

Mika Tulonen, Leo Niemi, Valtteri Seppä

Ryhmä 8

Mittausraportti

Variston Koulu, Varistontie 1, Vantaa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Johdantoprojekti

TC00AA98-2000

TC12S1E

18.4.2013

Tiivistelmä

Koulumme Johdantoprojekti kurssilla tehtäväksemme annettiin perehtyä Variston koulun sisäilman ongelmiin, selvittää niiden syitä ja pyrkiä pohtimaan mahdollisia ratkaisuja kyseisiin ongelmiin.

Aluksi muodostimme kolmen hengen ryhmän, jolla aloimme kurssia toteuttaa. Lähtöteidoissa meille kerrottiin Variston koulun sisäilmassa havaituista tunkkaisuus- ja lämpötilaongelmista. Tehtäviksemme kuului suorittaa ongelmien selvittämiseen tarvittavia mittauksia. Kurssin sisältöön kuului kerran viikossa pidettävä projektikokous, joissa suunnittelimme ja linjasimme projektin etenemistä. Lisäksi kurssin tehtäviin kuului laatia projektisuunnitelma, mittausuunnitelma, mittausraportti sekä esitelmä.

Ensimmäinen työemme projektissa oli projektisuunnitelma. Tässä suunnittelimme projektimme toimintatapoja, laadimme aikataulua ja mitoitimme käytössä olevat resurssimme projektin suorittamiseen. Huolellinen projektisuunnitelma antoi meille koko projektin ajaksi selkeät toimintasuunnitelmat. Mittausuunnitelmassa perehdyimme luokahuoneissa todettuihin ongelmiin ja suunnittelimme vaadittavat mittaukset ongelmien selville saamiseksi. Lisäksi suunnittelimme mittauksen aikataulun ja resurssit.

Suoritimme mittaukset kahdessa eri osassa ja mittaustuloksista oli pääteltävissä ilmanvaihdon puutteellisuus. Mittaustemme välillä koulun poistoilmansuodattimet vaihdettiin, joka vaikutti ilmanvaihdon toimintaan huomattavasti ja paransi ilmanlaatua merkittävästi koulun opetustiloissa. Mittauksissamme kävi lisäksi ilmi, että koulun tilojen lämpötilat laskevat huomattavasti ilmanvaihto koneiden automaattisen sulkeutumisen vuoksi, joka nostaa lämmityksen kuormitusta ja lisää täten energian kulutusta.

Ratkaisuiksi ongelmiin ehdotamme sulkupeltien asentamista poistoilmakanavistoon tai ilmanvaihtokoneiden säätöä siten, että ne toimisivat öisin puoliteholla. Tällä tavalla estettäisiin poistoilmakanavistoa pitkin kulkevan kylmän ulkoilman pääsy rakennukseen. Olisi myös tärkeää suorittaa jatkomittauksia kohteessa, jos tehdään ehdottamiimme korjauksia ja siten selvittää oliko korjauksista hyötyä.

Alkusanat

Koulumme Metropolian Ammattikorkeakoulun järjestämä Johdantoprojekti kurssi Erkki Sainion pitämänä alkoi ensimmäisen lukuvuotemme kolmannessa periodissa. Kurssin aluksi muodostimme kolmen hengen ryhmät. Saimme itse vaikuttaa kohteemme valintaan ja päädyimme Variston Koulun sen hyvän sijainnin vuoksi ryhmämme jäsenten asuin paikkoihin nähden.

Kurssin aluksi saimme lähtötiedot tilaajan eli Vantaan kaupungin edustajalta Jukka Saarelta. Suoritimme projektin eri töitä sekä ryhminä, että yksittäin. Projektiamme johti viikoittain vaihtuva projektipäällikkö. Täten työtehtävät vaihtelivat projektijohtajan, projektiassistentin sekä projektiasiantuntijan välillä. Suoritettuumme mittaukset, analysoimme saatuja tuloksia ja arvoja ja perehdyimme eri dokumentteihin ja määräyksiin. Näitä tuloksia ja niissä havaittuja asioita käsittelemme tässä Mittausraportissa.

Erityiset kiitokset haluamme osoittaa Variston Koulun opettajille sekä kouluisäntä Mikko Ristilälle, laboratorioinsinööri Ari Hokkaselle sekä Vantaan kaupungin edustajalle Jukka Saarelle.

18.4.2013 *Mika Tulonen, Leo Niemi, Valtteri Seppä*

Sisällys

Tiivistelmä

Alkusanat

1	Suureiden merkinnät ja mittayksiköt	1
2	Johdanto	2
3	Teoria	3
4	Mittausjärjestelyt	4
5	Mittausten suoritus	5
6	Tulokset ja niiden analysointi	7
7	Johtopäätökset	13
8	Yhteenveto	16
9	Lähdeluettelo	17

Liitteet

Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

1 Liite 1 Sisäilmastoluokitus 2008 Taulukko 1.3.3

2 Liite 2 Taulukko 1

3 Liite 3 Taulukko 2

4 Liite 4 Kuva 1

5 Liite 5 Kuva 2

6 Liite 6 Kuva 3

7 Liite 7 Kuva 4

8 Liite 8 Kuva 5

9 Liite 9 Kuva 6

Suureiden merkinnät ja mittayksiköt

Taulukko 1. Suureiden merkinnät ja mittayksiköt

Mittaus	Yksikkö/symboli
CO ₂ (Hiilidioksidi)	ppm (parts per million)
Lämpötila	°C (celsius)
Ilmanpaine	Pa (pascal)
Ilmavirta	m/s (metriä/sekunnissa)
Ilman kosteus	%rh (ilman suhteellinen kosteus)
Ilman määrä	l/s (litraa/sekunnissa)

1 Johdanto

Saimme lähtötiedoissa selville, että kohteessamme Variston koululla on havaittu tunkkaisuus- ja lämpötilaongelmia. Tarkempien lähtötietojen selville saamiseksi olimme puhelimitse yhteydessä Variston koulun rehtoriin Helena Hjortiin.

