

ESPOON KAUPUNKI
Tilapalvelut-liikelaitos
Kunnossapitopalvelut
Tarkastusryhmä

22.4.2022

Keinumäen koulu

Kohdenumero **4355**

Karvasmäentie 10 a, 02740 Espoo

SISÄILMATARKASTUS

1.0 Tarkastuskohde

Keinumäen koulun vanha osa on otettu käyttöön vuonna 2004 ja laajennusosa vuonna 2012.

Rakennuksen molemmat alapohjat ovat kantavia ja niiden alla on koneellisesti tuuletettu alustatila.

Välipohjat ovat paikalla valettuja teräsbetonilaattoja. Julkisivut ovat tiilimuurattuja.

Ulkoseinien sisäkuori on osin tiiltä ja osin betonia. Lämmöneristeenä on mineraalivilla.

Vesikatteena on konesaumattu pelti.



Ilmavalokuva kohteesta 13.4.2022.

2.0 Tarkastuksen tarkoitus

Tarkastuksen tarkoitus oli selvittää sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä koulurakennuksessa helmikuussa 2019 edellisen tarkastuksen jälkeen tehtyjen korjausten valmistuttua.

Tarkastukset suoritettiin 9.3.2022 ja sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset 9.3 – 13.4.2022, mistä raportissa on aika 14.3 – 8.4.2022.

Tarkastus perustuu 14.2.2022 / ID 225272 tehtyyn sisäilmasto-olosuhteet GM-palvelupyyntöön.

3.0 Tarkastuksissa käytetyt mitta- ja näytteenottolaitteet

- Ilmamäärämittaukset / PMH- V1 mikromanometri
- CO₂-, lämpötila- ja kosteusmittaukset / pSense 2 sisäilmamittari/loggeri
- Pintakosteusmittaukset / Gann Hydrotest LG 1 kosteusmittareilla
- Sisäilmalaadun- ja paine-eromittaukset / Miran DLS antureilla pilvipalvelun kautta
- Dronella katto- ja julkisivukuvaukset

4.0 Rakennetekninen kartoitus

Rakennuksessa tehtiin rakennetekninen kartoitus, jossa selvitettiin rakenteet ja niiden kunto.

4.1 Paikan päällä tehdyt havainnot

- Vesikatto on puhdistamatta (Kuvat 4.1 ja 4.2).
- Vesikaton otsalautoista maali on lähtenyt pois (Kuva 4.3).
- Sadevesisyöksy on liian lyhyt, roiskevesi kastelee sokkelin (Kuva 4.4).
- Seinässä on halkeama Luokassa 1001 (Kuva 4.5).
- Kipsilevyjen saumanauha on osin irti Luokassa 1001 (Kuva 4.6).
- Katon ja seinän liittymä on auennut Luokassa 1001 (Kuva 4.7).
- Lattiassa on halkeama Teknisessä tilassa 0019 (Kuva 4.8).
- Läpivienneistä puuttuu palokatkot IV-konehuoneessa 0009 (Kuva 4.9).
- Pintakosteusmittauksissa ei havaittu kohonneita kosteuksia.

4.2 Toimenpide-ehdotukset

- Vesikatto on puhdistettava säännöllisesti.
- Vesikaton otsalaudat on huoltomaalattava.
- Sadevesisyöksyn pituutta on lisättävä.
- Seinän halkeama on korjattava Luokassa 1001.
- Kipsilevyjen saumanauha on kiinnitettävä Luokassa 1001.
- Katon ja seinän auennut liittymä on korjattava Luokassa 1001.
- Lattian halkeama on korjattava Teknisessä tilassa 0019.
- Läpivienteihin on tehtävä palokatkot IV-konehuoneessa 0009.

4.3 Rakennusteknisen tarkastuksen valokuvat tehdyistä havainnoista



Kuva 4.1. Vesikatto on puhdistamatta.



Kuva 4.2. Vesikatto on puhdistamatta.



Kuva 4.3. Vesikaton otsalaudoista maali on lähtenyt pois.



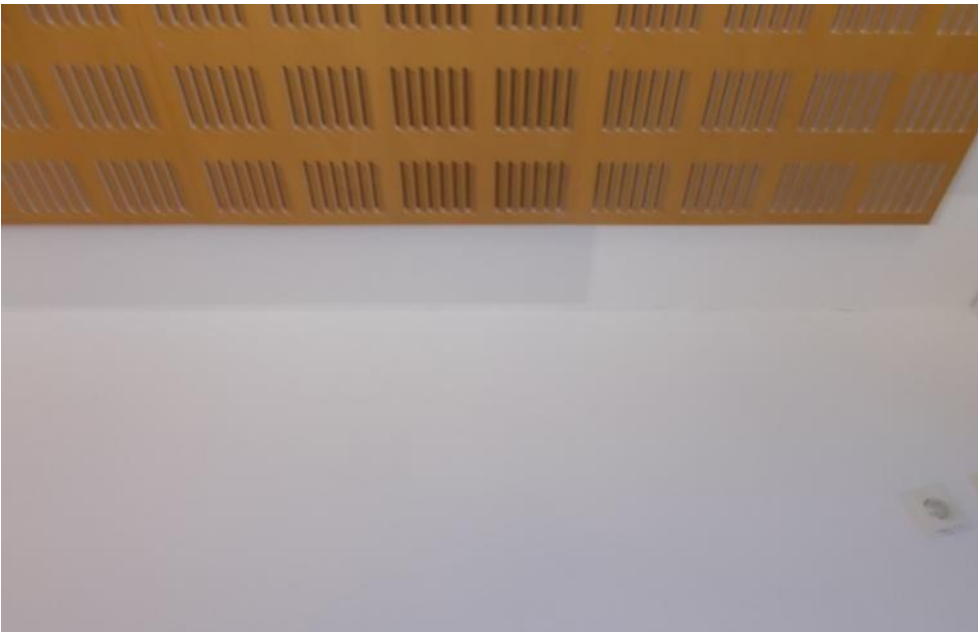
Kuva 4.4. Sadevesisyöksy on liian lyhyt.



Kuva 4.5. Seinässä on halkeama Luokassa 1001.



Kuva 4.6. Kipsilevyjen saumanauha on osin irti Luokassa 1001.



Kuva 4.7. Katon ja seinän liittymä on auennut Luokassa 1001.



Kuva 4.8. Lattiassa on halkeama Teknisessä tilassa 0019.



Kuva 4.9. Lämpöviennestä puuttuu palokatkot IV-konehuoneessa 0009.

5.0 LVI tekninen tarkastus

Rakennusta palvelee kolme erillistä ilmanvaihtokonetta, joiden palvelualueet ovat TK 24.1 vanha puoli, TK 24.2 uusi puoli ja TK 24.3 WC-tilat uudella puolella.

Ilmanvaihtokoneet ovat tulo/poistokoneita lämmöntalteenotolla varustettuina.

Muutamia tiloja palvelee omat erilliset huippuimurit.

Rakennus on liitetty kaukolämpöön viereisen sairaalan kautta.

Rakennuksessa on vesikiertoinen patterilämmitys.

5.1 Paikan päällä tehdyt havainnot

- Ilmanvaihtokonehuoneiden lattiakaivot olivat ilman vettä (Kuva 5.1).
- Ilmanvaihtokoneen sisälle pääsee lunta (Kuva 5.2).
- Tuloilmakoneen TP42.1 raitisilmakammion viemäroinnissä ei ole takaimusuojaa (Kuva 5.3).
- Tuloilmakoneen TP 42.2 raitisilmakammioista puuttuu viemärointi.
- Tuloilman heittokuviot ovat säätämättä, eikä ilmavirta huuhtelee koko huonetta (Kuva 5.4).
- Ilmanvaihtokoneen TK 24.1 raitisilmasäleikkö on liian lähellä maanpintaa D2 määräysten mukaan. Lisäksi raitisilmasäleikkö kerää helposti lunta ja roskaa tukkien säleikön (Kuva 5.5).
- Ilmanvaihtokoneen TK 24.2 raitisilmasäleikössä lehtiä ja muuta roskaa.
- Koulun ja Jorvin välisestä huoltotunnelista saattaa ilmavirta päästä kulkeutumaan ilmanvaihtokonehuoneen ja varaston kautta koulun käytäville siirtoilman avulla.

5.2 Ilmamäärämittaukset (litraa / s, + = tuloilma ja - = poistoilma)

Huonetila	Suunniteltu l/s	Mitattu l/s	Poikkeama suunnitellun ja mitatun välillä	Mitattujen tulo- ja poistoilmamäärien ero (+ylipaine - alipaine)
0007 Luokka	120	159	33 %	14 %
	-120	-137	14 %	
0015 Luokka	115	115	0 %	-8 %
	-115	-124	8 %	
1001 Luokka	120	79	-34 %	-33 %
	-120	-105	-13 %	
1009 Luokka	60	59	-2 %	-2 %
	-60	-60	0 %	
1021 Luokka	70	62	-11 %	-18 %
	-70	-73	4 %	
1033 Luokka	135	128	-5 %	-2 %
	-140	-130	-7 %	

Tilakohtaisesti hyväksyttävää poikkeamaa ilmajirroissa voidaan pitää ± 20 %.

Ilmamäärämittaukset otettiin sisäilma-olosuhdepalvelupyynnössä mainituista huoneista.

5.3 Salaojat ja sadevedet

Salaoja- ja sadevesijärjestelmiä ei tarkastettu lumitilanteen takia.

5.4 Toimenpide-ehdotukset

- Asennetaan lumisiepparisäleiköt, ettei lumi pääse ilmanvaihtokoneen sisälle.
- TK 24.1 raitisilman ottoaukko nostetaan siten, että säleikön alareuna on minimissään 2 metriä maanpinnasta.
- Puhdistetaan TK 24.2 raitisilmasäleikkö lehdistä.
- TK 24.1 raitisilmakammio varustetaan viemäroinnillä ja TK42.2 raitisilmakammion viemärointiin lisätään takaimusuojat.
- Varmistetaan että verkoston glykolisäiliö on täytetty.
- Ilmamäärät säädetään suunnitteluarvoihin. Ilmamäärien säädön yhteydessä mitataan paine-erot sisätilojen ja ulkoilman väliltä. Ilmamäärämittauksista laaditaan mittauspöytäkirja.
- Tuloilmalaitteiden heittokuviot säädetään siten, että ilmavirta huuhtelee koko tilan.

- Painesuhteet huonetilojen välillä säädetään siten, ettei varastoista tai teknisistä tiloista pääse epäpuhtauksia kulkeutumaan oleskeluvyöhykkeille.
- Ohjeistetaan henkilökuntaa, siivousta ja kiinteistöhoitoa täyttämään lattiakaivot säännöllisesti.
- Kattosadevesien syöksytorvet, rännikaivot ja vedenohjaus tarkistetaan lumien sulamisen jälkeen ja korjataan tarvittaessa.
- Salaojat, sadevesi ja jätevesi viemärijärjestelmät kuvataan ja huuhdellaan.

5.5 LVI-Tarkastuksen valokuvat tehdyistä havainnoista



Kuva 5.1. Ilmanvaihtokonehuoneen lattiakaivo on ilman vettä.



