

3.5.2023

**Yhteyshenkilö:**

Peetu Kumpuniemi

**Puhelin:**

+358 444 688 029

**Sähköposti:**

peetu.kumpuniemi@afry.com

**Projektiviite:**

BP1250 /02

# MUISTIO

## PÄÄKOULUN 3. KERROKSEN SEKÄ KIVIKOULUN PSYKOLOGIN HUONEEN RAJATTU ILMANVAIHTOSELVITYS

ARVO YLPÖN KOULU

3.5.2023

3.5.2023

## 1 Yleistiedot

### 1.1 Kohde, tilaaja ja tutkimuksen tekijä

Kohde	Arvo Ylpön koulu Sontulantie 6 37800 Akaa
Tilaaja	Akaan kaupunki Valtatie 11 37800 Akaa Jyrki Korhonen, <a href="mailto:jyrki.korhonen@akaa.fi">jyrki.korhonen@akaa.fi</a>
Tekijä	AFRY Buildings Finland Oy Tampellan Esplanadi 2 33100 Tampere  Peetu Kumpuniemi, <a href="mailto:peetu.kumpuniemi@afry.com">peetu.kumpuniemi@afry.com</a> Jussi Salmi, <a href="mailto:jussi.salmi@afry.com">jussi.salmi@afry.com</a>
Ajankohta	14.4. – 2.5.2023

### 1.2 Tehtävä ja tavoite

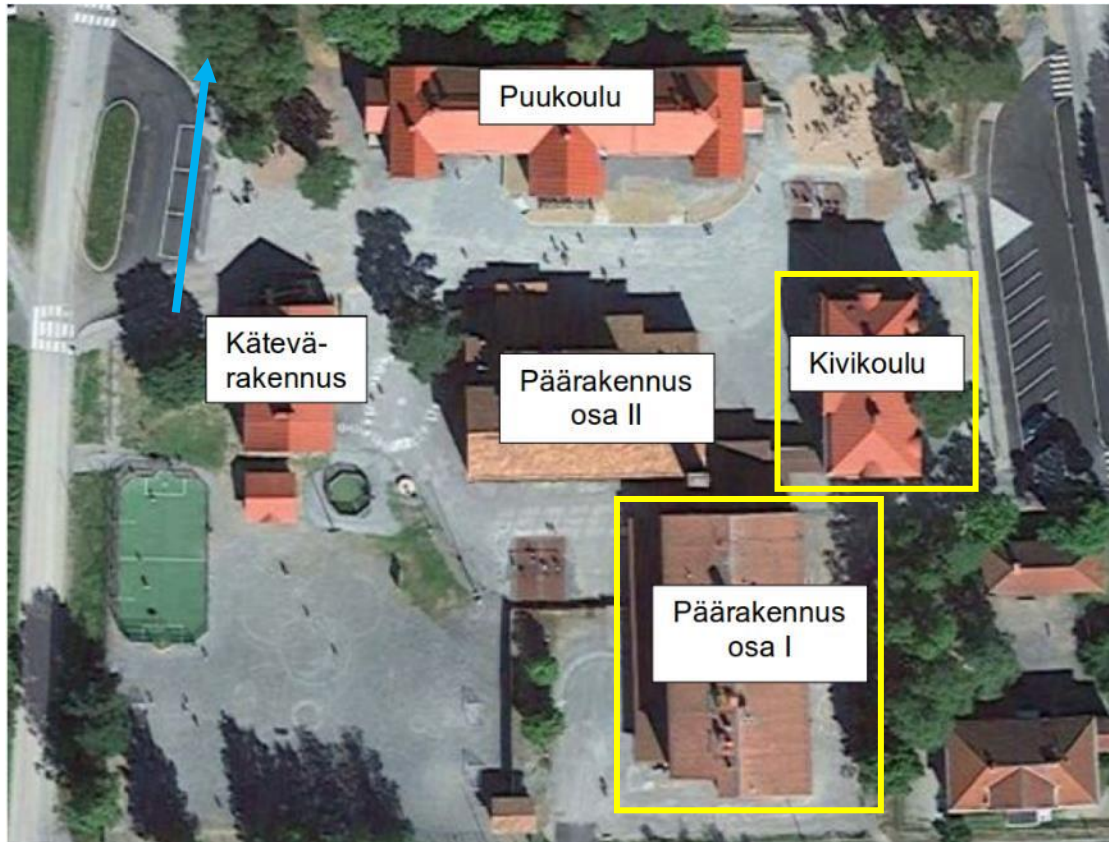
Kolmannen kerroksen opetustilojen tuloilmanpäätelaitteet on uusittu vuoden 2022 loppupuolella suutinkanavista suutinhajottajiin. Selvityksen tavoitteena oli selvittää ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa pääkoulun 3. kerroksen opetustiloissa ja kivikoulun koulupsykologin huoneessa, sekä selvittää 3. kerroksen käytävän ilmanvaihdon toteutustapa. Ilmanvaihtoselvitysten lisäksi kivikoulun koulupsykologin huoneessa oli tehtävänä suorittaa pintakosteuskartoitus.

Ilmanvaihdon toimintaa selvitettiin tilakohtaisilla ilmamäärämittauksilla, sekä sisä- ja ulkoilman välisin paine-eron ja sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksilla. Lisäksi suoritettiin aistinvaraisia ja merkkisavun avulla tehtyjä tarkasteluita tilakohtaisen ilmajaon toiminnasta.

## 2 Kohteen kuvaus ja lähtötiedot

Tutkimuksen kohteena oli Arvo Ylpön koulukiinteistöön kuuluvan pääkoulun (Päärakennus osa I) 3.kerros ja kivikoulussa sijaitseva koulupsykologin tila (tila 114c). Selvityksen kohteet on esitetty seuraavassa kuvassa.

3.5.2023



Kuva 1. Satelliittikuva Arvo Ylpön koulun pihapiiristä. Tutkimusalueeseen kuuluvat rakennukset on rajattu kuvaan keltaisella värillä. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta. (kuvan lähde: Google Maps).

## 2.1 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset

Kohteen pääkouluun on tehty kosteus- ja sisäilmatekninen, sekä ilmanvaihtotekninen kuntotutkimus vuonna 2018 (Vahanan Rakennusfysiikka Oy, 27.8.2018) ja kivikouluun vuonna 2019 (Vahanan Rakennusfysiikka Oy, 15.2.2019).

### Pääkoulu

Vuoden 2018 kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella rakennuksen merkittävimmät sisäilman laatuun vaikuttavat puutteet havaittiin maanvastaisissa rakenteissa, välipohja- ja ulkoseinärakenteissa liikuntasalin kohdalla, ikkunaliittymissä sekä rakennuksen painesuhteissa.

Välipohjarakenteet ovat rakentamisajankohdalle tyypillisiä kaksoislaattarakenteita, joiden ontelotilassa on paikoin runsaasti orgaanista materiaalia (mm. muottilaudoitusta, sementtilastuvillaeristettä). Välipohjarakenteiden ilmatiiveys on puutteellinen, jolloin rakenteiden sisällä olevat epäpuhtaudet voivat päästä kulkeutumaan sisäilmaan. Välipohjarakenteiden ilmatiiveyttä on suositeltu parantamaan.