Ensimmäisellä mittauskerrallamme haastattelimme koulun henkilökuntaa. Variston koulun kouluisäntä oli vaihtunut juuri ennen meidän projektimme alkamista, joten häneltä emme saaneet pitkältä ajalta aikaisempia tietoja kohteestamme. Myös opettajat valittelivat tilojen kuumuudesta ja tunkkaisuudesta. Lähtötiedoissa meille kerrottiin ongelmallisimmaksi tilaksi luokkahuone 101. Opettajat valittelivat luokkahuoneen 111 tunkkaisuudesta. Kyseinen huone on pohjapiirustuksissa merkattu johtajan huoneeksi ja on hyvin pienikokoinen.

Päästyämme paikanpäälle tutkimme ja havainnoimme ongelmallisimmiksi valiteltuja luokkahuoneita ja myös omat kokemuksemme tukivat tunkkaisuus- ja kuumuusongelmia. Haastateltuamme henkilökuntaa, selvisi että tunkkaisuus- ja kuumuusongelmia on pyritty lieventämään ovia ja ikkunoita avaamalla.

Paneuduimme sekä ennen että jälkeen mittauksen rakennusmääräyskokoelman osaan D2 ja Sisäilmastoluokitus 2008-dokumenttiin, josta on ote liitteessä 1. Kyseisistä dokumenteista saimme tietoja ja arvoja mittaustemme tueksi.

2 Teoria

Variston koulun ongelmana oli tunkkaisuus ja liian korkeat sisäilman lämpötilat, joten lähdimme tutkimaan ohjearvoja RT- kortistosta. RT- kortiston Sisäilmastoluokitus 2008-kortin arvoja vertasimme mittaustuloksiimme. Mittaustuloksia vertailtuamme saimme hyvän käsityksen ongelmista. Sisäilmastoluokitus 2008-kortista selvitimme laatuluokituksia hiilidioksidiarvoille ja lämpötiloille.

Saimme kohteen ilmanvaihtopiirustukset vantaan kaupungilta joiden avulla saimme kokonaiskuvan rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmästä. Selvitimme kohteen rakennusvuoden ja pääte-elimien mallin. Pääte-elimien valmistajan taulukkoa käyttäen pystyimme tekemään tarkat laskelmat ilmamääristä.

Mittareiden varaaminen ja mittaustulosten purkaminen suoritettiin laboratorioinsinööri Ari Hokkasen avustuksella. Häneltä saimme tärkeitä neuvoja mittareiden käytöstä ja tuloksia purkaessamme hän auttoi meitä selvittämään syitä kohteen ongelmiin. Käytännössä meidän ei tarvinnut turvautua internetissä tai muusta kirjallisuudessa oleviin mahdollisiin ohjeisiin sisäilman mittauksista ja mahdollisista syistä ongelmiin.

Tunkkaisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ilmanvaihdon toimimattomuus joka voi johtua poistoilmasuodattimien tukkoisuudesta. suodattimien tukkoisuus vaikuttaa ilmanlaatuun niin että ilma ei vaihtunut luokahuoneissa suunnitellulla tavalla. Ilman hiilidioksidipitoisuudet ja lämpötilat nousevat korkeiksi. Suodattimet tulee vaihtaa 6kk välein ja niiden tukkoisuutta voi myös seurata paine-eromittarista.

Ilmastointikanavistoa huolletaan mm. nuohoamalla kanavisto. Nuohouksella puhdistetaan kanavisto sinne kerääntyneistä epäpuhtauksista jotka heikentävät ilmanvaihdon toimivuutta.

Kun ilmanvaihto toimii ja tiloja käytetään niille suunniteltuihin käyttötarkoituksiin esim. tietokoneet vaativat erityisen hyvän ilmanvaihdon tai jäähdytyksen. Tilan tarkoituksenmukainen käyttö on avainasemassa jotta saadaan lämpötilat ja hiilidioksidipitoisuudet pidettyä hyvällä tasolla. Tilaa mikä on suunniteltu vain 2:n henkilön yhtäaikaiseen käyttöön ei tule käyttää suurien ryhmien pitkäaikaiseen yhtäjaksoiseen opetukseen.

3 Mittausjärjestelyt

Mittauksiin vaikuttavia tekijöitä:

Sääolosuhteet:

- Auringonpaiste
- Pilvisuus
- Lämpötila
- Tuulen nopeus ja suunta

Nämä tekijät vaikuttavat osaltaan mittaustuloksiin ja otetaan huomioon analysoidessa mittauksia.

Hetkelliset henkilömäärät tilassa

Kun luokkahuoneessa työskentelee pitkäjaksoisesti suuri määrä oppilaita, on luonnollista että hiilidioksidipitoisuudet ja ilman lämpötilat kasvavat. Selvitimme luokkahuoneiden oppilaslukumäärät ja vertasimme niitä mittaustuloksiin.

Tilojen tuuletus

Välitunneilla luokkahuoneissa tuuletettiin tunkkaisuuden vuoksi joten luokkahuoneen ilmanlaatua ”keinotekoisesti” parannettiin, tämä näkyy myös mittaustuloksissa. Pitkäaikaisen yhtäjaksoisen opetuksen jälkeen hiilidioksidipitoisuus ja lämpötilat kohosivat korkeisiin lukemiin. Tuuletuksentarve kertoo ilmanvaihdon riittämättömyydestä. Lisäksi mitatessamme lämmityspattereiden pintalämpötiloja kävi ilmi että tuuletuksen aikana pintalämpötilat nousivat erittäin korkeiksi.