Kuva 5.2. Ilmanvaihtokoneen sisälle pääsee lunta.



Kuva 5.3. Ilmanvaihtokoneen TK42.1 viemäröinnistä puuttuu takaimusuoja.



Kuva 5.4. Tuloilman heittokuviot on osin säätämättä.



Kuva 5.5. Ilmanvaihtokoneen raitisilmasäleikkö on liian alhaalla ja se kerää lunta.

6.0 Rakennusautomaatio (RAU)

Rakennusautomaatio ohjaa kiinteistössä ilmanvaihtoa ja lämmitystä.

6.1 Ilmanvaihtokoneiden käyntiajat

IV-kone TK42.1/PK42.1 Vanhapuoli, käyntiaika on:
Käy aina 24h/7 Nopeaa.

IV-kone TK42.2/PK42.2 Uusi puoli, käyntiaika on:
Käy aina 24h/7 Nopeaa.

IV-kone TK42.3/PK42.3 Uusi puoli SOS-tilat, käyntiaika on:
Käy aina 24h/7 Nopeaa.

6.2 Paikan päällä tehdyt havainnot

- Rakennusautomaatio on hyvässä kunnossa ja huolletaan säännöllisesti (Kuva 6.1).
- Ilmanvaihtokoneet KÄY aina nopeaa (Kuva 6.2).
- Ilmanvaihtokoneiden taajuusmuuttajien EMC-suojauksissa on puutteita.
- Rakennusautomaatio liitetty HUS-kiinteistöön.

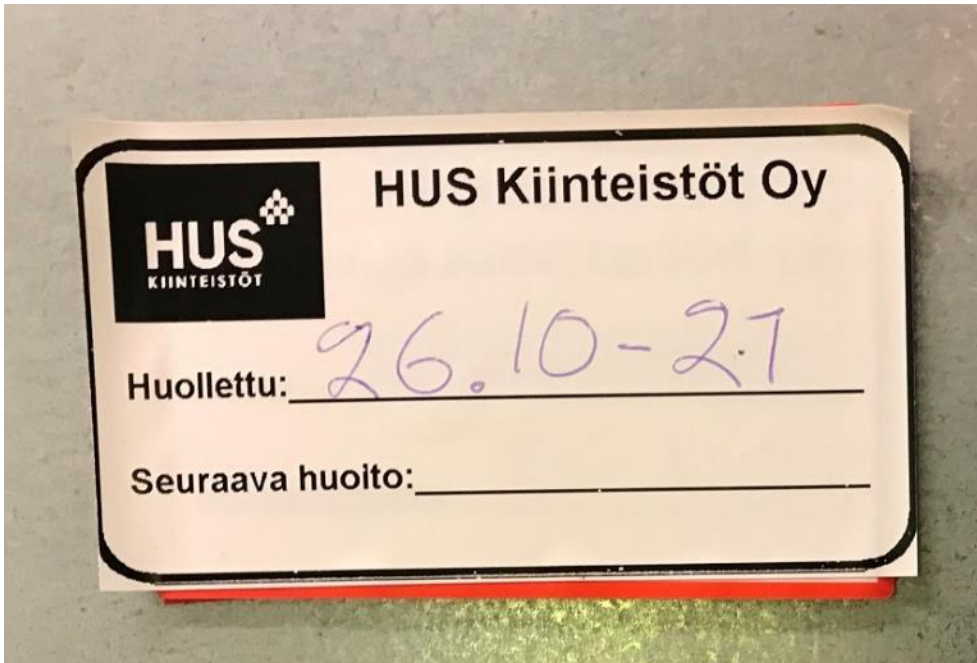
6.3 Tehdyt toimenpiteet

Tarkastettu rakennusautomaation toiminta.

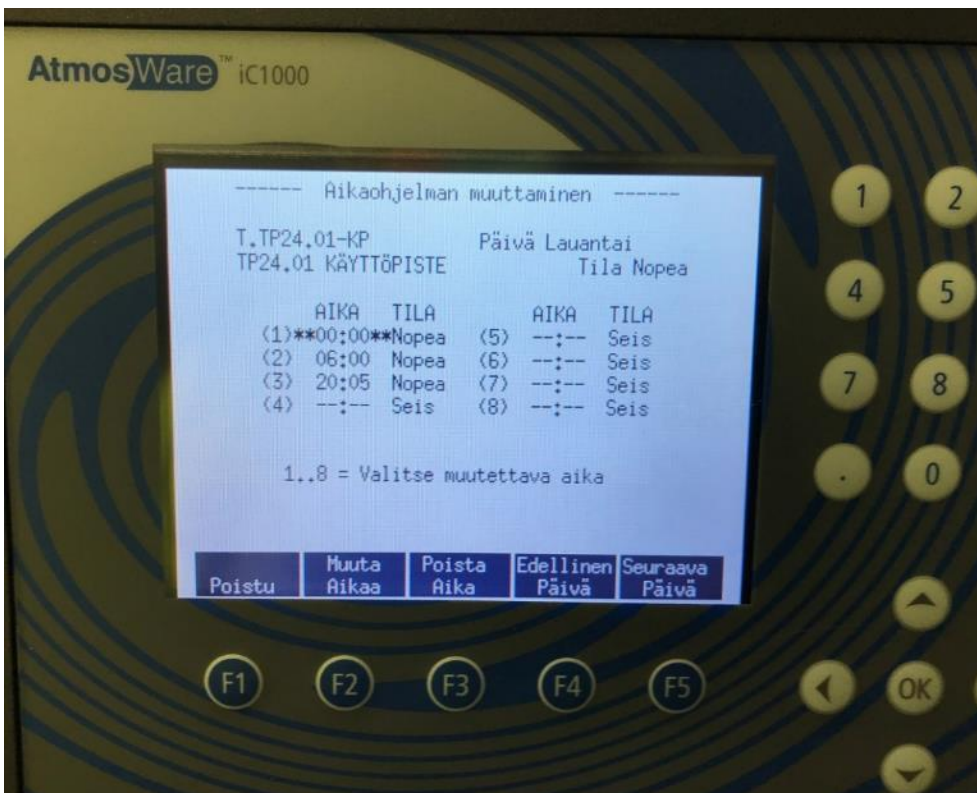
6.4 Toimenpide-ehdotukset

- Rakennusautomaation uusiminen lähitulevaisuudessa, koska valmistajan tuki ja varaosien saanti on rajoittunut.

6.5 Rakennusautomaation tarkastuksen valokuvat tehdyistä havainnoista



Kuva 6.1. Rakennusautomaatio huolletaan säännöllisesti.



Kuva 6.2. Ilmanvaihtokoneet KÄY aina nopeaa.

7.0 Olosuhdeseurannan tulokset

Mittauslaitteiden sijoitukset ovat liitteissä 1 ja 2 sivuilla 18 – 19 sekä sisäilman laadun seurantamittausten tulokset selityksineen ovat liitteissä 3 sivuilla 20 – 34.

7.1 Hiilidioksidin (CO₂) seurantamittaukset

Asumisterveysasetuksen 2015 mukaan hiilidioksidipitoisuuden (CO₂) toimenpideraja ylittyy, kun sisäilman pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus (noin 400 ppm), joten sisäilman toimenpideraja ylittyy sisäilman pitoisuuksilla yli 1550 ppm.

7.2 Lämpötilan seurantamittaukset

Asumisterveysasetuksen 2015 mukaan suositeltava lämpötila on 20 – 26°C lämmityskaudella ja lämmityskauden ulkopuolella 20 – 32°C.

7.3 Suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

Talviaikaan pidetään sisäilman suhteellisen kosteuden sopivana arvona 20 – 40%. Kuiva sisäilma voi aiheuttaa hengitysteiden limakalvojen, silmien sidekalvojen ja ihon kuivumista sekä ärsytysoireita.

8.0 Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

8.1 Rakennetekniikka

- Vesikatto on puhdistettava säännöllisesti.
- Vesikaton otsalaudat on huoltomaalattava.
- Sadevesisyöksen pituutta on lisättävä.
- Seinän halkeama on korjattava Luokassa 1001.
- Kipsilevyjen saumanauha on kiinnitettävä Luokassa 1001.
- Katon ja seinän auennut liittymä on korjattava Luokassa 1001.
- Lattian halkeama on korjattava Teknisessä tilassa 0019.
- Läpivienteihin on tehtävä palokatkot IV-konehuoneessa 0009.

8.2 LVI-tekniikka

- Asennetaan lumisiepparisäleiköt, ettei lumi pääse ilmanvaihtokoneen sisälle.
- TK 24.1 raitisilman ottoaukko nostetaan siten, että säleikön alareuna on minimissään 2 metriä maanpinnasta.
- Puhdistetaan TK 24.2 raitisilmasäleikkö lehdistä.
- TK 24.1 raitisilmakammio varustetaan viemäröinnillä ja TK42.2 raitisilmakammion viemäröintiin lisätään takaimusuojat.
- Varmistetaan että verkoston glykolisäiliö on täytetty.
- Ilmamäärät säädetään suunnitteluarvoihin. Ilmamäärien säädön yhteydessä mitataan paine-erot sisätilojen ja ulkoilman väliltä. Ilmamäärämittauksista laaditaan mittauspöytäkirja.
- Tuloilmalaitteiden heittokuviot säädetään siten, että ilmavirta huuhtelee koko tilan.
- Painesuhteet huonetilojen välillä säädetään siten, ettei varastoista tai teknisistä tiloista pääse epäpuhtauksia kulkeutumaan oleskeluvyöhykkeille.
- Ohjeistetaan henkilökuntaa, siivousta ja kiinteistöhoitoa täyttämään lattiakaivot säännöllisesti.
- Kattosadevesien syöksytorvet, rännikaivot ja vedenohjaus tarkistetaan lumien sulamisen jälkeen ja korjataan tarvittaessa.
- Salaojat, sadevesi ja jätevesi viemärijärjestelmät kuvataan ja huuhdellaan.

8.3 Rakennusautomaatio

- Rakennusautomaation uusiminen lähitulevaisuudessa, koska valmistajan tuki ja varaosien saanti on rajoittunut.

