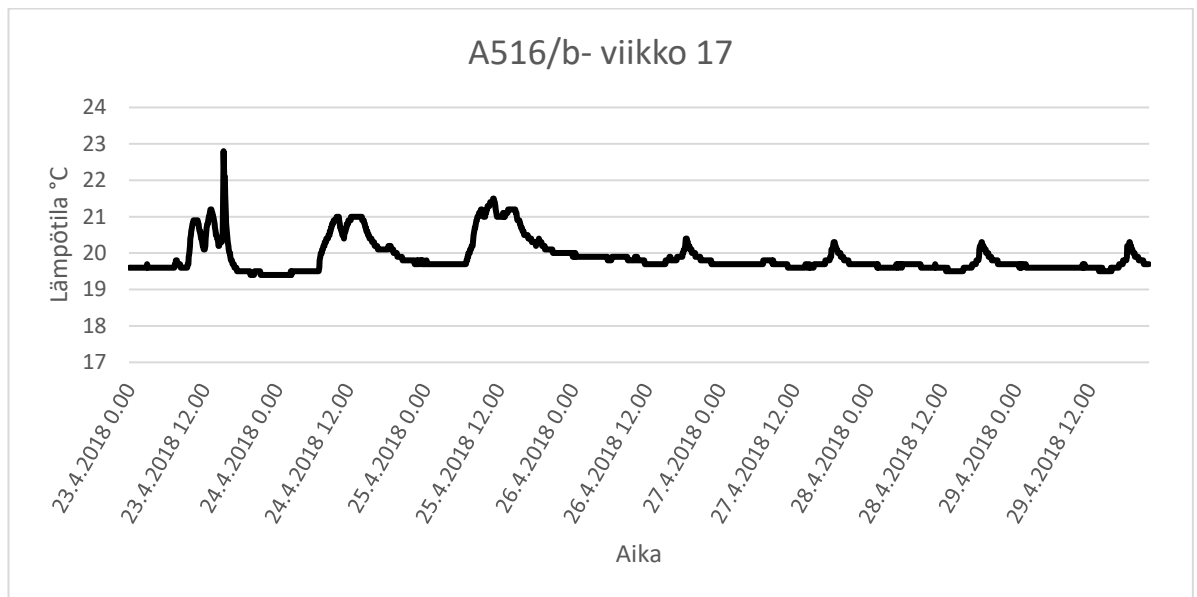


Kuva 43 A516/b lämpötila 25.4.2018

Kuvissa 44 ja 45 on esitettyä samasta tilasta, kummaltakin osalta erikseen Wirepas:n mitta-antureiden keräämä mittaustulokset samalta ajanjaksolta. Kiinteistöhallinnan järjestelmän ja Wirepas:n antureiden mittaustuloksien välillä kuitenkin on eroavaisuuksia, erityisesti aivan tarkasteluvälin alussa, jolloin lämpötilan arvo kohoaa Wirepas:n antureiden tuloksissa hetkellisesti, palaten kuitenkin nopeasti lähtöarvoonsa. Tällaista lämpötilan kehitystä ei kuitenkaan ole Trentec :n järjestelmän mittaustuloksissa.