Hyvällä ilmanvaihdolla ja tilan tarkoituksenmukaisella käytöllä saadaan lämpötilat ja hiilidioksidipitoisuudet pidettyä kurissa ja ilmanlaatu hyvänä.

Ilmastointikoneiden käyttöajat

Koulussa toimivien iv-koneiden käyntiaikoja säädellään automatiikalla. Automatiikan avulla koneiden käyttöä on säädetty energian kulutuksen kannalta mahdollisimman taloudelliseksi. Mittauksista kävi ilmi seikkoja joissa energian säästäminen halutulla tavalla ei toteudu. Luokissa toimivien iv-koneiden ollessa yöllä ja viikonloppuna pois päältä ja samanaikaisesti yleisten wc-tilojen poistokoneiden ollessa päällä alkaa järjestelmä toimimaan niin, että poistoilmakanavistosta siirtyy korvausilma luokkahuoneisiin. Suoritimme luokkahuoneen lämpötilamittauksen poistoilmakanavasta. Mittauksesta kävi ilmi luokkaan virtaavan ilman erittäin alhainen lämpötila.

Lisäksi suorittamiemme mittausten välillä kouluisäntä oli vaihtanut poistoilmasuodattimet, joka vaikutti merkittävästi poistoilmavirtoihin.

4 Mittausten suoritus

Aloitimme mittausten suunnittelun ja valmistelun projektisuunnitelman teon yhteydessä. Siinä suunnittelimme pääpiirteittäin mittausten aikataulua ja resursseja. Mittaussuunnitelmassa tarkensimme aikataulun ja resurssit sekä suunnittelimme tarkoin mitattavat kohteet, mitä mitataan ja miksi ja millä mittareilla.

Päätimme suorittaa ensimmäisellä mittauskerralla 1.3.2013 tulo- ja poistoilmavirtojen mittaukset sekä hiilidioksidi-, kosteus- ja lämpötilamittaukset. Näitä mittauksia varten varasimme koulumme laboratoriovastaavalta Ari Hokkaselta VelociCalc PLUS TSI- ja IAQ-Calc 7525-mittarit. Pehdyimme mittareiden käyttöön Hokkasen avustuksella sekä itsenäisesti käyttöohjeisiin tutustumalla. Hiilidioksidi-, kosteus-, ja lämpötilamittaukset päätimme suorittaa seurantamittauksena sijoittamalla mittarit kahden eri luokahuoneen (Luokahuoneet 101 ja 111) poistoilmakanavaan.

Suoritimme ensimmäiset seurantamittaukset viiden vuorokauden ajalta ja asetimme mittarin 1.5.2013 klo 10:00 keräämään meille tietoa luokahuoneesta 101 30 minuutin välein ja luokahuoneesta 111 5 minuutin välein. Kytkimme mittarit verkkovirtaan jatkojohdon avulla. Tulo- ja poistoilmavirrat mittasimme kertamittauksena molemmista luokahuoneista. Poistoilmavirrat mittasimme 1.3.2013 klo 10:15 Haltonin koukulla ja tuloilmavirrat kuormalanka-anemometrillä. Haimme seurantamittarit pois kohteesta 5.3.2013 klo 15:00 ja purimme saadut tiedot koulumme laboratorion tietokoneella. Saadut arvot siirsimme muistitikulle Excel-tiedostona.

Analysoituamme ensimmäisten mittausten tulokset päätimme suorittaa tuloilman lämpötila-mittaukset seuranta menetelmällä sekä mitata pattereiden pintalämpötiloja. Lisäksi päätimme mitata vielä uudestaan poisto- ja tuloilmavirtoja. Toisten mittausten ajankohdaksi päätimme 21.3.2013–26.3.2013. Varasimme jälleen VelociCalc PLUS TSI- ja IAQ-Calc 7525-mittarit Ari Hokkaselta. Saavuttuamme Variston Koululle saimme kuulla kouluisännältä, että hän oli vaihtanut koulun poistoilmasuodattimet muutama päivää aiemmin. Muutimme mittaussuunnitelmaa siten, että asensimme luokka-

huoneeseen 101 IAQ-Calc 7525-mittarin poistoilmakanavaan mittaamaan hiilidioksidi-, kosteus- ja lämpötila-arvoja. Luokkahuoneesta 111 mittasimme IAQ-Calc 7525-mittarilla tuloilman kosteus-, hiilidioksidi- ja lämpötila-arvoja. Aloitimme seurantamittaukset 21.3.2013 klo 10:00. Mittasimme uudelleen molemmista luokkahuoneista poisto- ja tuloilmavirrat käyttämällä Haltonin koukkua sekä kuumalanka-anemometriä. Haimme seurantamittarimme pois 26.3.2013 klo 11:00 ja purimme saadut tiedot koulumme laboratorion tietokoneella Excel-tiedostoksi itsellemme. Toisten mittauksen jälkeen pääsimme paneutumaan tulosten analysointiin.

5 Tulokset ja niiden analysointi

Tulosten analysointiin paneuduiimme Sisäilmastoluokitus 2008- taulukoihin ja tavoitearvoihin ja vertasimme niitä saatuihin mittaustuloksiimme. Muodostimme saaduista hiili-dioksidi-, lämpötila ja kosteusarvoista Excel-diagrammeja. Diagrammien y-akseli määrittää mitattavan asian arvot ja x-akselin arvot kertovat seurantamittauksen mittauskerat. Käytimme mittauskertojen aikavälinä 5 sekä 30 minuuttia. Tulo- ja poistoilmavirrat keräsimme omiin taulukoihinsa (Liite 2,3).