Ulkoseinärakenteet ovat massiivitiilirakenteita, pois lukien sementtilastuvillaeristeiset patterisyvennykset. Kohteen ikkunat on uusittu peruskorjauksen yhteydessä siten, että vanhat ikkunankarmit ja ikkunatilkkeet on jätetty paikalleen. Ennen peruskorjausta ikkunaliittymien vedentiiveyspuutteiden kautta sadevedet ovat paikoitellen päässeet kulkeutumaan ulkoseinärakenteeseen. Ikkunarakenteiden sadevedentiiveyttä sekä ulkoseinä-ikkunaliittymien ilmatiiveyttä on suositeltu parantamaan. Lisäksi on suositeltu rapattujen julkisivujen kuntotutkimuksen suorittamista.

3.5.2023

Vuoden 2018 ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimuksen yhteydessä havaittiin ilmanvaihtojärjestelmässä puutteita, joilla on vaikutusta sisäilman laatuun. Merkittävänä puutteena havaittiin rakennuksessa voimakkaasti vaihtelevat painesuhteet (vaihteluväli noin -30...10 Pa). Tutkimuksessa mitattujen tilojen osalta ilmamäärät olivat lähellä viimeisimmän säätötyön mukaisia suunnittelu arvoja ja niiden oli arvioitiin olevan riittäviä tilojen käyttäjämääriin nähden. Mitatut ilmamäärät vaihtelivat 3. kerroksen tiloissa 312, 313 ja 314 noin 100 – 200 l/s välillä.

### **Kivikoulu**

Vuoden 2019 kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella rakennuksessa on pääosin kolme erilaista alapohjarakennetta, joista n. 2/3 on uusittu vuosina 2010 ja 2015. Aikaisemmin rakennuksessa olleet riskialttiit puurakenteiset alapohjarakenteet on uusittu nykyaikaisiksi rakenteiksi ja nykyisin kaikki alapohjarakenteet ovat betonirakenteisia. Osassa rakennusta on alkuperäinen alapohjarakenne, jossa maanvastaisen betonilaatan päällä on muovimatto. Rakenteessa on kosteusteknisiä puutteita ja rakenteeseen on syntynyt kosteusvaurioita maaperän kosteusrasituksen johdosta. Alkuperäiset alapohjarakenteet on suositeltu korjaamaan. 2010 ja 2015 korjattujen alapohjien kosteustekninen toiminta on hyvä, mutta rakenteissa on ilmatiiviyspuutteita. Ilmatiiviyspuutteiden johdosta maaperän epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisätiloihin heikentäen sisäilman laatua.

Vuoden 2019 kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen yhteydessä ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin puutteita, joilla on vaikutusta sisäilman laatuun. Ilmanvaihtokoneen kokonaisilmavirrat ovat merkittävästi suunniteltuja ilmavirtoja alhaisemmat ja ilmanvaihtojärjestelmän epätasapaino aiheuttaa sekä yli-, että alipaineisia tiloja rakennukseen. Sisäilman seurantamittausten perusteella yläkerran luokkatiloissa hiilidioksidipitoisuus nousee käytön aikana toistuvasti korkealle, mikä kertoo tilojen käyttöön nähden riittämättömästä ilmanvaihdosta.

3.5.2023

### 3 Havainnot

#### 3.1 Ilmamäärämittaukset

Tilakohtaisia tulo- ja poistoilmamääriä mitattiin pääkoulun 3. kerroksen tiloista 302, 303, 304, 305.1, 312, 313, 314 ja 315, sekä kivikoulun koulupsykologin huoneesta (114C). Ilmamäärämittaukset suoritettiin paine-eromittauksella säätöpelleistä tai tulo- ja poistoilmapäätteistä. Mittaustulokset on esitetty tiivistetysti alla olevassa taulukossa. Tarkemmat mittaustiedot ja -arvot on esitetty raportin liitteenä olevassa mittauspöytäkirjassa (Liite 2).

*Taulukko 1. Ilmamäärämittausten tulokset 27.4.2023. Taulukossa ilmoitetut suunnitteluarvot ovat viimeisimmästä ilmavirtojen mittauspöytäkirjasta (Ilmastointitohtorit Oy, 29.12.-30.12.2022), missä suunnitteluarvon perusteena on käytetty paikkamäärien mukaista mitoitusta 10 l/s / henkilö.*

Tila	Tuloilma			Poistoilma		
	Mitattu (l/s)	Suunniteltu (l/s)	Ero (%)	Mitattu (l/s)	Suunniteltu (l/s)	Ero (%)
<b>PÄÄKOULU, 3. KRS</b>						
302	224	250	-10	244	250	-2
303	267	250	7	260	250	4
304	172			180		
305.1	51	50	2	47	50	-6
312	224	220	2	220	220	0
313	273	300	-9	254	300	-14
314	249	250	0	237	250	-5
315	262	260	1	254	260	-2
<b>KIVIKOULU, 1. KRS</b>						
114C	27			30		

Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty henkilökunnan ilmoittamat tilojen käyttäjämäärät, sekä ilmamäärämittaustuloksiin perustuva laskennallinen maksimikäyttäjämäärä.

3.5.2023

*Taulukko 2. Mitatut ilmamäärät suhteessa tilojen ilmoitettuihin käyttäjämääriin. Vertailuarvoina on käytetty Sisäilmaluokitus 2018 luokan S2 (hyvä sisäilma) mukaista mitoitusta 8 l/s/hlö, sekä ympäristöministeriön asetuksen (1009/2017) mukaista vähimmäismitoitustarvoa 6 l/s/hlö. Tilojen 304 ja 114C (kivikoulun koulupsykologi) käyttäjämääriä ei ilmoitettu.*

Tila	Mitattu (l/s)	ilmoitettu käyttäjämäärä	Suurin sallittu käyttäjämäärä, <b>8 l/s/hlö (S2)</b>	Suurin sallittu käyttäjämäärä, <b>6 l/s/hlö</b>
<b>PÄÄKOULU, 3. KRS</b>				
302	224	27	28	37
303	267	27	33	44
304	172		21	28
305.1	51	5	6	8
312	224	25	28	37
313	273	25	34	45
314	249	25	31	41
315	262	27	32	43
<b>KIVIKOULU, 1. KRS</b>				
114C	27		3	4

## 3.2 Opetustilojen ilmajako

Ilmanvaihdon ja ilmanjaon toimivuutta tarkasteltiin aistinvaraisesti ja merkkisavun avulla pääkoulun tiloissa 302, 303, 312 ja 313, sekä kivikoulun koulupsykologin huoneessa. Kolmannen kerroksen opetustiloihin on asennettu 3 kpl tuloilman suutinhajottajia, jotka on jaettu luokan keskilinjalle tasavälein. Poistoilmaventtiilit sijaitsevat luokan käytävän puoleisella seinustalla. Seuraavissa kappaleissa on arvioitu tilakohtaisen huuhtelun toimivuutta.