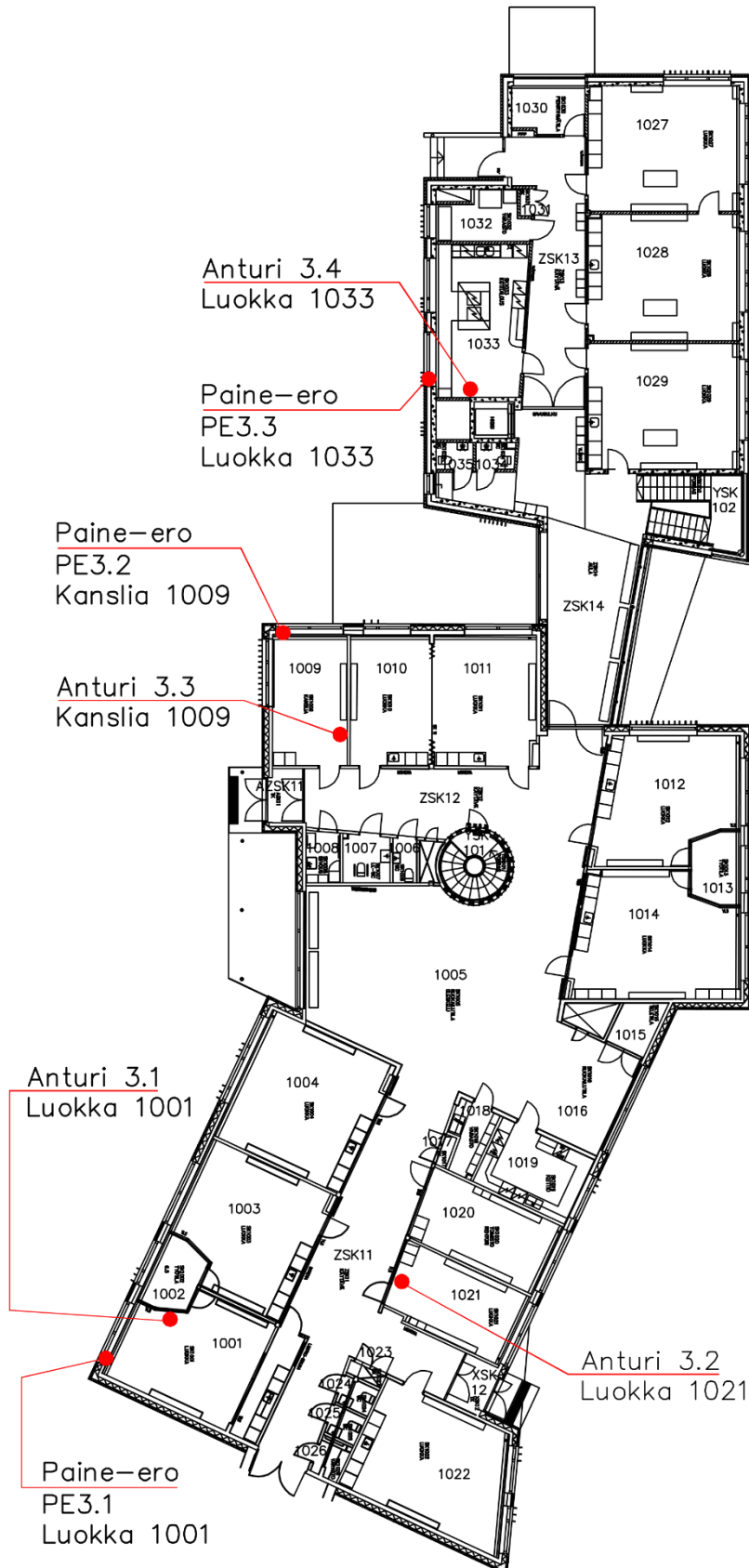
Espoo 22.4.2022

Jari Leporanta / Rakennustekniikka, FISE kosteusvaurion kuntotutkija
Ilkka Kaukua / LVI-tekniikka
Pekka Konttinen / Talotekniikka
Tommy Nenonen / LVI- ja Talotekniikka
Ari Pekonen / Automaatio

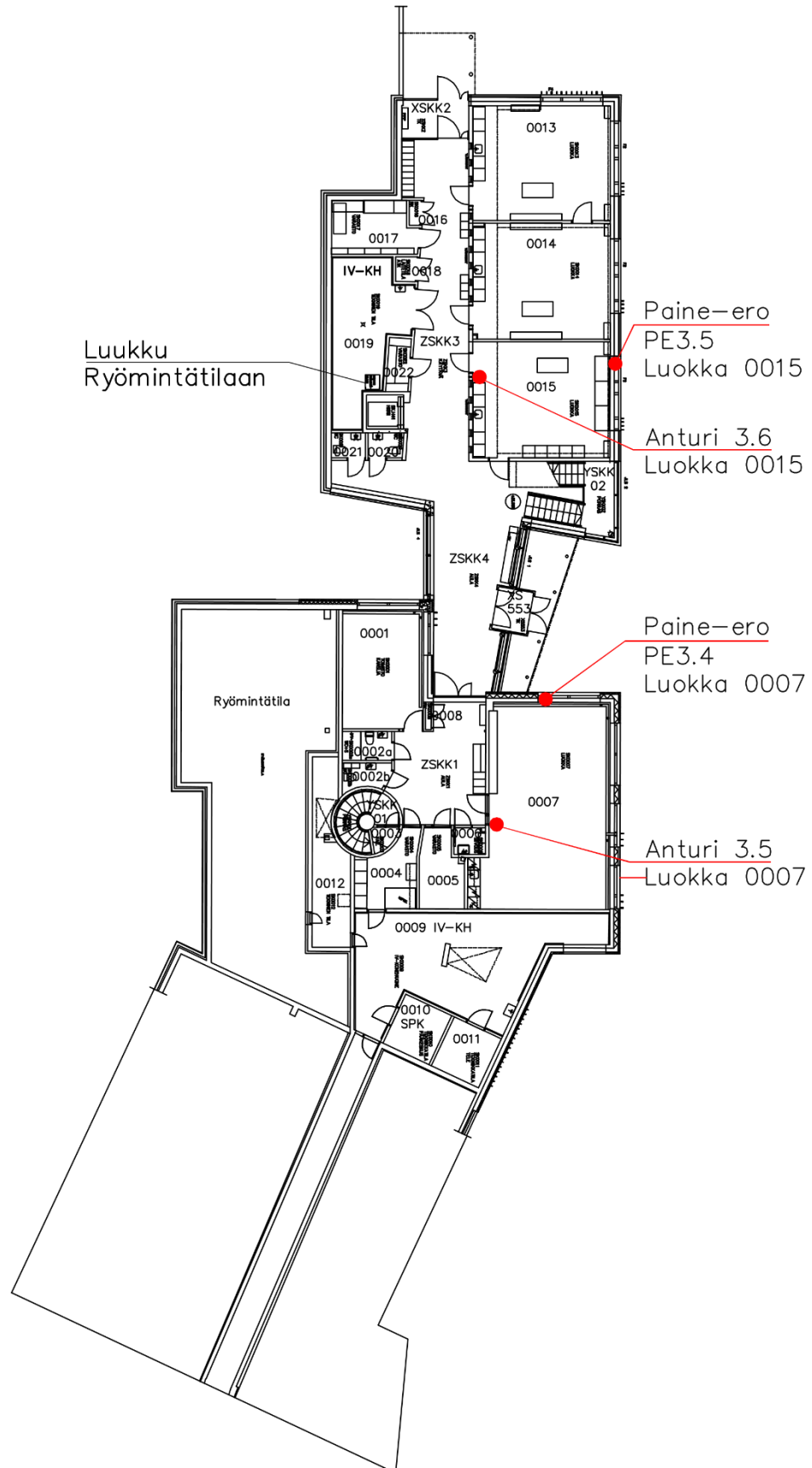
Liitteet

Liite 1 / Sisäilman laadun mittauslaitteiden sijoitus 1.kerros
Liite 2 / Sisäilman laadun mittauslaitteiden sijoitus Pohjakerros
Liitteet 3 / Sisäilman laadun mittaustulokset

Liite 1 / SISÄILMAN LAADUN MITTAUSLAITTEIDEN SIJOITUS 1.KERROS



Liite 2 / SISÄILMAN LAADUN MITTAUSLAITTEIDEN SIJOITUS POHJAKERROS



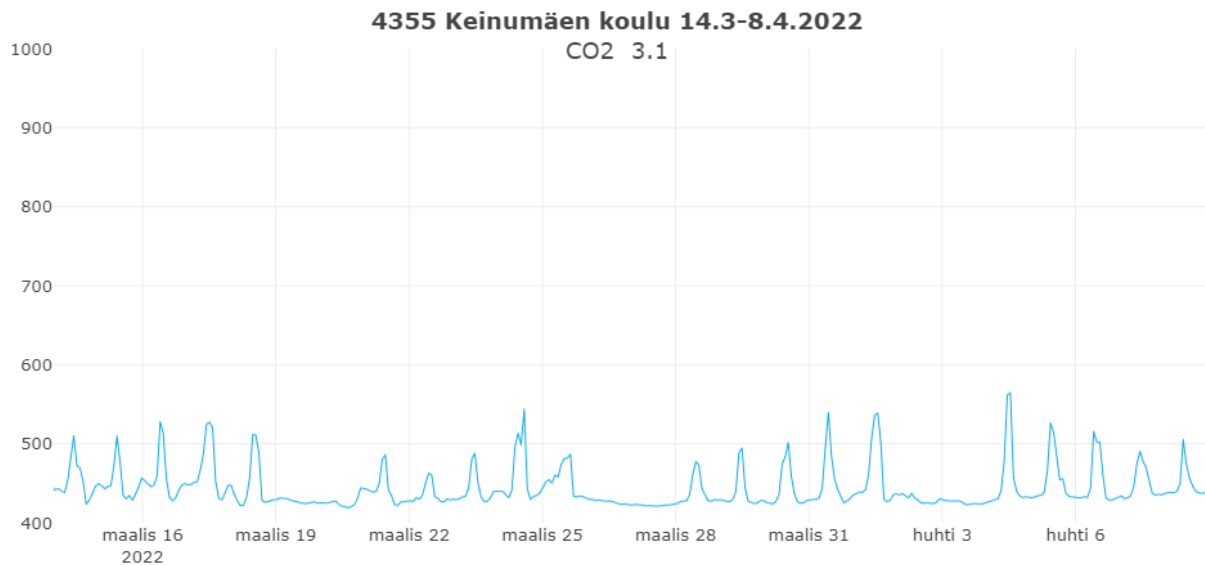
Liitteet 3 / SISÄILMAN LAADUN SEURANTAMITTAUSTEN TULOKSET

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)

Kohde: Keinumäen koulu, 1.kerros Luokka 1001 (Anturi 3.1)

Mittausaika: 14.3 – 8.4.2022

CO₂ (=hiilidioksidipitoisuus)

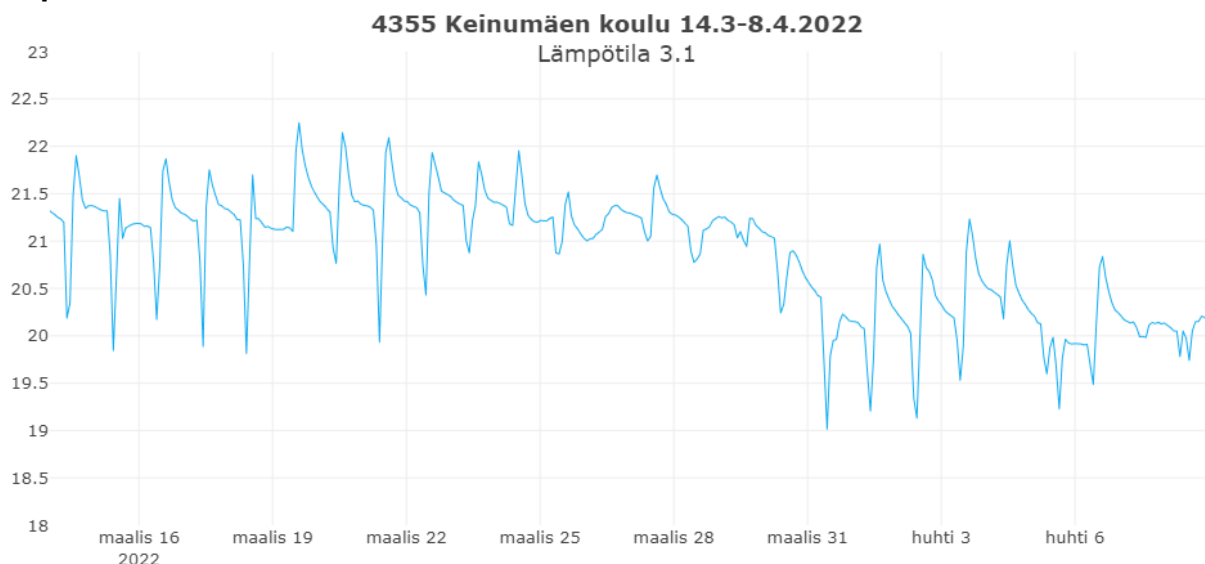


Aika-akselilla la – su oli 19–20.3, 26–27.3 ja 2–3.4.2022.