Taulukko 2. Luokkahuoneiden poisto- ja tuloilmavirrat 1.3.2013 ja 21.3.2013

Luokkahuone 101 1.3.2013		
Poisto 1	Poisto 2	Poisto 3
7,3 l/s	8,2 l/s	9,1 l/s

Tuloilma	156 l/s
----------	---------

Luokkahuone 101 21.3.2013		
Poisto 1	Poisto 2	Poisto 3
29,0 l/s	32,5 l/s	30,0 l/s

Tuloilma	156 l/s
----------	---------

Luokkahuone 111 1.3.2013	
Poisto	4,7 l/s
Tulo	18,8 l/s

Luokkahuone 111 21.3.2013	
Poisto	23,6 l/s
Tulo	18,8 l/s

Variston Koulun kouluisäntä oli vaihtanut poistoilmansuodattimet mittaustemme välisenä aikana. Suodattimien vaihdolla oli merkittävä vaikutus poistoilman ilmamääriin, joka paransi luokkien ilmanvaihtuvuutta huomattavasti.



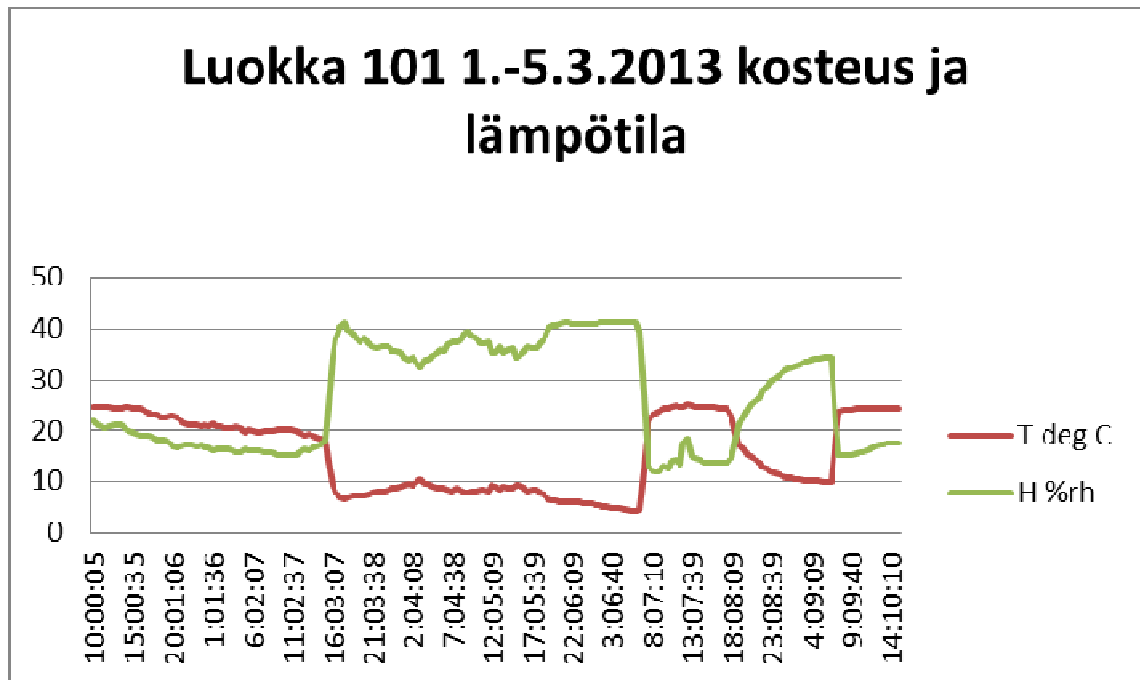
Kuva 1. Luokkahuoneen 101 Hiilidioksidi-arvot ajalta 1.3.2013 klo 10:00-5.3.2013 klo 15:00

Yllä olevassa diagrammissa (Liite 4) kuvaamme luokkahuoneen 101 hiilidioksidi pitoisuuksia. Aloitimme mittaukset 1.3.2013 klo 10:00. Hiilidioksidi pitoisuudet pysyvät normaaleina perjantain 1.3 oppituntien ajan. Vain pientä nousua on havaittavissa. Viikonlopun ajan hiilidioksidi määrissä ei ole poikkeamia. Maanantaina klo 09:00 eteenpäin pitoisuudet alkavat kohota nopeasti joka on havaittavissa diagrammissa. Luokkahuoneessa on ollut 8:45-13:00 välisenä aikana 14 henkilöä joka selittää korkeat hiilidioksidi pitoisuudet. Korkein pitoisuus mitattiin 12:00-13:00 välisenä aikana, jolloin pitoisuus nousi lähelle Sisäilmastoluokitus 2008 määrittelemää ilmanlaatuokituksen S3 tavoitearvon ylärajaa 1200ppm. Diagrammista on havaittavissa hiilidioksidi määrien nousu maanantaina, kun luokkahuoneessa on ollut opetusta useamman tunnin ajan putkeen. Tiistaina 5.3 luokkahuoneessa on ollut opetusta 11:15-12:15 ja tällöin luokassa on ollut myös 14 ihmistä. Tänä aikana pitoisuudet eivät ole lähteneet nousuun. Sisäilmastoluokitus 2008 määrittelemä laatuokituksen S1 tavoitearvon ylärajaa 750ppm toteutuu muutoin, paitsi tiistaina 4.5 9:30-13:00 välisenä aikana.