Tilassa 302 tuloilmalaitteiden suuttimet olivat vakioasennossa, jolloin tuloilmavirtausten tulisi levittäytyä pyörteen muodossa tilaan. Havaintojen perusteella osa virtauksista suuntautui kattoa kohden, eikä ilmanvaihto huuhdellut tilaa kokonaisvaltaisesti. Tilakohtaisen huuhtelun arvioidaan olevan tilassa heikolla tai tyydyttävällä tasolla.

Tilassa 303 tuloilmalaitteiden suuttimet oli säädetty kohti ulkoseinää. Havaintojen perustella ilmavirtaukset suuntautuvat tehokkaasti kohti ikkunaseinää, missä myös istumapaikat sijaitsevat. Tilakohtaisen huuhtelun arvioidaan toimivan hyvin.

Tilassa 312 tuloilmalaitteiden suuttimet oli säädetty kohti ikkunaseinää. Havaintojen perustella ilmavirtaukset suuntautuvat tehokkaasti kohti ikkunaseinää. Istumapaikat tilassa ovat koko tilan alueella ja tilakohtaisen huuhtelun arvioidaan toimivat tyydyttävästi.

Tilassa 313 tuloilmalaitteiden suuttimet oli säädetty 4-suuntaisesti, jolloin ilmavirratt jakautuvat neljään eri suuntaan. Havaintojen perustella ilmavirtaukset suuntautuvat suhteellisen tasaisesti huonealaan nähden. Istumapaikat tilassa ovat koko tilan alueella ja tilakohtaisen huuhtelun arvioidaan toimivat tyydyttävästi.

Kivikoulun koulupsykologin tilassa tuloilmavirtauksen suuntaus ei ole samalla tavalla säädettävissä, kuin pääkoulun 3 krs. tiloissa. Havaintojen perusteella kiinteästä tuloilmahajottajasta ilmavirtaukset suuntautuivat kattopinnan myönteisesti eri suuntiin. Huuhteluvaikutuksen arvioidaan toimivan tilassa tyydyttävästi.

3.5.2023



*Kuva 2. kerroksen uusituista tuloilmanpäätelaitteista. Kuvan suutinhajottajassa suuttimet on suunnattu tilan ulkoseinää kohden.*

### 3.3 Käytävän ja porrashuoneiden ilmajako

Kolmannen kerroksen käytävän ja siihen yhteydessä olevien porrashuoneiden ilmanjaon toteutustapa selvitettiin silmämääräisin havainnoin. Kerroksen tuloilma johdetaan neljän kattoasenteisen tuloilmahajottajan kautta. Tuloilmahajottajat ovat jaoteltu käytävän pituudelle lähes tasavälein. Käytävätilassa on yksi poistoilmasäleikkö, joka sijaitsee porrashuoneen 301 edustalla. Lisäksi käytävän varrella on neljä wc-tilaa ja siivouskomera, joissa on poistoilmaventtiilit ja joiden korvausilma johdetaan ovirakojen kautta.

Kerroskäytävän molemmissa päädyissä on porrashuoneet. Porrashuoneessa 301 on poistoilmaventtiilit 3. ja 4. kerroksen tasoilla, ja tilan korvausilmaa johdetaan ulko-ovessa olevan virtaussäelikon kautta. Pääaulan yhteydessä olevassa porrashuoneessa 311 ei havaittu ilmanvaihdon päätelaitteita.

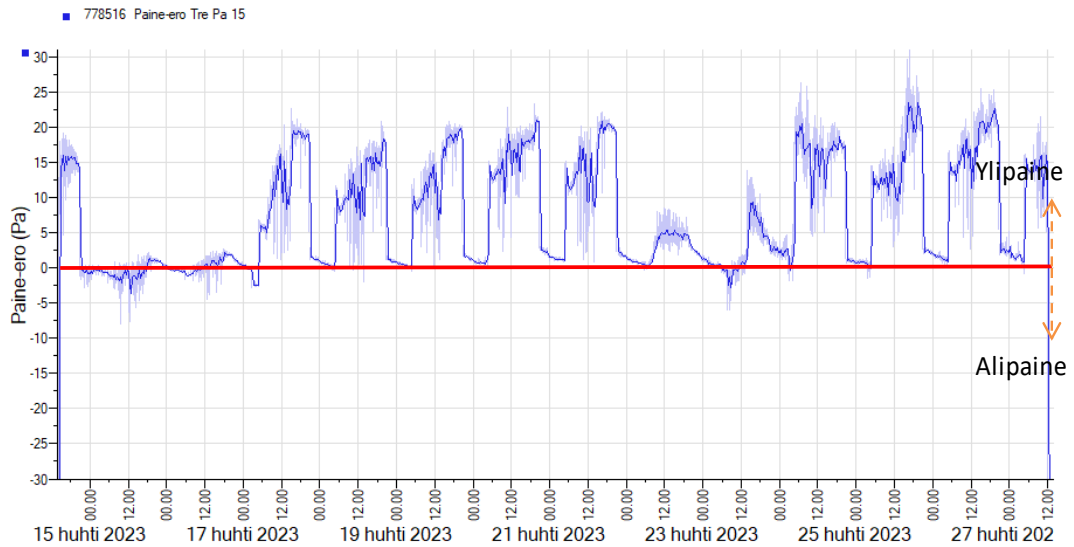
### 3.4 Seurantamittaukset

Sisäilman ja ulkoilman välisen paine-eron sekä sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 15.-27.4.2023. Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

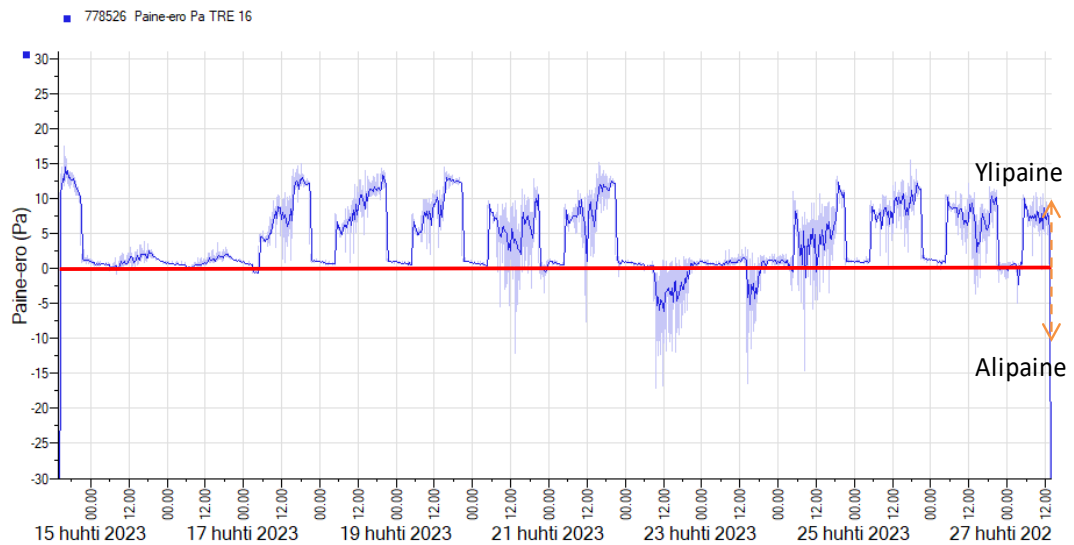
#### 3.4.1 Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman välisiä paine-eromittauksia suoritettiin pääkoulun tiloista 234, 302 ja 313 sekä kivioulun koulupsykologin huoneesta. Seuraavissa kuvaajissa on esitetty seurantamittausten tulokset.