CO₂-pitoisuudet nousivat päivisin käytön aikana maksimissaan noin 550 ppm tasolle.

Käytön ulkopuolella CO₂-pitoisuudet olivat pääsääntöisesti ulkoilmaa vastaavalla tasolla noin 400 ppm.

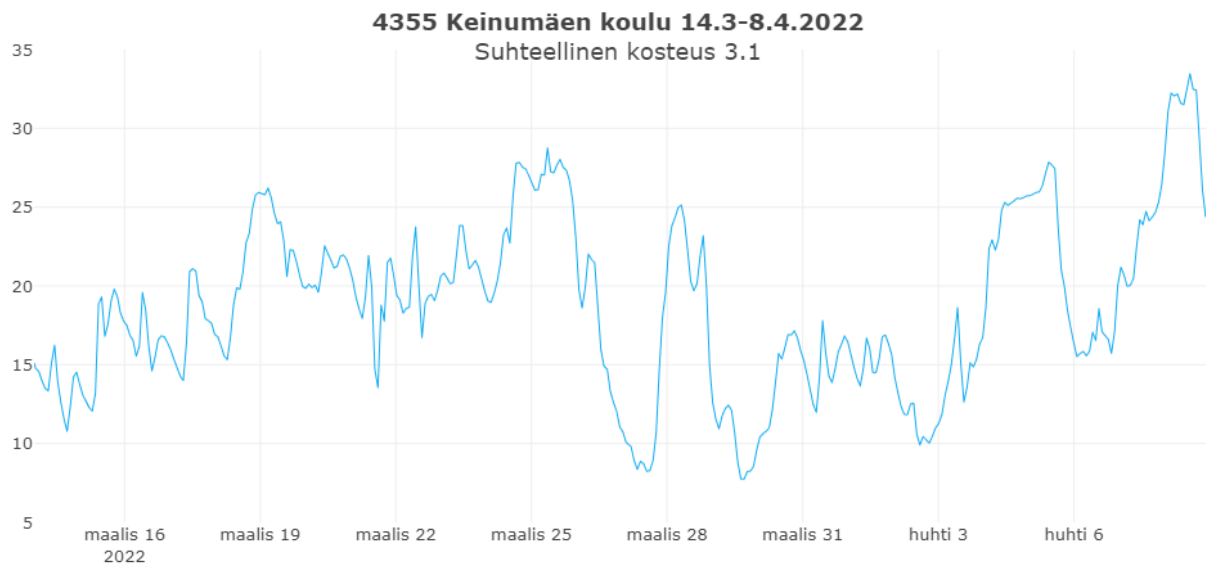
Lämpötila



Lämpötila vaihteli noin 19 – 22 °C:een välillä.

Lämpötilat olivat alimmillaan aamupäivällä ja huiput ajoittuivat iltapäivään.

Suhteellinen kosteus



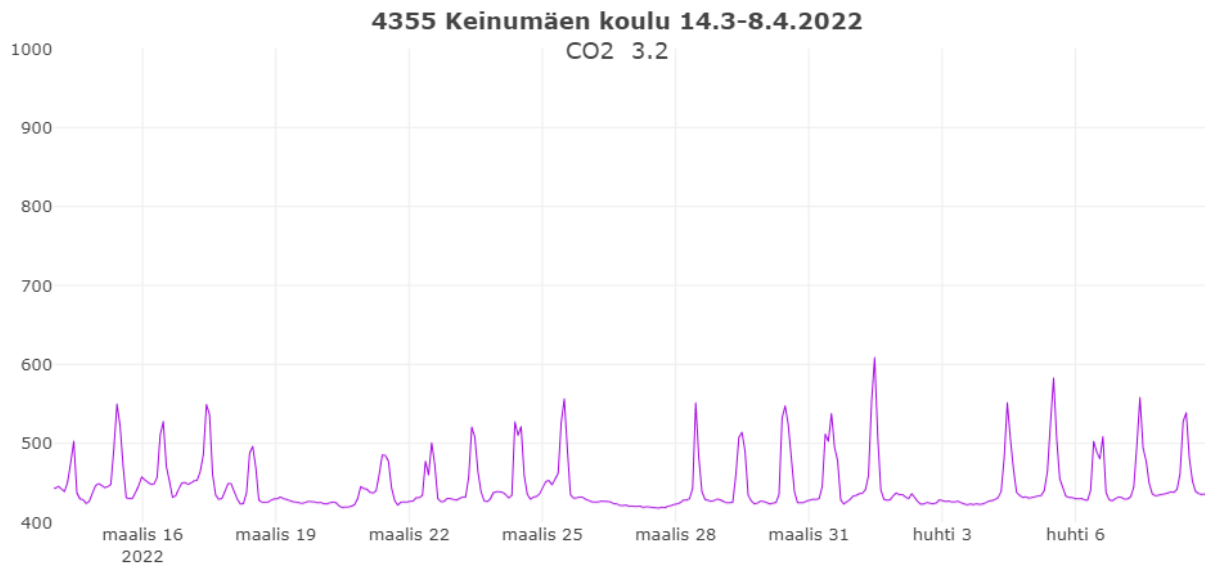
Suhteellinen kosteus vaihteli noin 10 – 30 RH% välillä.

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)

Kohde: Keinumäen koulu, 1.kerros Luokka 1021 (Anturi 3.2)

Mittausaika: 14.3 – 8.4.2022

CO2 (=hiilidioksidipitoisuus)

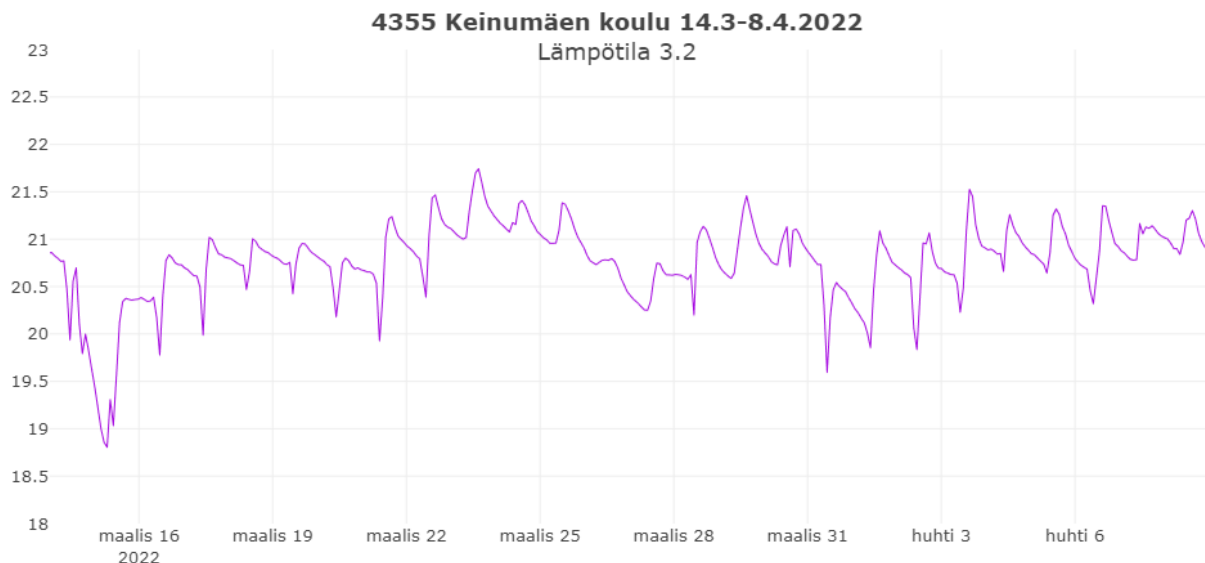


Aika-akselilla la – su oli 19–20.3, 26–27.3 ja 2–3.4.2022.

CO2-pitoisuudet nousivat päivisin käytön aikana maksimissaan noin 600 ppm tasolle.

Käytön ulkopuolella CO2-pitoisuudet olivat pääsääntöisesti ulkoilmaa vastaavalla tasolla noin 400 ppm.

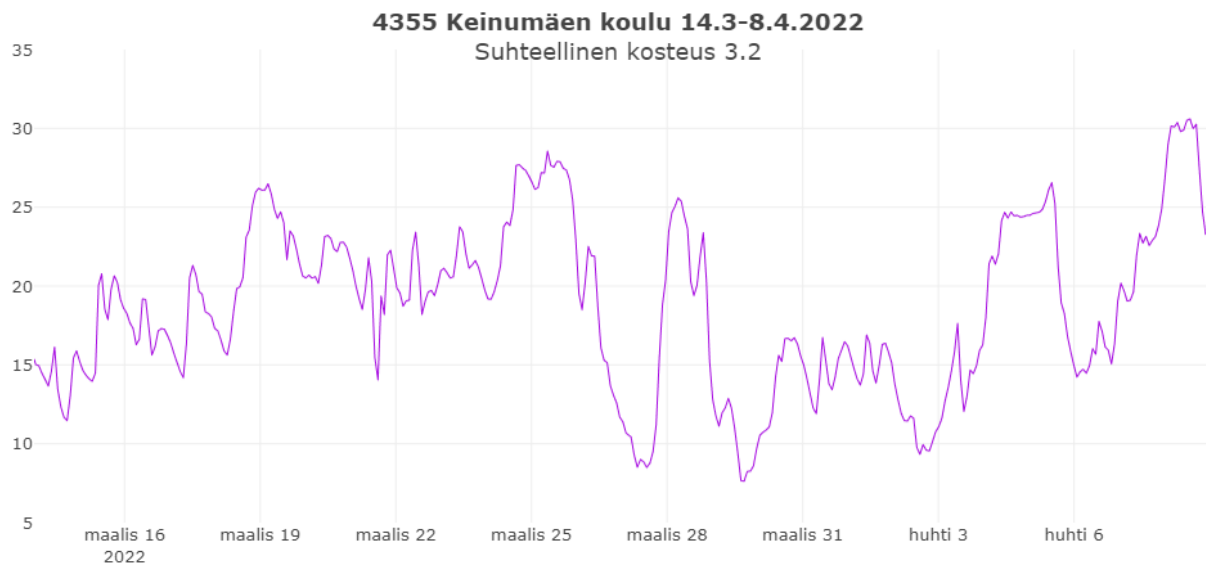
Lämpötila



Lämpötila vaihteli pääsääntöisesti noin 20 – 21.5°C:een välillä.