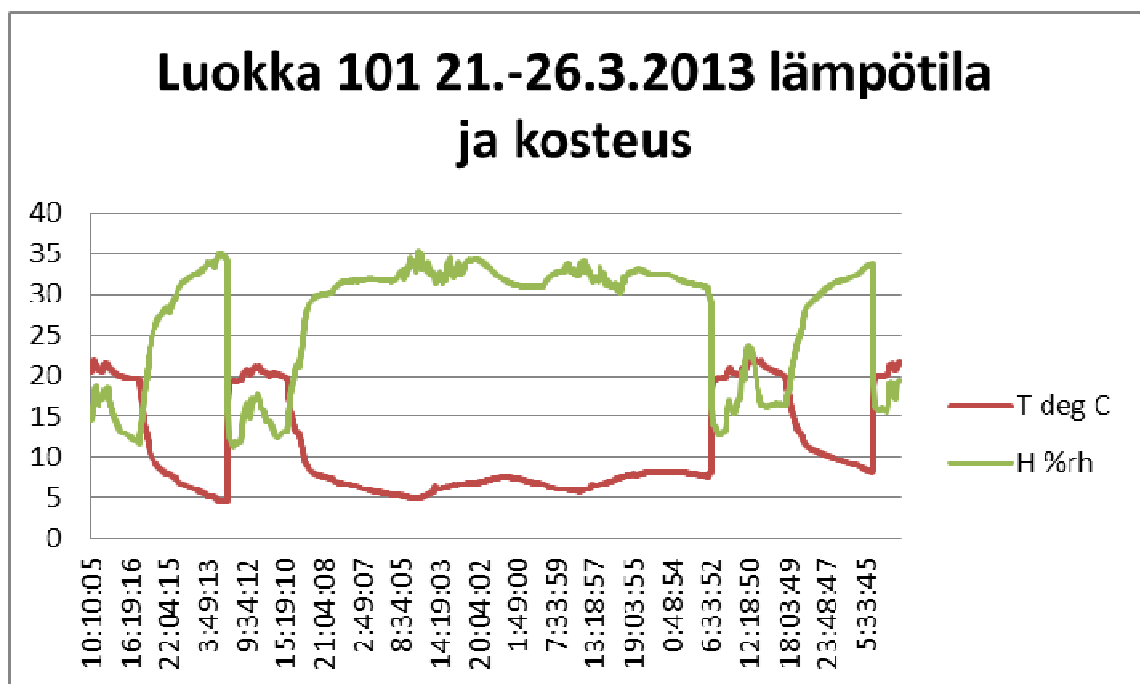


Kuva 2. Luokkahuoneen 101 Hiilidioksidi-arvot ajalta 21.3.2013 klo 10:00–26.3.2013 klo 11:00

Ensimmäisten ja toisten mittaustemme välillä koulun poistoilmasuodattimet vaihdettiin. Tämä on vaikuttanut ilmavaihdon parantumiseen ja sitä kautta myös alentanut hiilidioksidimääriä. Aloitimme mittaukset 21.3 klo 10:10, jolloin luokkahuoneessa oli opetus käynnissä. Hiilidioksidi pitoisuudet ovat olleet 21.3 koulupäivän ajan 700-800 ppm ja laskeneet välittömästi luokkahuoneen tyhjennyttyä lähelle 400 ppm). Perjantaina 22.3 luokkahuonetta on alettu käyttää klo 8:00 joka on nähtävissä pitoisuuksien nousussa. Korkeimmat arvot tältä päivältä ajoittuu 10:20-11:00 väliselle ajalle jolloin arvot ylittävät S1 luokituksen tavoitearvon ylärajan 750 ppm ollen korkeimmillaan hieman yli 1000 ppm. Viikonlopun ajan hiilidioksidi pitoisuudet ovat olleet alhaiset, noin 400 ppm ja jälleen maanantaina opetuksen alkaessa ovat nousseet 600-850ppm välille. Nämä pitoisuudet ylittävät hieman laatuluokituksen S1 asettamat tavoitearvot, mutta ovat hieman pienemmät kuin ensimmäisissä mittauksissa saadut arvot.



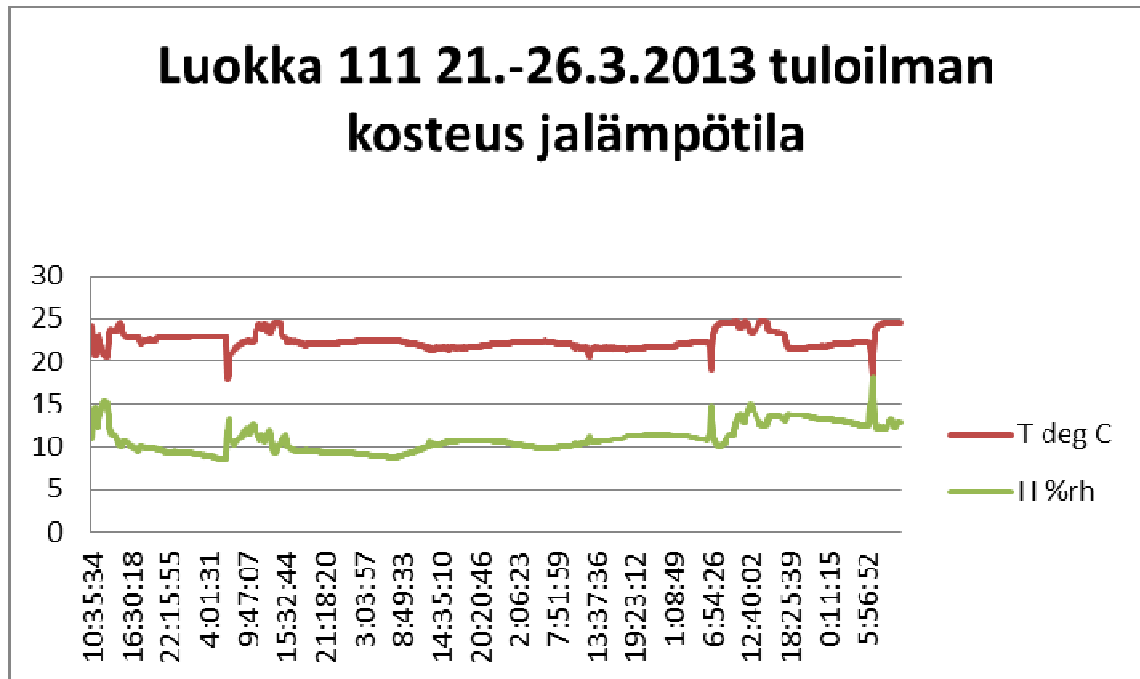
Kuva 3. Luokkahuoneen 101 lämpötila- ja kosteusarvot ajalta 1.3.2013 klo 10:00-5.3.2013 klo 15:00