3.5.2023



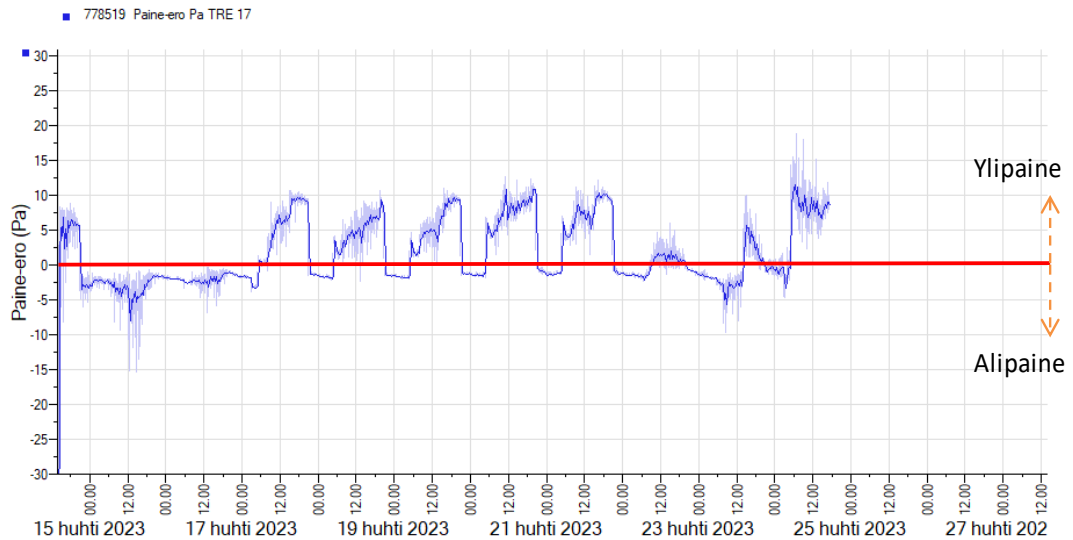
Kuvaaja 3. Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero pääkoulun opetustilassa 234 seurantajakson aikana. Mittaustuloksen ollessa positiivinen, on sisäilma ylipaineinen ulkoilmaan nähden.



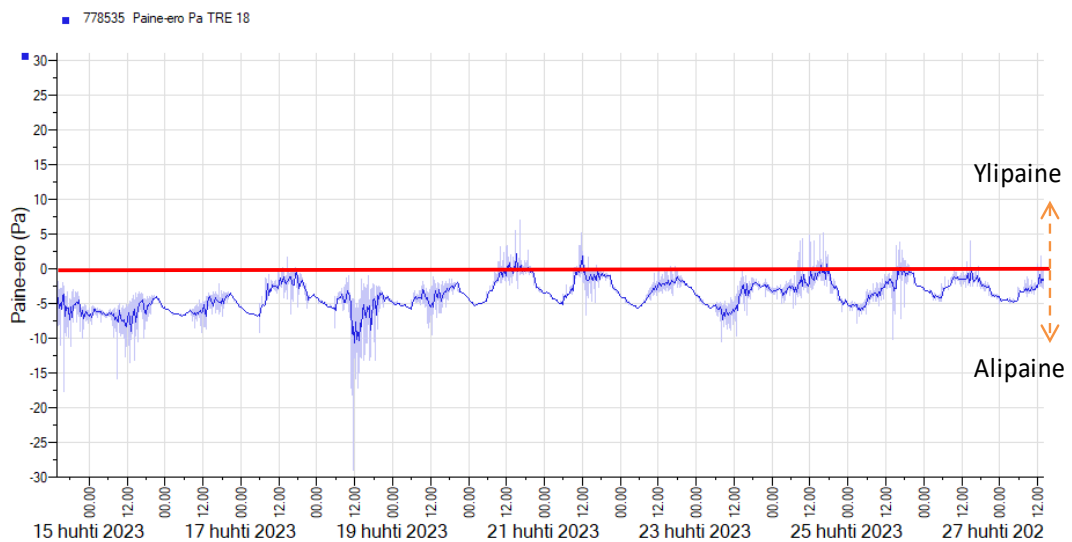
Kuvaaja 4. Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero pääkoulun opetustilassa 302 seurantajakson aikana. Mittaustuloksen ollessa positiivinen, on sisäilma ylipaineinen ulkoilmaan nähden.



3.5.2023



Kuvaaja 5. Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero pääkoulun opetustilassa 313 seurantajakson aikana. Mittaustuloksen ollessa positiivinen, on sisäilma ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Seurantamittalaitteen paristo loppui 24.4., mihin mittaus on pysähtynyt.

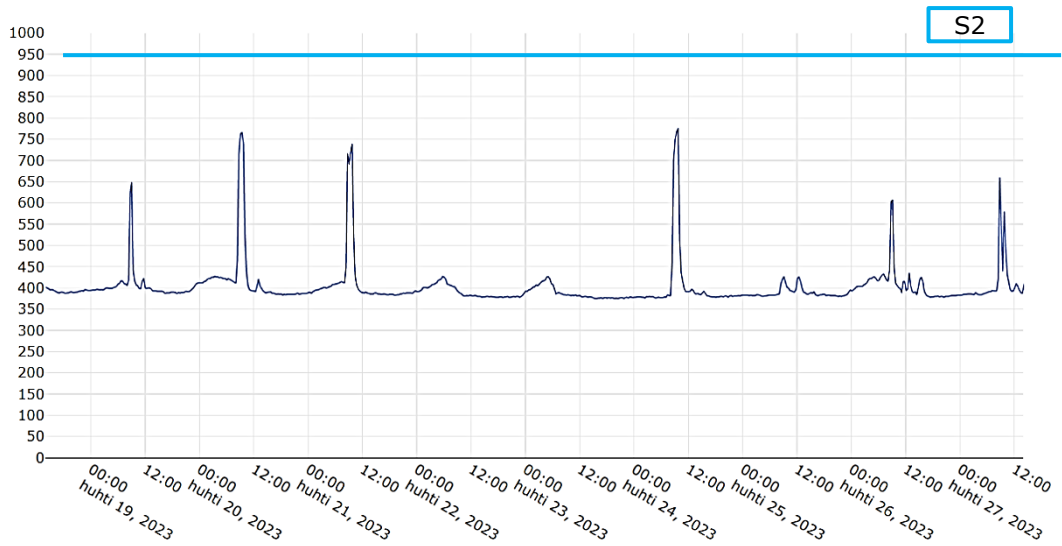


Kuvaaja 6. Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero kivikoulun tilassa 114 (koulupsykologi) seurantajakson aikana. Mittaustuloksen ollessa negatiivinen, on sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.