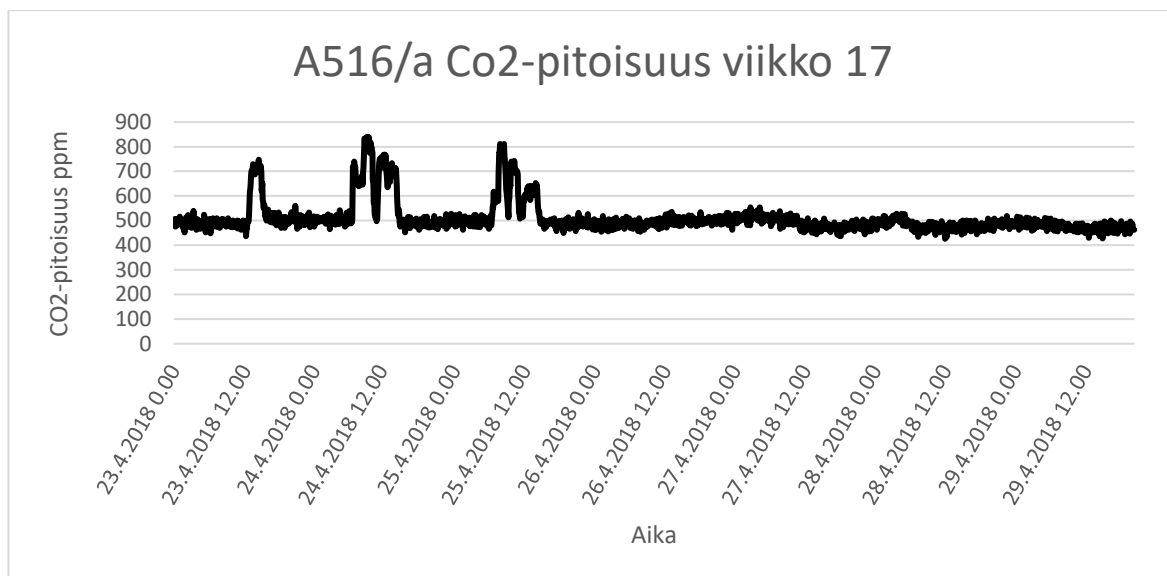


Kuva 44 A516/a Wirepas mittaustulokset



Kuva 45 A516/b Wirepas mittaustulokset

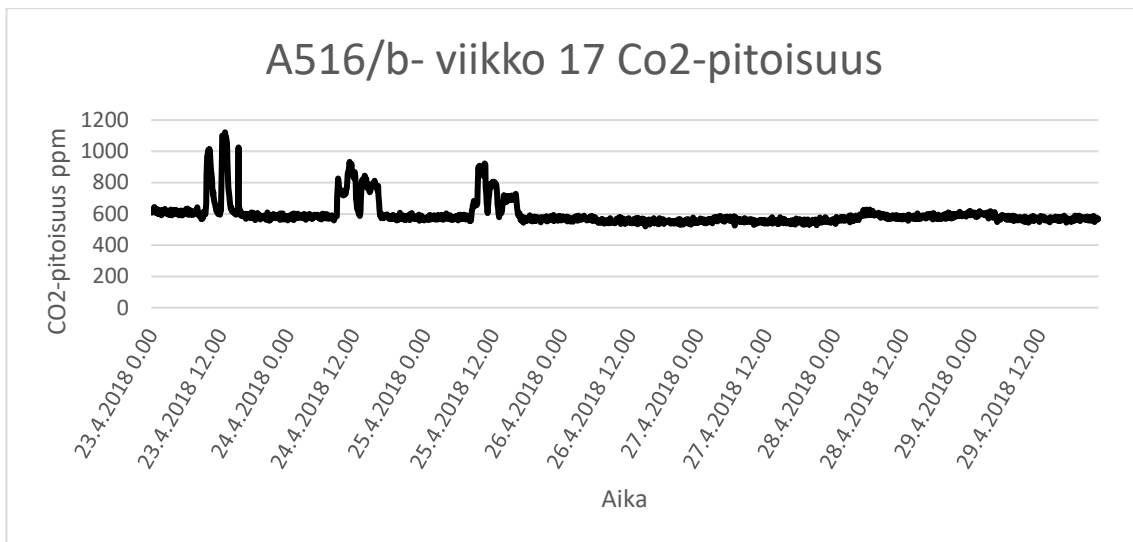
Verrattuna esimerkiksi aikaisemmin käsitelyyn tilaan C211, luokkatilassa A516 sisäilman hiilidioksidin pitoisuus pysytteli pääasiassa alhaisemmissa lukemissa nousten vain hetkellisesti yli sisäilmastoluokka S2:n raja-arvon, 900 ppm: n kuvan 47 esittämällä tavalla.



Kuva 46 A516/a hiilidioksidin pitoisuus viikolla 17

On kuitenkin huomionarvoista, että vaikka mitta-antureiden kuvaajat ovatkin hyvin samankaltaisia keskenään, sisäilman hiilidioksidin pitoisuus laskee kyseisien mittaus-tuloksien perusteella tilan a-osassa noin 500 ppm:n kun taas tilan b-osassa pitoisuus tasoittuu hieman korkeampaan lukemaan, noin 600 ppm: n. Tämä ero on nähtävissä kuvista 46 ja 47. Tämä ero selittynee mittalaitteen mittaustarkkuudella, joka on +/- 50 ppm + 3%. (Wirepas mittaussalkku 2018) Tällöin esimerkiksi tulos 500 ppm muuttuu alla olevan laskukaavan mukaisesti noin 570 ppm:ksi.