Kuva 4. Luokkahuoneen 101 lämpötila- ja kosteusarvot ajalta 21.3.2013 klo 10:00-26.3.2013 klo 11:00

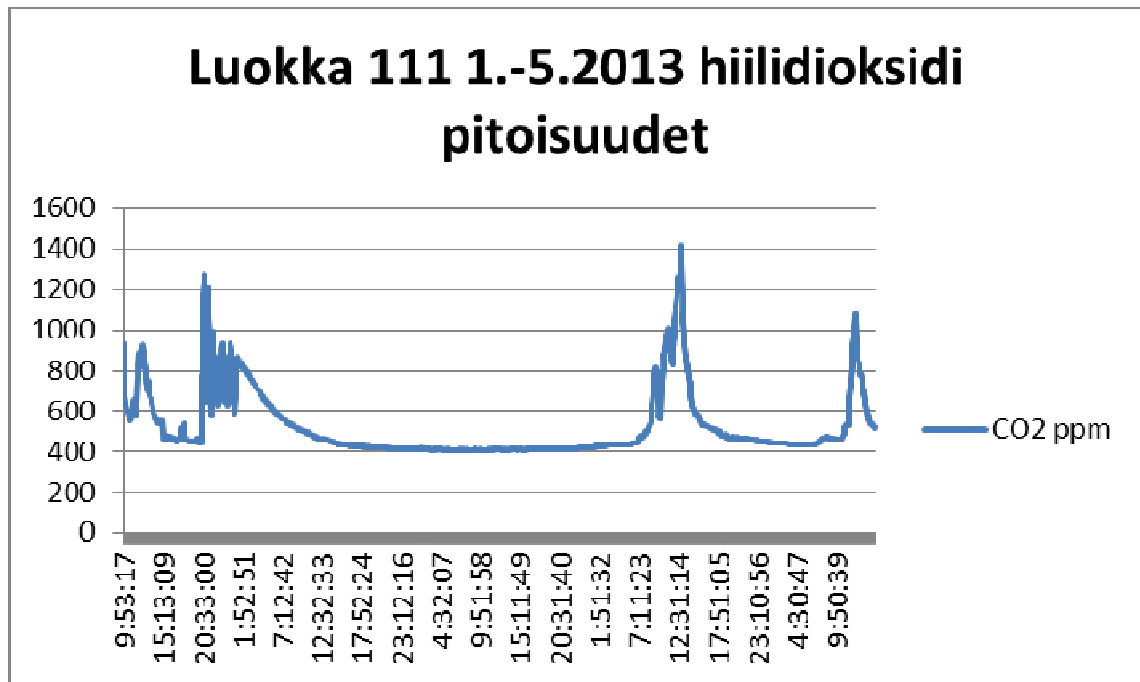
Kuvat 3 ja 4 (Suurempina liitteissä 6,7) kuvaavat ensimmäisten ja toisten mittaustemme lämpötila ja kosteus arvoja luokkahuoneesta 101. Kuvien diagrammeista on havait-

tavissa lämpötilojen huomattava lasku yöaikoihin. Lämpötilojen lasku on aiheuttanut kosteuden nousun luokkahuoneessa.



Kuva 5. Luokkahuoneen 111 tuloilman kosteus ja lämpötila-arvot ajalta 21.-26.3.2013

Yllä olevassa diagrammissa (Liite 8) on esitetty luokkahuoneen 111 kosteus ja lämpötila-arvot ajalta 21.3.2013-26.3.2013. Tuloilman lämpötilat pysyttelevät arkipäivisin 23-24 °C paikkeilla, mutta nousevat ajoittain melkein 25 °C asti. Kosteusarvot pysyvät koko aikavälin ajan normaaleina.



Kuva 6. Luokkahuoneen 111 Hiilidioksidi-arvot ajalta 1.-5.3.2013

Kuvan 6 diagrammi (Liite 9) kuvaa luokkahuoneen 111 hiilidioksidipitoisuuksia ajalta 1.3.2013-5.3.2013. Pitoisuuksissa on nähtävissä samankaltaisia korkeita piikkejä, kuin luokkahuoneen 101 vastaavan ajankohdan hiilidioksidi mittauksissa. Ensimmäinen huomattavampi nousu arvoissa on tapahtunut perjantaina 1.3 klo 11:50-13:00 välisenä aikana. Tällöin arvot ovat nousseet hieman yli laatuluokitus S1 määrittelemän tavoitearvon ylärajan 750 ppm. Perjantai iltana hiilidioksidi arvot ovat nousseet klo 20:40-21:30 välisenä aikana korkeaksi, jopa yli 1200 ppm. Saamiemme tietojen mukaan tähän aikaan tilassa ei ole ollut mitään toimintaa. Hiilidioksidi-arvot ovat pysytelleet viikonlopun ajan alhaisina ja alkaneet taas nousta maanantaina 4.3 klo 9:00 eteenpäin jolloin huoneessa on ollut kaksi ihmistä. maanantai aamuna 8:00-8:45 tilassa on työskennellyt yksi ihminen ja tällöin arvot ovat pysytelleet alhaisina. Tilassa on ollut 11:35-12:15 8 ihmistä, jona aikana hiilidioksidi arvot ovat nousseet todella nopeasti ja huomattavan korkeiksi ylittäen S3 tavoitearvon ylärajan 1200ppm. Korkeimmat arvot tältä ajalta ovat olleet jopa 1400 ppm.