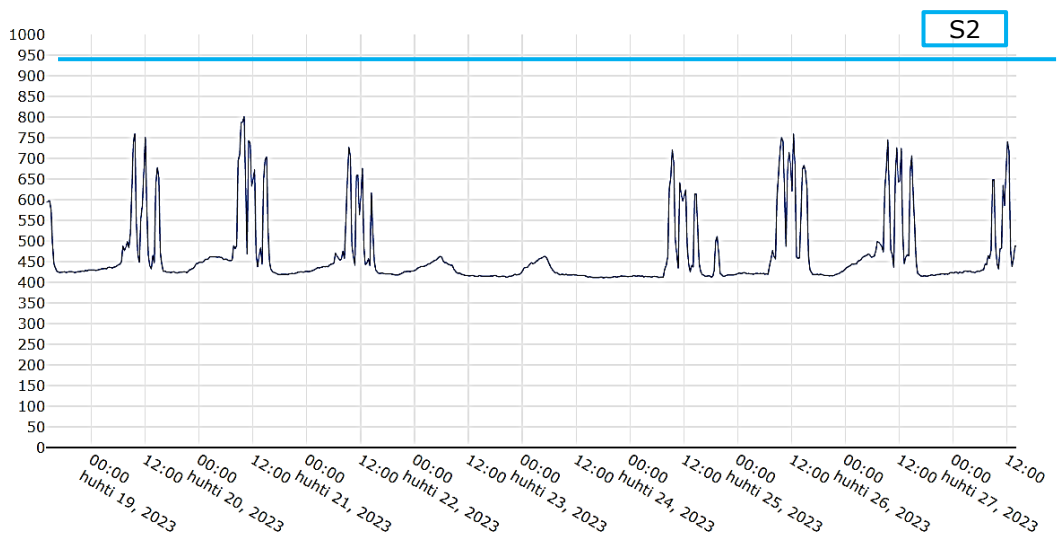
3.5.2023

### 3.4.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksia suoritettiin pääkoulun tiloista 234, 302 ja 313, sekä kivikoulun koulupsykologin huoneesta. Tilassa 234 olleen mittalaitteen vikaantumisen vuoksi johtuen kyseisen tilan mittaustuloksia ei ole käytettävissä. Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa. Kuvaajiin on merkattu hyvää sisäilmaa kuvaavan sisäilmastoluokka S2:n tavoitearvo 950 ppm.

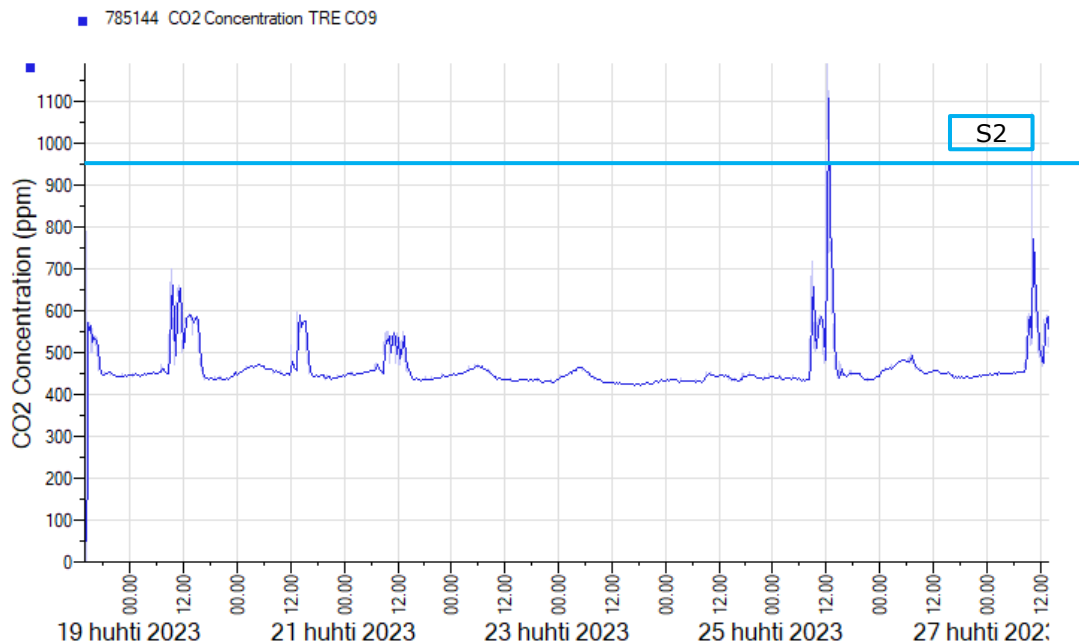


Kuvaaja 7. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus pääkoulun opetustilassa 313 seurantajakson aikana.



Kuvaaja 8. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus pääkoulun opetustilassa 302 seurantajakson aikana.

3.5.2023



Kuvaaja 9. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kivikoulun tilassa 114 (koulupsykologi) seurantajakson aikana.

### 3.5 Koulupsykologin huoneen pintakosteuskartoitus ja aistinvaraiset havainnot

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmamaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 - lukulaitteyhdistelmää, asteikko 0-170. Pintakosteudenilmaisimien kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin pinta-anturiin kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumien, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Tilan 114 pintarakenteissa ei havaittu tarkastusten yhteydessä kosteuden aiheuttamia jälkiä, tai muita viitteitä rakenteiden korkeaan kosteusrasitukseen. Tilat olivat yleisilmeeltään siistit ja puhtaat. Tiloissa ei ollut havaittavissa tarkastusten aikaan poikkeavaa hajua.

Tilaan suoritettujen pintakosteuskartoitusten perusteella alapohjan pintakosteuslukuarvot (65...70 GANN) olivat samalla tasolla, kuin vuoden 2019 kuntotutkimuksessa (Vahnen Rakennusfysiikka Oy, 15.2.2019) on raportoitu. Alapohjarakennetta on tutkittu tarkemmin vuoden 2019 kuntotutkimuksen yhteydessä. Havaintojen perusteella tilan rakenteisiin ei ole tehty sisäilmälähtöisiä toimenpiteitä vuoden 2019 kuntotutkimuksen jälkeen.

3.5.2023



Kuvat 10. Yleiskuvia tilojen ulkoseinältä ja lattiapinnotteesta.