Lämpötilat olivat alimmillaan aamupäivällä ja huiput ajoittuivat pääsääntöisesti iltapäivään.

Suhteellinen kosteus



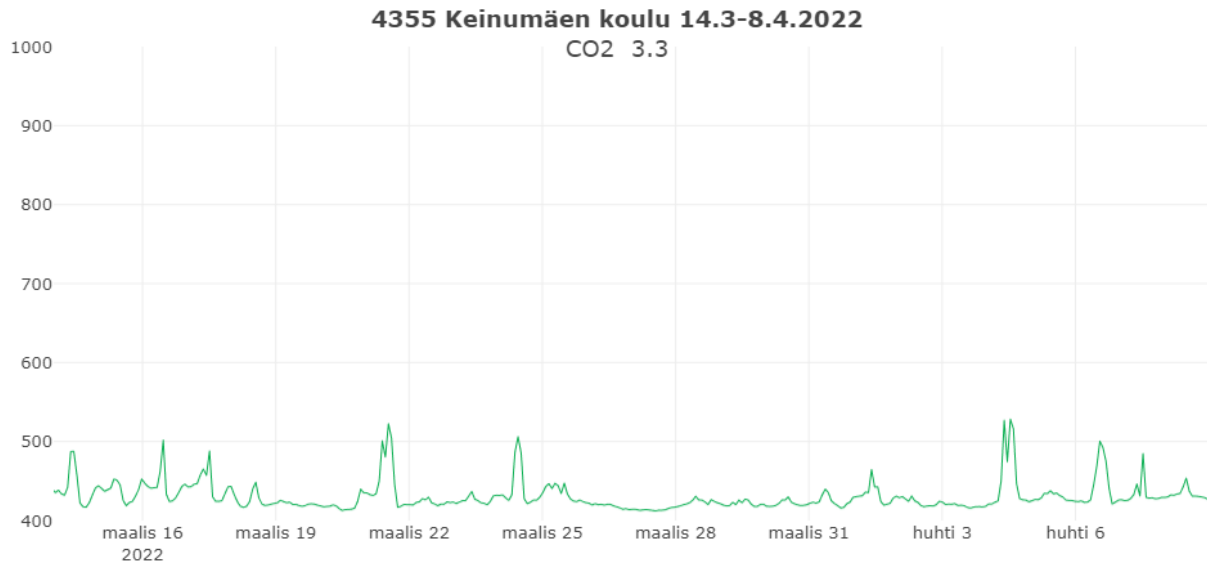
Suhteellinen kosteus vaihteli noin 10 – 30 RH% välillä.

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)

Kohde: Keinumäen koulu, 1.kerros Kanslia 1009 (Anturi 3.3)

Mittausaika: 14.3 – 8.4.2022

CO2 (=hiilidioksidipitoisuus)

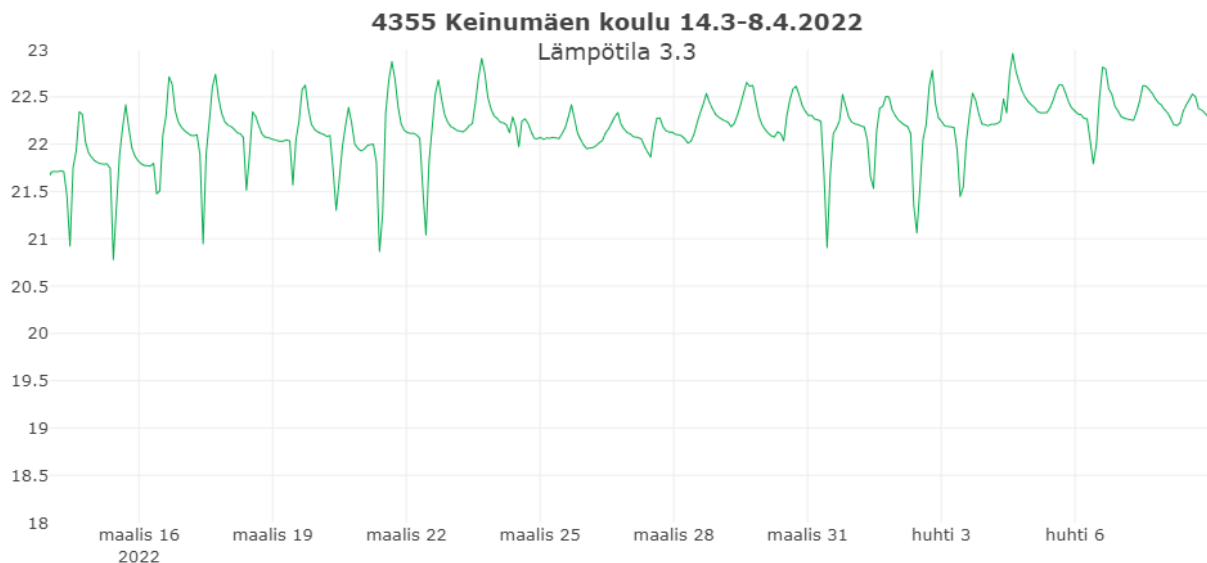


Aika-akselilla la – su oli 19–20.3, 26–27.3 ja 2–3.4.2022.

CO2-pitoisuudet nousivat päivisin käytön aikana maksimissaan noin 500 ppm tasolle.

Käytön ulkopuolella CO2-pitoisuudet olivat pääsääntöisesti ulkoilmaa vastaavalla tasolla noin 400 ppm.

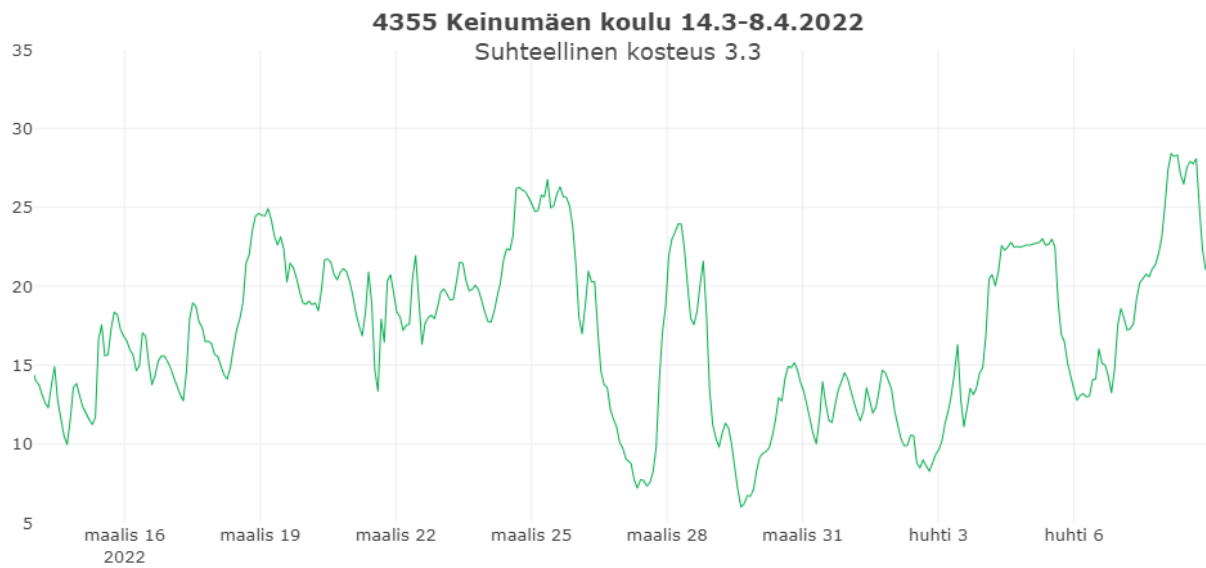
Lämpötila



Lämpötila vaihteli noin 21 – 23°C:een välillä.

Lämpötilat olivat alimmillaan aamupäivällä ja huiput ajoittuivat pääsääntöisesti iltapäivään.

Suhteellinen kosteus



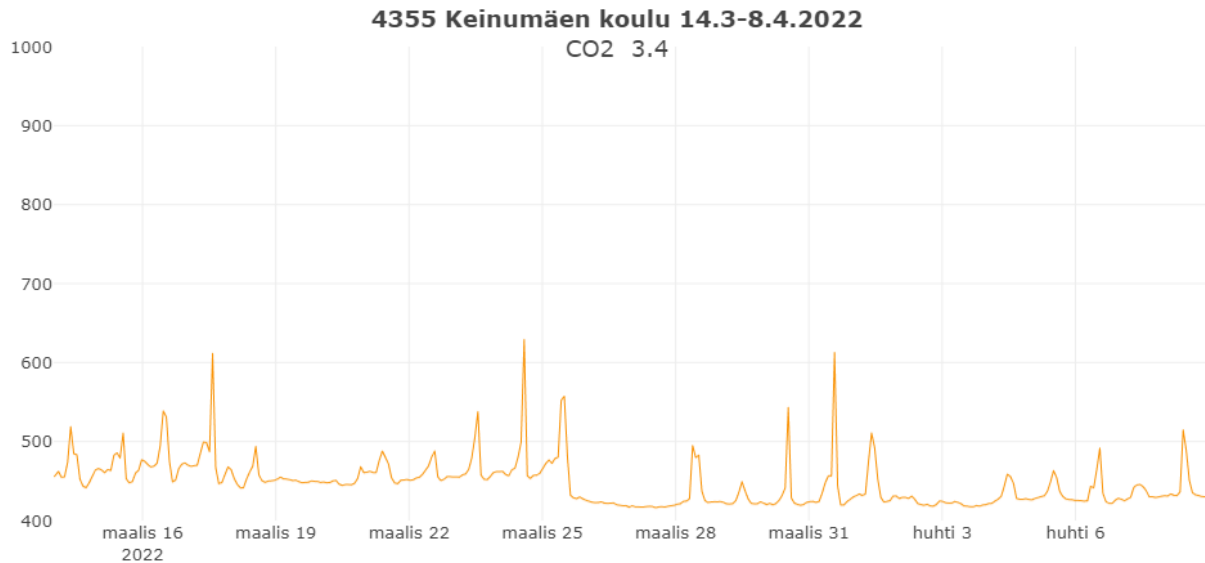
Suhteellinen kosteus vaihteli noin 5 – 30 RH% välillä.