6 Johtopäätökset

Variston koulurakennuksessa on seitsemän luokkahuonetta, lisäksi opetusta järjestetään johtajan huoneeksi tarkoitetussa tilassa opettajien huoneen vieressä. Koulussa on myös liikuntasali missä on toimintaa pääsääntöisesti iltapäivisin, lisäksi liikuntasalissa järjestetään iltaisin toimintaa ja on käytössä kouluaikeiden ulkopuolella. Mittauksia aloittaessa selvitimme ongelmallisimmaksi muodostuneet tilat; luokkahuone 101 ja johtajanhuone. Näissä tiloissa suoritimme mittauksia kahtena eri ajankohtana.

Suoritimme ensimmäiset mittaukset 1-5.3.2013 joiden perusteella tilojen poistoilmavirta oli erittäin alhainen ja painetaso lähes olematon. Selvitimme asiaa ja kävi ilmi että rakennuksessa oli marraskuussa 2012 tehty ilmastointikanavien nuohous. Poistoilmasuodattimia ei oltu huomioitu nuohouksen aikana, näin ollen iv-koneessa olleet suodattimet olivat tukkeutuneet nuohouksen aiheuttamasta kanavaan jääneestä pölystä ja epäpuhtauksista. Toisen mittauksen suoritimme 21-26.03.2013. Mittausten välillä iv-koneeseen oli vaihdettu uudet poistoilmasuodattimet. Saimme toisessa mittauksessa huomattavasti parempia mittaustuloksia. Mittauksissa selviää myös tuloilman ajoittain korkeat lämpötilat. Mittausten tarkemmat tulokset löytyvät kohdasta 6 tulokset ja niiden analysointi.

Johtajanhuoneen ongelmaksi muodostui sen koko ja käyttötarkoitus. Tila on iv-piirustusten mukaisesti suunniteltu johtajan huoneeksi eli tilaksi jossa työskentelee yksi henkilö. Huonetta kuitenkin käytetään pienryhmien opetuksessa, joissa mittausten aikana oppilasmäärä vaihtelee 2-8 oppilaan välillä. Luokassa ollessa yhtäjaksoisesti pidemmänaikaa opetusta nousee hiilidioksidi pitoisuuden yli 1000ppm ja ilman lämpötila yli 24°C. Tästä voimme päätellä tilan käyttötarkoituksen olevan erilainen suunniteltuun tarkoitukseen nähden.

Ilmanvaihto tulee olla aavistuksen alipaineinen eli poistoilmavirran 5-10% suurempi kuin tuloilman. Suodattimien vaihdon jälkeen tehdyissä mittauksissa käy ilmi että luokassa 111 tämä toteutuu. Mittauksiemme mukaan luokassa 101 tuloilmavirta on suodattimien vaihdon jälkeenkin 50% suurempi.

Luokkahuone 101:ssä opetus on jatkuvaa koko päivän ajan, oppilasmäärä luokassa on keskimäärin 15 oppilasta. Koulupäivä on jaettu 45 min oppitunteihin joiden välillä on 15 min välitunti. Välituntien aikana luokkahuoneissa tuuletettiin avaamalla ikkuna jonka vuoksi oppitunninaikana kohonnut hiilidioksidipitoisuus ja lämpötila laskivat. Ruokailu

järjestettiin luokahuoneissa oppitunnin jälkeen jonka vuoksi tilassa oli yhtäjaksoisesti oppilaita n. kahden tunnin ajan. Mittauksista käy ilmi ruokailun aiheuttaman yhtäjaksoisen luokassa oleskelun vuoksi hiilidioksidipitoisuus ja lämpötila ovat selkeästi korkeammalla kuin oppituntien aikana.

Välituntien aikana luokissa tehty tuuletus aiheuttaa termostaateilla varustettujen lämmityspattereiden pintalämpötilan hetkellisen nousun jonka vuoksi energiankulutus ja lämmityskustannukset nousevat.

Ilmanvaihtokoneet toimivat automatiikan avulla ja ovat poissa päältä lauantai-sunnuntai ja maanantai-perjantai klo.22.00-6.00 lukuun ottamatta WC tilojen poistoja, jotka ovat jatkuvasti päällä. WC tilojen poiston aiheuttaa koulun tiloihin alipaineen ja korvausilman tarpeen. Suorittamiemme mittausten perusteella voidaan päätellä luokahuoneiden koneiden ollessa poissa päältä korvausilman virtaavan poistokanavistosta luokkaan, tuoden sinne ulkoilmasta kylmää ilmaa. Kylmän ilman virtaaminen hallitsemattomasti tiloihin aiheuttaa energian kulutusta ja ylimääräisiä lämmityskustannuksia.

Ratkaisut

Ilmanlaadun parantamiseksi luokahuoneissa tulisi miettiä:

Tuloilman lämpötilan pienentämistä. Näin lämpötilat pysyisivät sopivina ja tuuletuksen tarvetta ei lämpötilan vuoksi olisi.