## 4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

### Ilmamäärämittaukset

Tilakohtaiset ilmamäärät olivat lähes vuoden 2022 Ilmastointitohtoreiden mittauspöytäkirjan mukaisia mittaus- ja suunnitteluarvoja vastaavia, eikä merkittäviä poikkeamia havaittu. Ilmamääriä oli vuoden 2018 tutkimuksissa tehtyihin mittauksiin nähden kasvatettu. Tilojen laskennallisen käyttäjämäärävertailun perusteella tilat olivat hyvän sisäilmasto luokan S2 tavoitearvon mukaisissa. Tilat mitattiin IRIS-tyyppisiltä mittaus- ja säätölaitteilta, sekä osassa tiloja vertailevana mittauksena suoraan tulo- ja poistoilmalaitteilta. Säätöpeltien ja päätelaitteiden kokonaisilmamäärissä ei havaittu merkittäviä eroja tilakohtaisesti, mutta päätelaittekohtaisissa ilmamäärissä havaittiin hajontaa, mikä viittaa siihen, että päätelaittekohtaisesti ilmapvirtauksia ei ole tasapainotettu. Tästä johtuen ilmanvaihto saatetaan kokea paikallisesti heikommaksi. Suosittelemme tasapainottamaan tilakohtaiset ilmapvirtaukset päätelaitteiden kesken.

### Opetustilojen ilmanjako

Tilojen ilmajaoissa havaittiin suuntinasetuksista johtuvia eroja. Osassa tiloja suuttimet oli suunnattu ulkoseiniä kohden ja osassa ympäri tilaa. Eroavaisuuksista johtuen ilmanvaihdon huuhteluvaikutus käyttäytyy eri tavoin suuntauksista riippuen vaikuttaen sen tehokkuuteen ja käyttäjien tuntemaan kokemukseen. Yleisesti ottaen ilmanjaon huuhteluvaikutuksen arvioidaan olevan tyydyttävä, mikäli tuloilman lämpötila on noin 2 °C sisäilman lämpötilaa matalampi. Sisään puhallettavan ilman lämpötilan ollessa sisäilman lämpötilaa vastaava tai korkeampi, heikkenee ilmanvaihdon huuhteluvaikutus sisäilman lämpötilakerrostumisesta johtuen. Ilmanvaihdon huuhteluvaikutuksen tehostamiseksi, suosittelemme tuloilmavirtausten suuntaamista opetustiloissa päätylaitteilta päätyseiniä kohden ja keskimmaiselta laitteelta ikkuna- ja käytäväseinää kohden.

### Käytävän ja porrashuoneiden ilmanjako

Käytävän ilmajakoa tarkasteltiin silmämääräisesti ja päätelaitteiden arvioidaan olevan ilmanvaihtosuunnitelmien mukaiset selvityksen lähtötietona saatuun toisen kerroksen ilmanvaihdon tasokuvaan perustuen. Selvityksessä ei tarkasteltu käytävän ilmanvaihdon toimivuutta ilmamäärämittauksin, eikä niitä oltu esitetty lähtötietojen mittauspöytäkirjassa. Suosittelemme selvittämään käytävän ilmanvaihdon toiminnan ilmamäärämittauksin ja tarpeen mukaan säätämään sen ilmanvaihtosuunnitelmien mukaiseksi.

Porrashuoneessa 301 havaittiin koneellinen poistoilmavaihto, jonka korvausilman tulisi virrata ulko-oven virtaussäleiköstä. On kuitenkin mahdollista, että ilmapvirtauksia pääsee syntymään kerrosten ovien välistä. Porrashuoneessa 301 ei havaittu ilmanvaihdon päätelaitteita, eikä tilan ilmanvaihdon suunnitteluperiaatetta pystytty selvittämään

3.5.2023

lähtötietojen puutteellisuudesta johtuen. Suosittelemme selvittämään tilojen ilmanvaihdon toiminnan ja riittävyuden jatkuvatoimisilla seurantamittauksilla.

### **Paine-eron seurantamittaukset**

Rakennuksen painesuhteilla tarkoitetaan rakennuksen sisä- ja ulkoilman tai rakennuksen eri osien välisiä ilmanpaine-eroja. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Kokemuksemme mukaan sisäilman laadun kannalta tulisi kuitenkin pyrkiä lähelle tasapaineista tilannetta tai sisäilman vain lievään alipaineisuuteen ulkoilmaan nähden.

Pääkoulun 3. kerroksen sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero vaihtelee lievän tasapainetilanteen ( $\pm 2$  Pa) ja merkittävän ylipaineen (20 Pa) välillä. Mittausjaksolla on mittauksissa havaittavissa selkeä sykisyys arkipäivisin aikavälillä klo. 05.00–20.00, jolloin tilat ylipaineistuvat, muun ajan tilat ovat lähellä tasapainetilannetta. Sykisyys viittaa rakennuksen ilmanvaihtokoneiden käyntitilojen muutoksiin. Tilakohtaisissa ilmamäärämittauksissa ei havaittu merkittäviä eroja tulo- ja poistoilmamäärien suuruudessa, mikä viittaa siihen, että ylipaineisuus johtuu rakennuksen kokonaisilmamäärien epätasapainosta. Suosittelemme selvittämään rakennuksen kokonaistulo- ja poistoilmamäärien tasapainon, sekä suorittamaan selvityksen perusteella tarpeen mukaisen ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksen.

Kivikoulun koulupsykologin tilan sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero vaihtelee tasapainetilanteen ja lievän alipaineen (-5 Pa) välillä. Painesuhteen arvioidaan olevan hyvällä tasolla, eikä suhteen ole tarvetta suorittaa toimenpiteitä.

### **Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset**

Pääkoulun 3. kerroksen sisäilman hiilidioksidipitoisuudet eivät ylitä mittausjaksolla sisäilmastoluokan S2 tavoitearvoa 950 ppm mitatuissa tiloissa. Mittaustulosten perusteella tilojen ilmanvaihdon arvioidaan oleva riittävä tilojen käyttöön nähden.

Kivikoulun koulupsykologin huoneen sisäilman hiilidioksidipitoisuus käy yksittäisenä päivänä hetkellisesti n. 1100 ppm tuntumassa, mutta muilta osin pysyttelee pääosin alle 600 ppm. Hetkellinen ylitys voi johtua tilan tavanomaista suuremmasta käyttäjämäärästä. Mittaustulosten perusteella tilojen ilmanvaihdon arvioidaan oleva riittävä tilojen käyttöön nähden.

### **Alapohjarakenteen ilmatiiveys**

Havaintojen perusteella kivikoulun tilan 114C rakenteisiin ei ole tehty sisäilmalähtöisiä toimenpiteitä vuoden 2019 kuntotutkimuksen jälkeen. Vuoden 2019 kuntotutkimuksen yhteydessä tilan 114 lattiapäällysteen alapuolista kosteuspitoisuutta on mitattu viiltomittauksella, jolloin muovimaton alapuolella suhteellinen kosteuspitoisuus oli 80,7 & RH. Useimpien mattoliimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 %RH, mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla liimatilassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Lattiapäällysteiden vaurioitumisen kannalta kriittinen kosteusraja-arvo on yleensä 85...90 %RH. Muovimaton alapuolisen kosteuspitoisuuden voidaan todeta olevan hieman koholla, mutta kuitenkin kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetyn raja-arvon (85% RH) alapuolella. Muovimatopinnoitteen alla ei myöskään havaittu vuoden 2019 kuntotutkimuksen yhteydessä poikkeavaa hajua.