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)

Kohde: Keinumäen koulu, 1.kerros Luokka 1033 (Anturi 3.4)

Mittausaika: 14.3 – 8.4.2022

CO2 (=hiilidioksidipitoisuus)



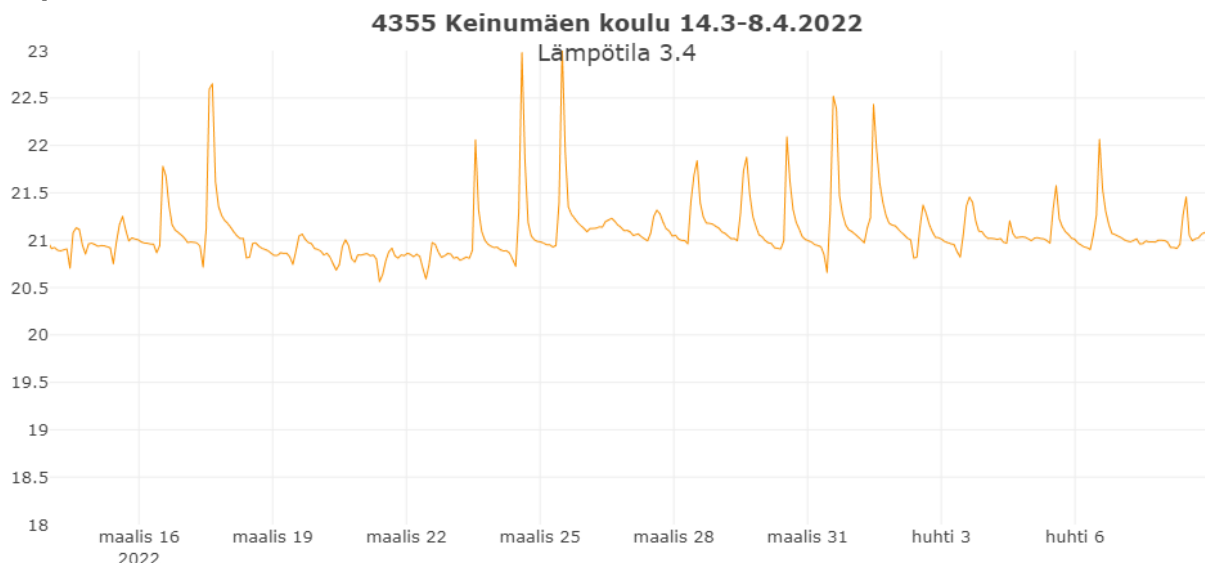
Aika-akselilla la – su oli 19–20.3, 26–27.3 ja 2–3.4.2022.

CO2-pitoisuudet nousivat päivisin käytön aikana maksimissaan noin 600 ppm tasolle.

Käytön ulkopuolella CO2-pitoisuudet olivat pääsääntöisesti ulkoilmaa vastaavalla tasolla noin 400 ppm.

14–25.3.2022 välillä pohjatason ryömimisen syytä noin 450 ppm-tasolle ei tiedetä.

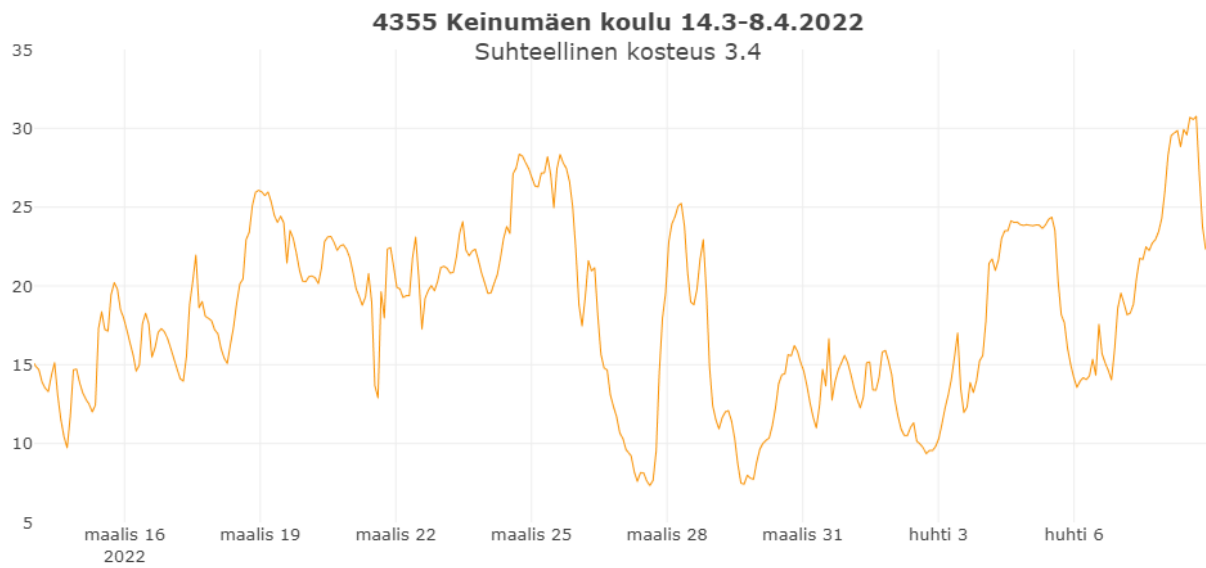
Lämpötila



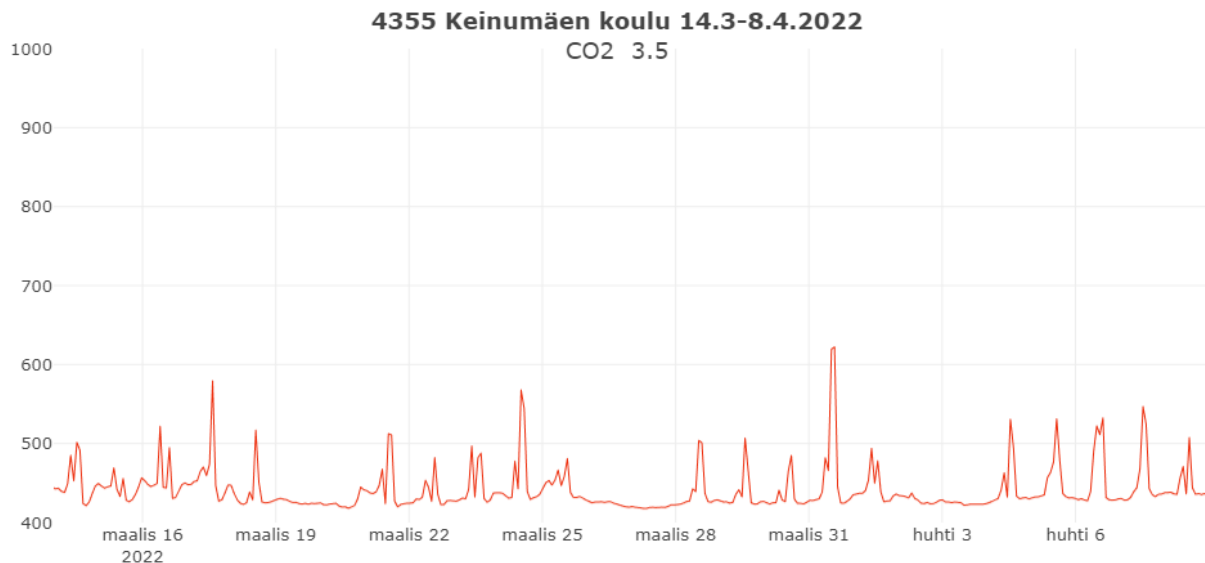
Lämpötila vaihteli noin 21 – 23 °C:een välillä.

Lämpötilojen huiput ajoittuivat pääsääntöisesti iltaääivään.

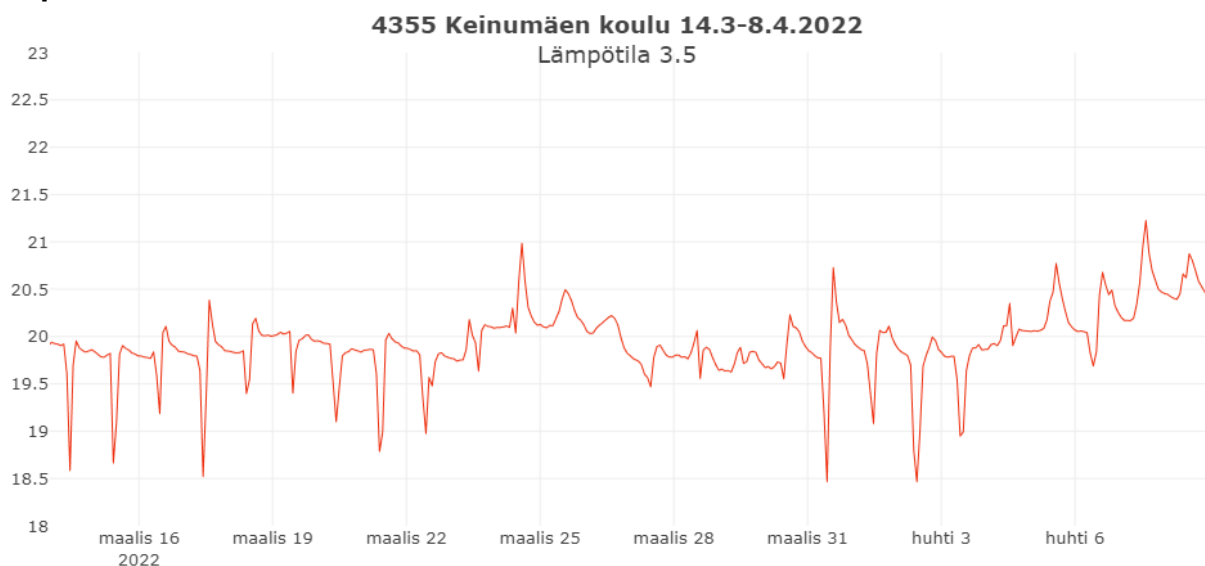
Suhteellinen kosteus



Suhteellinen kosteus vaihteli noin 10 – 30 RH% välillä.

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)**Kohde:** Keinumäen koulu, Pohjakerros Luokka 0007 (Anturi 3.5)**Mittausaika:** 14.3 – 8.4.2022**CO₂** (=hiilidioksidipitoisuus)

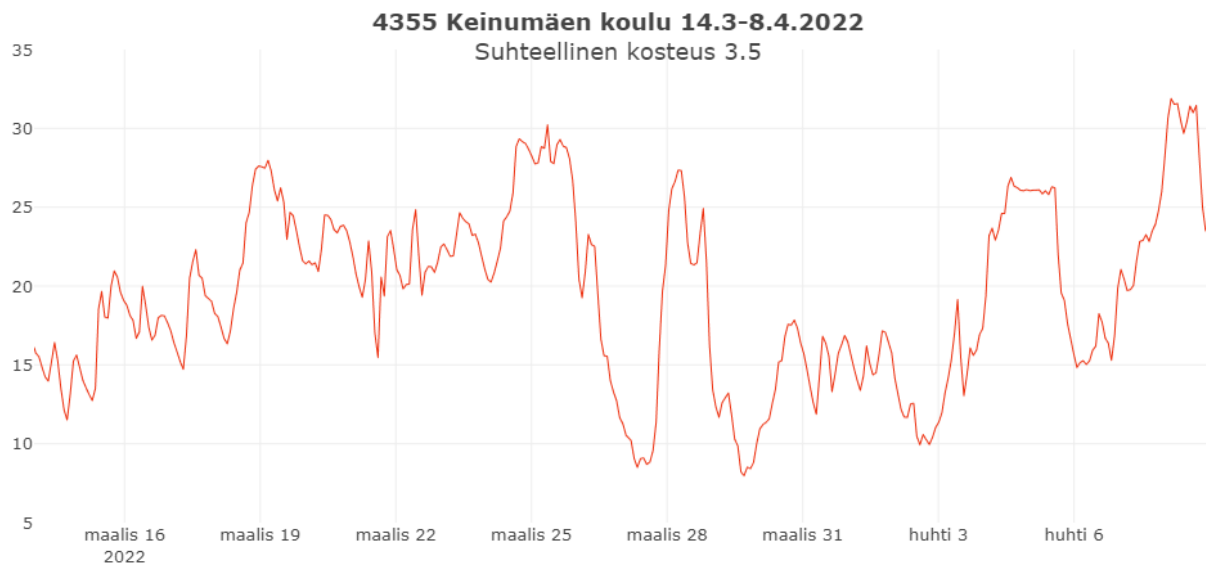
Aika-akselilla la – su oli 19–20.3, 26–27.3 ja 2–3.4.2022.