$$(500 \text{ ppm} + 50 \text{ ppm}) * 1,03 = 566 \text{ ppm}$$



Kuva 47 A516/b hiilidioksidin pitoisuus viikolla 17

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lämpötilan ja sisäilman hiilidioksidin pitoisuuksien mittauksien yhteydessä ilmeni muutama huomiota herättävä seikka, johon tulisi kiinnittää huomiota tulevassa. Esimerkiksi tilassa C211 lämpötilan arvot nousevat asetusarvoa korkeampiin lukemiin ja pysyttelevät korkealla pitkiäkin ajanjaksoja, noin 30 minuuttia ennen kuin tilan lämpötila kääntyy laskuun. Tällöin tilan lämpötila nousi ensin korkealle, tasoittuen reilusti yli tilan asetusarvon olevaan lämpötilaan ja noin puolen tunnin kuluttua kääntyen laskuun. Olisiko tässä tapauksessa mahdollista tarkastella kyseisen tilan lämpötila-anturien ja tuloilmapuhaltimien toimintaa siltä osin, kuinka pitkä säätöviive on anturien lähettämästä datasta itse lämpötilan säätöön, vai onko kyseessä enemmänkin ilmanvaihtoon liittyvä asia. Tämä sinällään voisi pitää paikkansa, sillä kyseisessä tilassa sisäilman hiilidioksidin pitoisuus nousi hetkellisesti huomattavan korkealle, yli 1000 ppm:n pysyen korkeassa lukemassa noin puoli tuntia kääntyen sitten laskuun. Tällaiset olosuhteet ovat viihtyvyyttä ajatellen suunniteltua sisäilmastoluokitusta ajatellen varmasti heikompia.

Tilassa A516 lämpötila asettui pääasiallisesti tavoitearvoaan korkeampaan lukemaan, mikä mitä todennäköisimmin selittynee kyseisen tilan sijainnilla koulurakennuksen sisällä. Tämän vuoksi tilan lämpötilan arvo kohosi käytön aikana tavoitearvoa korkeampaan lukemaan, koko tarkasteluvälin aikana lämpötilan keskiarvo oli noin 21,5 °C mikä on 1,5 °C yli tavoitearvon. Samankaltainen havainto voitiin tehdä myöskin kolmannesta tarkastellusta tilasta A140, jossa viikonloppuna lämpötila pysytteli noin 0,5°C yli tavoitearvon.

Tilojen lämmityksen voidaan katsoa tarkastelun perusteella toimivan suunnitellulla tavalla, sillä tarkastelluissa luokkatiloissa lämpötila pysyi pääasiallisesti tavoitearvos-

saan. Jäähdytyksen osalta tilanne oli hieman toisenlainen, sillä tilat lämpenivät pitkik-
sikin ajoiksi yli suunnitellun tavoitearvon, jonka jälkeen tilojen jäähdytys käynnistyy.
Kyseisissä tilanteissa sisäilman hiilidioksidin pitoisuus nousi huomattavasti, joka ker-
too riittämättömästä ilmanvaihdosta. Eräänä korjaavana toimenpiteenä voisi olla syytä
tarkastella rakennuksen kiinteiden mitta-antureiden ja automaatiojärjestelmän rea-
gointia lämpötilan muutokseen, mahdollisesti tilojen jäähdytyksen tulisi alkaa hieman
alhaisemmassa lämpötilassa. Myöskin ilman hiilidioksidin pitoisuutta tulisi tarkastella
tarkemmin, sillä mittauksien perusteella pitoisuudet nousevat opetustilanteissa hu-
omattavan korkeiksi, joka mahdollisesti korjaantuisi ilmanvaihtoa tehostamalla.

LÄHTEET

Ilmatieteen laitoksen www-sivut. 2018. Viitattu 19.5.2018. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi>

Kuosa Jarkko VS: Opinnäytetyö- SAMK kampuksen lämmitysjärjestelmä. Vastaanottaja tomi.saarivirta@student.samk.fi. Lähetetty 11.6.2018 klo 16:24. Viitattu 12.6.2018.

Laine, T., Seikola, M., Norrgård, S., Vänniä, T., Lepola, J., Vähätupa, P., Mannonen, K. & Lähdekorpi, P. 2017. Energiakatselmusraportti SAMK Poriin kampus. Viitattu 31.1.2018.

Motiva Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 15.4.2018. <https://www.motiva.fi>

Rautakorpi Kristian. 2018. Kiinteistön hoitaja, Are Oy. Pori. Puhelinhaastattelu 5.6.2018. Haastattelijana Tomi Saarivirta. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

RT 10946. Sisäilmastoluokitus 2008. 2008. Viitattu 16.3.2018. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

Satakunnan ammattikorkeakoulun Sokopro. Viitattu 19.4.2018. www.sokopro.fi

Satakunnan ammattikorkeakoulun Time-Edit. Viitattu 20.5.2018. <https://cloud.timeedit.net/samk/web/>

Satakunnan ammattikorkeakoulun www-sivut. 2018 Viitattu 28.2.2018. www.samk.fi

Trentec 963- Valvomo-ohjelmisto. 2017 Viitattu 19.3.2018.

Trentec Team Oy: n www-sivut. Viitattu 28.3.2018. <https://www.trentec.fi/upl/website/valvomo-ohjelmistot/963Valvomoesite.pdf>

Valviran www-sivut. Viitattu 11.4.2018. <https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje/ac8d5e16-97be-456c-9c9c-ce8560f2092e>

Vihtilä Harri VS: Opinnäytetyö. Vastaanottaja tomi.saarivirta@student.samk.fi. Lähetetty 5.6.2018 klo 13:07. Viitattu 6.6.2018.

Wirepas Mittaussalkku. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.4.2018. Wirepas Oy.