Koska tilaan aiemmin suoritettujen kuntotutkimusten perusteella alapohjan ilmatiiveys on puutteellinen, suosittelemme ilmatiiveyden parantamista. Vuonna 2019 tehdyissä tutkimuksissa on suositeltu vuonna 2015 asennettujen lattian muovimattojen FLEC-mittauksia ja sisäilman VOC-mittauksia. Tilan koko huomioiden mittausten suorittaminen ei

3.5.2023

ole kokonaistaloudellisesti järkevää, joten lattiapäällysteiden uusimista ilmatiiveyden parantamisen yhteydessä tulee harkita.

3.5.2023

## 4.1 Yhteenvedo toimenpidesuosituksista

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä:

- Tasapainottamaan tilakohtaiset ilmavirtaukset päätelaitteiden kesken ja samassa yhteydessä muuttamaan tuloilmahajottajien suutinasetuksen opetustiloissa huuhdeluvaikutuksen tehostamiseksi.
- Selvittämään 3.krs käytävän ilmanvaihdon toiminannan ilmamäärämittauksen ja tarpeen mukaan uudelleen säätämään ilmavirtauksen suunnitelmien mukaisiin arvoihin.
- Selvittämään porrashuoneiden ilmanvaihdon toiminnan ja riittävyyden jatkuvatoimisilla seurantamittauksilla.
- Selvittämään rakennuksen kokonaistulo- ja poistoilmamäärien tasapainon, sekä suorittamaan selvityksen perusteella tarpeen mukaisen ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksen (opetustilojen ylipaineisuuden selvittämiseksi).
- Kivikoulun koulupsykologin tilan 114C alapohjan ilmatiivyyden parantaminen 1...3 vuoden sisällä.

Mikäli edellä esitetyillä toimenpiteillä ei saada parannettua koettua sisäilman laatua, suosittelemme pääkoulun osalta toimenpiteitä vuoden 2018 Kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa sekä ilmanvaihtoteknisessä kuntotutkimuksessa (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 27.8.2018) esitetyssä laajuudessa seuraavasti (suositeltu tehtäväksi vuoteen 2021 mennessä):

- Välipohjarakenteiden ilmatiivyyden parantaminen
  - Välipohjarakenteiden liittymien ja läpivientien tiivistäminen
- Ulkoseinä-ikkunaliittymien ilmatiivyyden parantaminen
- Yläpohjarakenteen ilmatiivyyden parantaminen
  - Yläpohjan läpäisevien liittymien tiivistäminen.

Korjaustoimenpiteet edellyttävät erillisen detaljitasoisen korjaussuunnitelman laatimisen ennen korjauksiin ryhtymistä, sekä korjaustyönaikaisen valvonnan ja laadunvarmistuksen suunnitelmallista toteuttamista. Sisäilmaan liittyvien korjaustöiden onnistumisen jälkiseuranta on myös aina suositeltavaa.

AFRY Buildings Finland Oy

Tampere, 3.5.2023



Kumpuniemi Peetu, Ins. AMK  
LVIA-asiantuntija



Kohtamäki Aki, Ins. AMK  
LVIA-asiantuntija



Jussi Salmi, RKM  
Asiantuntija, RTA (C-25708-26-20)

3.5.2023

Liitteet Liite 1. Ilmamäärämittauspöytäkirja  
Liite 2. Paine-eromittausten paikannuspiirustus

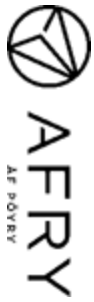
Jakelu Jyrki Korhonen, jyrki.korhonen@akaa.fi

Tiedoksi AFRY Building Finland Oy arkisto ja projektiryhmä.

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei AFRY ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

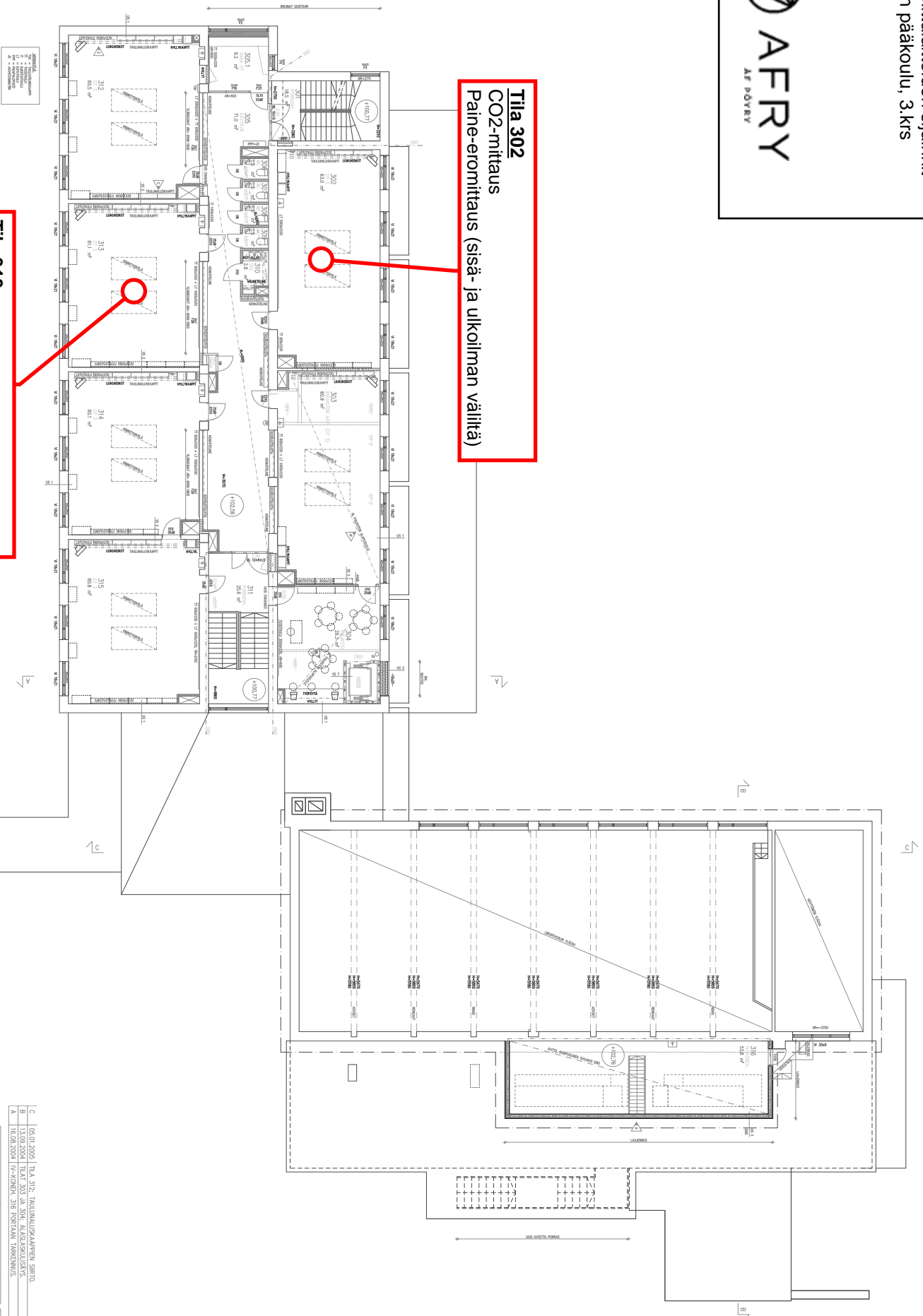






Tila 302  
CO2-mittaus  
Paine-eromittaus (sisä- ja ulkoilman väliltä)