CO₂-pitoisuudet nousivat päivisin käytön aikana maksimissaan noin 600 ppm tasolle.Käytön ulkopuolella CO₂-pitoisuudet olivat pääsääntöisesti ulkoilmaa vastaavalla tasolla noin 400 ppm.**Lämpötila**

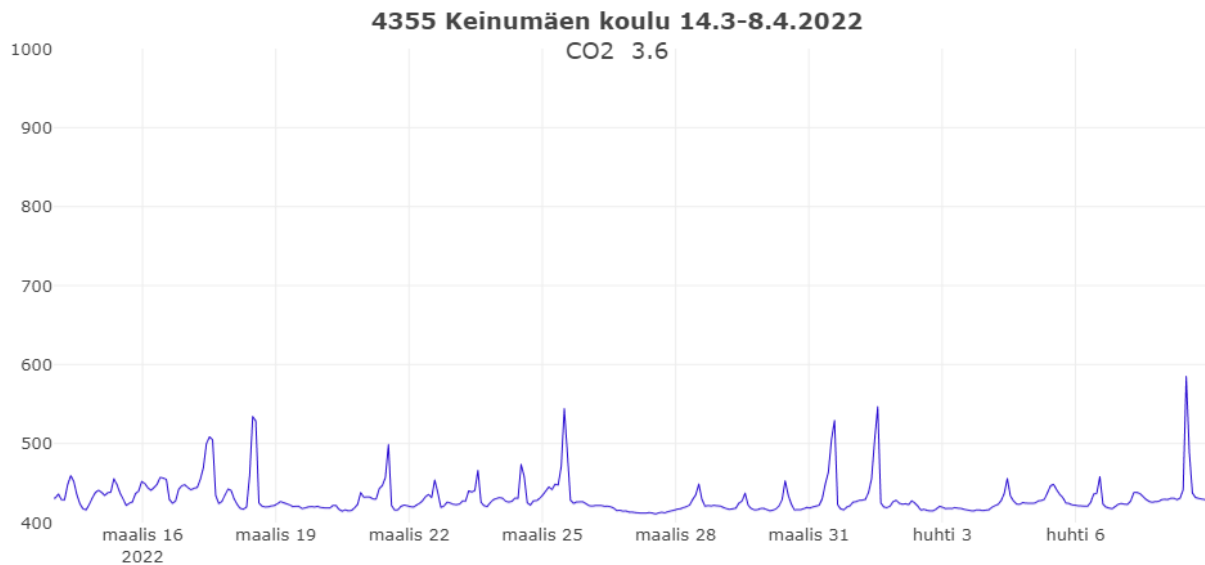
Lämpötila vaihteli noin 18.5 – 21 °C:een välillä.

Lämpötilat olivat alimmillaan aamupäivällä ja huiput ajoittuivat pääsääntöisesti iltapäivään.

Suhteellinen kosteus



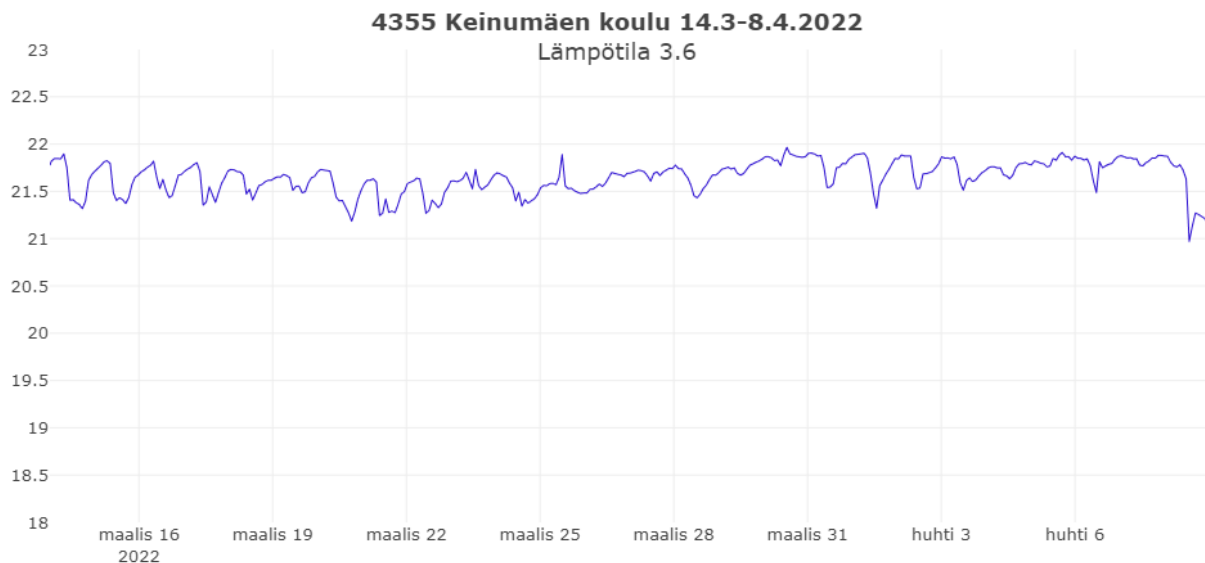
Suhteellinen kosteus vaihteli noin 10 – 30 RH% välillä.

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)**Kohde:** Keinumäen koulu, Pohjakerros Luokka 0015 (Anturi 3.6)**Mittausaika:** 14.3 – 8.4.2022**CO₂** (=hiilidioksidipitoisuus)

Aika-akselilla la – su oli 19–20.3, 26–27.3 ja 2–3.4.2022.

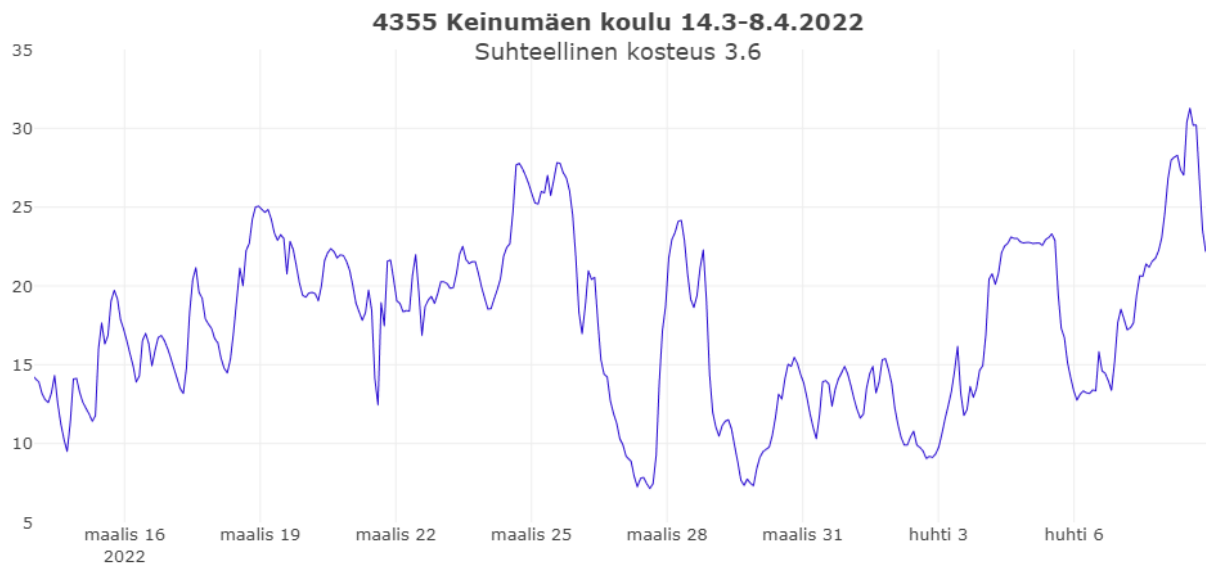
CO₂-pitoisuudet nousivat päivisin käytön aikana maksimissaan noin 550 ppm tasolle.

Käytön ulkopuolella CO₂-pitoisuudet olivat pääsääntöisesti ulkoilmaa vastaavalla tasolla noin 400 ppm.

Lämpötila

Lämpötila pysyi suhteellisen tasaisena ja vaihteli noin 21.5 – 22°C:een välillä.

Suhteellinen kosteus



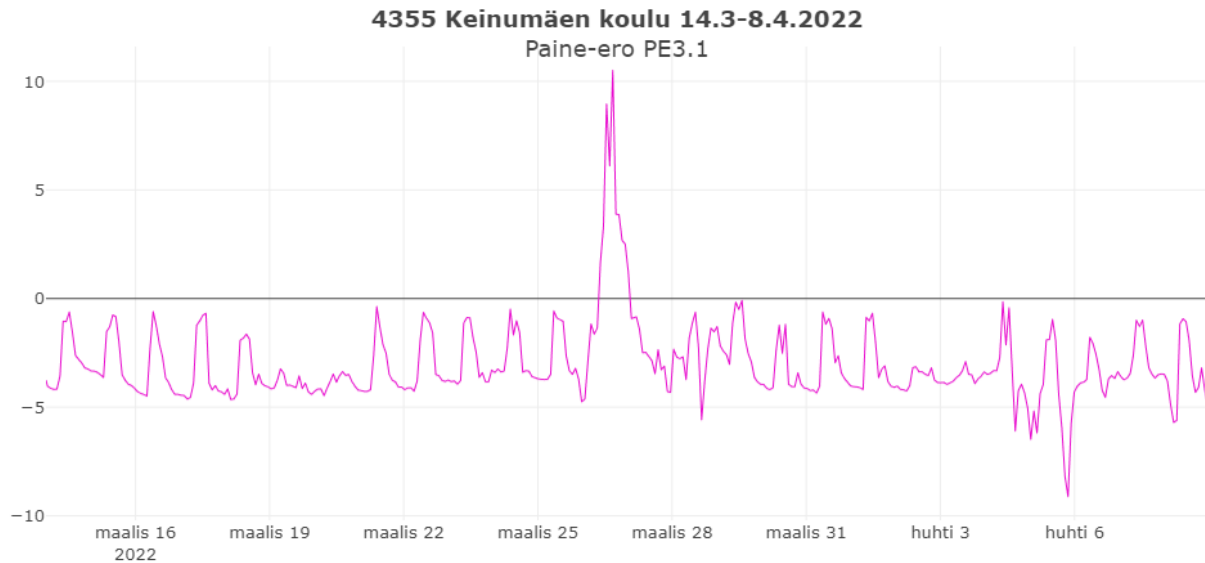
Suhteellinen kosteus vaihteli noin 10 – 30 RH% välillä.