Suodattimien vaihto. Tärkein sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on koneellisen ilmastoinnin toimivuus. Siten vaihtamalla suodattimen säännöllisesti uuteen parannetaan paitsi ilmastointilaitteen toimivuutta, myös sisäilman laatua. Suositeltava käyttöikä ilmansuodattimelle on 0,5 – 1 vuotta. Suodattimien yhteydessä olevasta paineromittarista voi myös seurata vaihtotarvetta.

Ilmanvaihtokanaviston nuohouksen ajaksi suodattimet tulee poistaa tai vaihtaa nuohouksen jälkeen. Tätä ei viimeisen nuohouksen yhteydessä ollut tehty ja se aiheutti suodattimien lähes täydellisen tukkeutumisen.

Tilojen tarkoituksenmukainen käyttö. Opettajien huoneen yhteydessä sijaitsevan johtajanhuoneeksi suunnitellun huoneen käyttäminen suurempien ryhmien opetukseen aiheuttaa suuren kuormituksen ilmanvaihdolle. Mittaustemme mukaan 8 hengen yhtäai-

kainen työskentely tässä tilassa aiheutti hiilidioksidi-arvojen nousun ylitse tavoitearvojen. Ilman laatu heikkenee, kun hiilidioksidipitoisuudet ja lämpötilat nousevat.

Lämmityskustannuksen kannalta on olennaista kiinnittää huomiota lämmityskustannuksiin ilmanvaihdon ollessa poissa päältä. Kylmän ilman siirtyminen luokkaan hallitsemattomasti on ehkäistävissä asentamalla toimivat sulkupellit ilmanvaihtokoneen yhteyteen tai huoltamalla jo olemassa olevat sulkupellit. Sulkupelleillä estetään kylmän ilman siirtyminen luokkahuoneisiin ja pienennetään tilojen lämmitystarvetta. Lisäksi myös tuuletuksen aikainen ikkunan aukiolo vaikuttaa termostaatein varustettujen lämpöpattereiden toimintaan. Ikkunoiden ollessa auki virtaa patterin ohitse kylmä ilmavirta ja termostaatti reagoi tähän ja alkaa automaattisesti lämmittämään patteria.

Ilmanvaihto Tulee olla aavistuksen alipaineinen eli poistoilmavirran 5-10 % suurempi kuin tuloilman. Suodattimien vaihdon jälkeen tehdyissä mittauksissa käy ilmi että luokassa 111 tämä toteutuu. Mittauksiemme mukaan luokassa 101 tuloilmavirta on suodattimien vaihdon jälkeenkin 50 % suurempi.

Mittauksissa selvisi luokassa 101 ilmanvaihdon olevan pahasti epätasapainoinen tuloilmavirran ollessa n.50 % suurempi kuin poistoilmavirran. Tämä on ratkaistavissa tekemällä lisää mittauksia ja säätämällä ilmastointi oikeaan tasapainoon.

7 Yhteenveto

Projektimme mittauksista saimme selville, että Variston koululla oli sisäilmaan liittyviä ongelmia. Varsinkin poistoilmakanaviston osalta ongelmat olivat hyvin selkeitä. Poistoilmavirtojen riittämättömyys on todennäköisesti suurin syy Variston koulun liian korkeaan sisälämpötilaan ja tunkkaisuuteen. Poistoilmakanaviston lämpötiloja mitatesamme myös huomasimme toisen ongelman ilmanvaihtojärjestelmässä. Kohteen ilmanvaihtokoneet ovat kytkettyinä pois päältä yön ajaksi ja viikonlopuksi, jonka takia poistoilmakanavisto alkoi toimia korvausilmana ja kuljettaa kylmää ulkoilmaa rakennukseen. Tämä tieto on merkittävä kohteen energiankulutuksen kannalta, koska öisin rakennukseen virtaavan kylmän ilman lämmittää termostaateilla toimivat lämmityspatterit. Olimme yhteydessä Variston koulun kouluisäntään ensimmäisiä mittauksia tehdesämme ja kerroimme hänelle, että poistoilmavirrat ovat riittämättömät. Toisella mittauskerralla saimmekin jo paljon parempia tuloksia lämpötilan ja hiilidioksidi arvojen suhteen. Syynä oli poistoilmakoneen suodattimien tukkeutuminen, joita ei olisi luultavasti tarkistettu elleimme olisi olleet tekemässä mittauksia.

Mielestämme Variston koulun poistoilmakanavistoon pitäisi asentaa sulkupellit jotka olisivat kiinni siiloin, kun ilmanvaihtokoneet eivät ole päällä, näin voitaisiin estää poistoilmakanaviston virheelliset virtaukset. Toinen vaihtoehto olisi säätää ilmanvaihtokoneet niin että öisin ja viikonloppuisin ne toimisivat puoliteholla. Kohteessa pitäisi myös pitää parempi huoli laitteiden kunnosta ja ilmanvaihtojärjestelmän suodattimien puhautudesta vaihtamalla niitä riittävän usein.

Mittauksia olisi ollut hyvä suorittaa vielä useammassa tilassa, jotta olisimme saanut vielä enemmän varmuutta tuloksiin, useampia mittauksia ei ollut kuitenkaan järkevä toteuttaa rajallisen aikataulun vuoksi. Hieman epäselväksi kohteen ongelmista jää vielä se, että onko poistoilmakanaviston huono toimivuus ainoa syy kohteessa havaittuihin ongelmiin. Kuitenkin jos jo tiedossa olevat ongelmat järjestelmässä korjattaisiin, voisi suorittaa uudet mittaukset ja verrata niitä ennen korjausta otettuihin tuloksiin, näin saisimme selville onko ongelmiin vielä jotain muita syitä.

8 Lähdeluettelo

1. Sisäilmastoluokitus 2008
2. Rakennusmääräyskokoelma osa D2