Tila 313  
CO2-mittaus  
Paine-eromittaus (sisä- ja ulkoilman väliltä)



C	16.01.2008	TILA 313, TILAUSKÄYTTÖKÄYTTÖ, SIIRTO.	FR
B	13.09.2004	TILA 302, ALK. ALKUSUUNNITUS.	FR
A	16.08.2004	IV-KOHEN, 3IB PÖRTTÄMÄN TARKENNUK.	FR

1	16.01.2008	TILA 313, TILAUSKÄYTTÖKÄYTTÖ, SIIRTO.	FR
2	13.09.2004	TILA 302, ALK. ALKUSUUNNITUS.	FR
3	16.08.2004	IV-KOHEN, 3IB PÖRTTÄMÄN TARKENNUK.	FR

1	16.01.2008	TILA 313, TILAUSKÄYTTÖKÄYTTÖ, SIIRTO.	FR
2	13.09.2004	TILA 302, ALK. ALKUSUUNNITUS.	FR
3	16.08.2004	IV-KOHEN, 3IB PÖRTTÄMÄN TARKENNUK.	FR

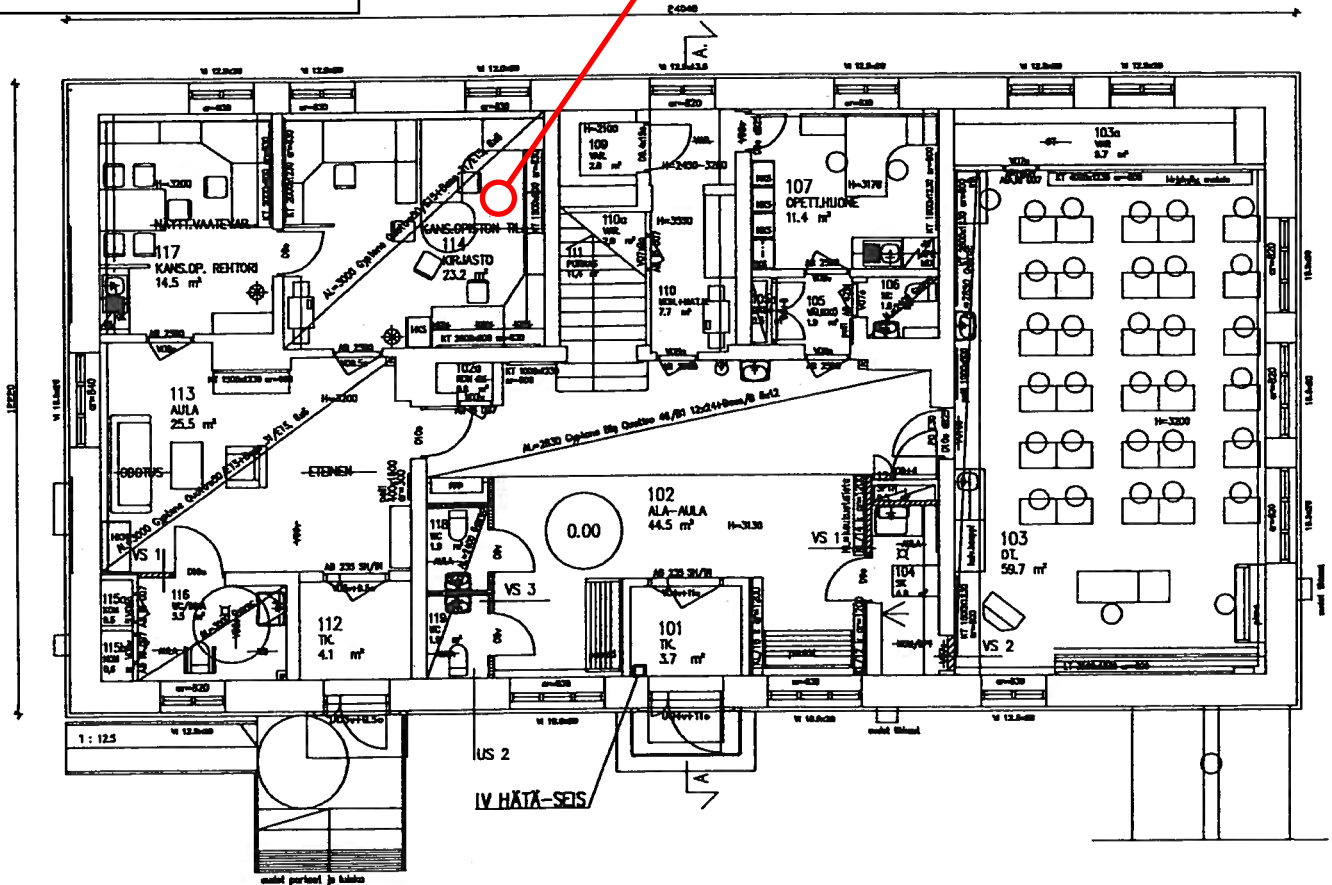
# Liite 1

Seurantamittalaitteiden sijainnit  
Arvo Ylpön kivikoulu 1.krs  
Akaa

28.4.2023



**114c (koulupsykologi)**  
CO2-mittaus  
Paine-eromittaus (sisä- ja ulkoilman väliltä)



K.OSA 1	KORTTELI/TILA 24	TONTTI/RNo 2	VIRANOMAISTEN MERKINTÖJÄ			
RAKENNUSOMENPIDE MUUTOS JA PERUSKORJAUS			PIIRUSTUSLAJI PAIKANTAMISPIIRUSTUS	JUOKS.NUMERO		
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE TOIJALAN KESKUSTAN ALA-ASTE SONTULANTIE 6 37800 TOIJALA			CAD-NIMI paikantamis_a_12_ull.dwg	MITTAKAAVAT		
			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ WANHA KIVIKOULU A 1.KERROS	-		
<b>KL-TEAM OY</b> TALOTEKNIikka PINNINKATU 55 A, 33100 TAMPERE PUH. (03) 2777300 FAX. (03) 2777301			SUUNN.ALA LVI	TYÖ No 2521	PIIR.No -	MUUTOS
			PÄIVÄYS 17.01.2001	SUUNNITTELIJA TVU		