ILMANLAATURAPORTTI (Miran DLS)

Kohde: Keinumäen koulu

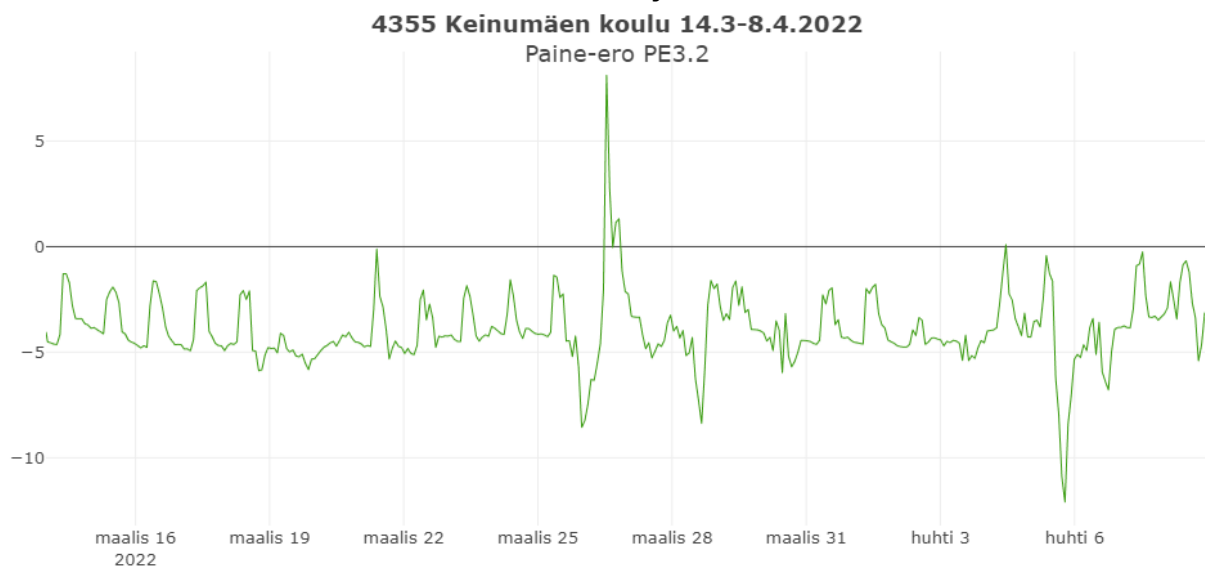
Mittausaika: 14.3 – 8.4.2022

Paine-ero PE3.1 / 1.kerroksen Luokan 1001 ja ulkoilman välillä



Luokan paine-ero oli päivisin toiminnan aikaan noin – 1 Pa tasolla ja öisin sekä viikonloppuisin noin – 4 Pa tasolla alipaineinen ulkoilmaan nähden. 26.3 ja 5.4.2022 käyrässä näkyvien yli- ja alipainepeikin syy on kova tuuli.

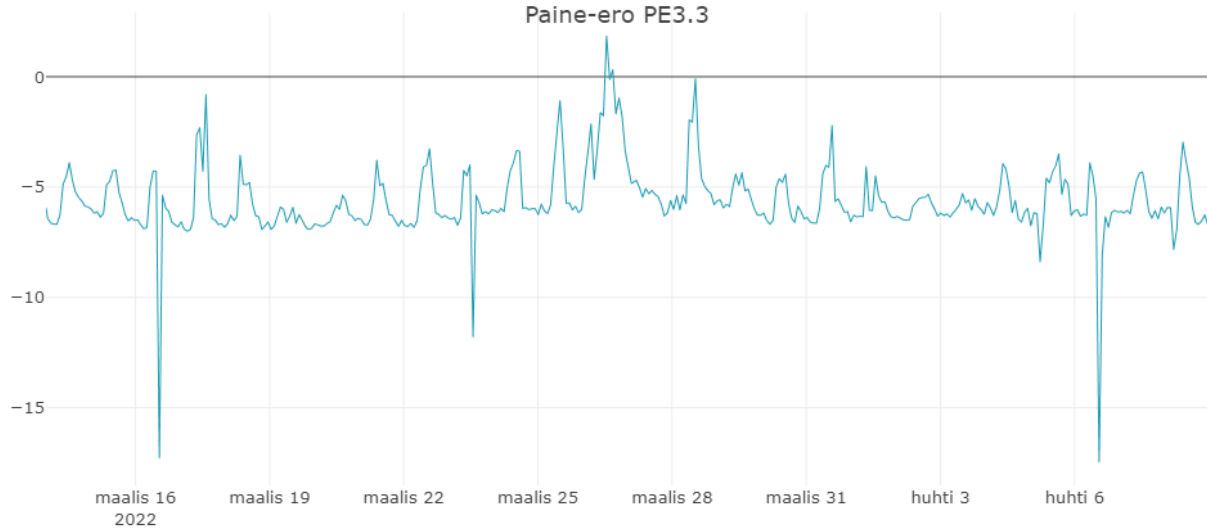
Paine-ero PE3.2 / 1.kerroksen Kanslian 1009 ja ulkoilman välillä



Kanslian paine-ero oli päivisin toiminnan aikaan noin – 2 Pa tasolla ja öisin sekä viikonloppuisin noin – 5 Pa tasolla alipaineinen ulkoilmaan nähden. 26.3 ja 5.4.2022 käyrässä näkyvien yli- ja alipainepeikin syy on kova tuuli.

Paine-ero PE3.3 / 1.kerroksen Kotitalousluokan 1033 ja ulkoilman välillä

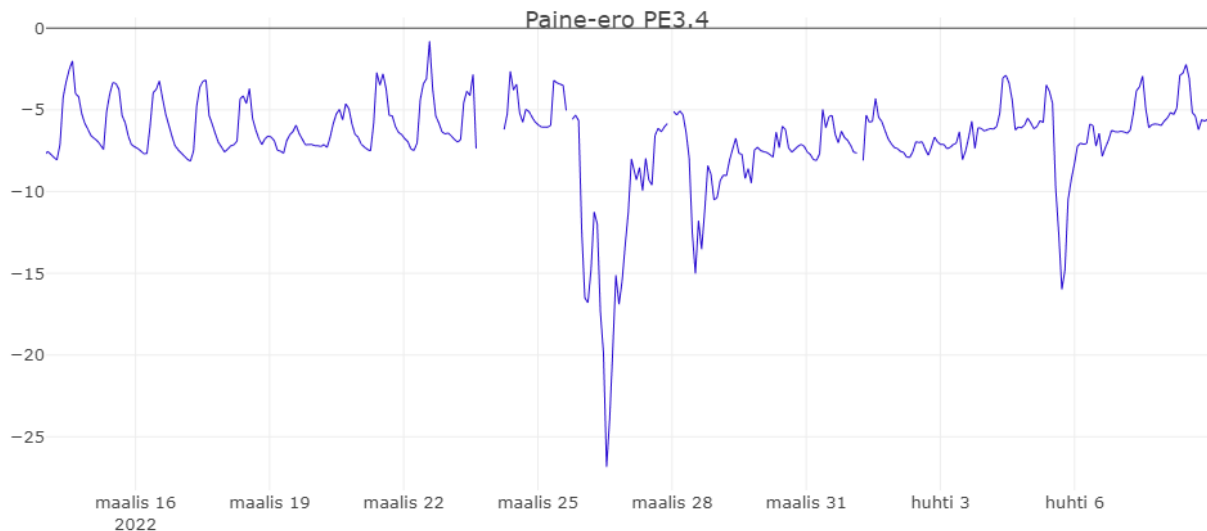
4355 Keinumäen koulu 14.3-8.4.2022



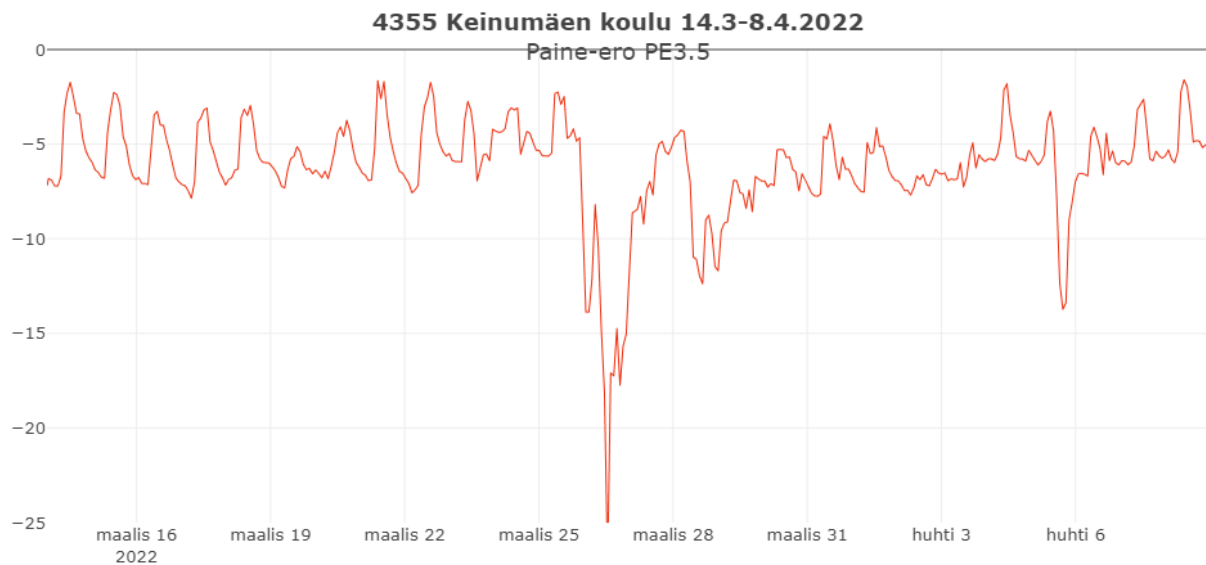
Luokan paine-ero oli päivisin toiminnan aikaan noin – 4 Pa tasolla ja öisin sekä viikonloppuisin noin – 6 Pa tasolla alipaineinen ulkoilmaan nähden. Käyrässä näkyvien poikkeavien käyttäytymisten syynä on osittain tuuli ja kotitalousluokan huuvin käyttö.

Paine-ero PE3.4 / Pohjakerroksen Luokan 0007 ja ulkoilman välillä

4355 Keinumäen koulu 14.3-8.4.2022



Luokan paine-ero oli päivisin toiminnan aikaan noin – 3 Pa tasolla ja öisin sekä viikonloppuisin noin – 7 Pa tasolla alipaineinen ulkoilmaan nähden. 26.3 ja 5.4.2022 käyrässä näkyvien alipainepiikin syy on kova tuuli.

Paine-ero PE3.5 / Pohjakerroksen Luokan 0015 ja ulkoilman välillä

Luokan paine-ero oli päivisin toiminnan aikaan noin – 3 Pa tasolla ja öisin sekä viikonloppuisin noin – 7 Pa tasolla alipaineinen ulkoilmaan nähden. 26.3 ja 5.4.2022 käyrässä näkyvien alipainepeikin syy on kova tuuli.