



V/HT\

Nummela skola (Kivikoulu) ja
Nummelan koulu sisäilma
5.2.2019

5.2. sisäilma-asiaa, 17:30 – 18:30

- Tilaisuuden avaus, tekninen johtaja Matti Kokkinen
- Sisäilmaprosessi, tilapäällikkö Anna-Maria Kivikangas
- Kivikoulun katselmuksen esittely, Eurofins Expert Services Oy Helena Järnström
- Nummelan koulun katselmuksen esittely, Eurofins Expert Services Oy Helena Järnström
- Kysymyksiä ja keskustelua

Nummela skola (Kivikoulu)

- Asbestianalyysi, luokkahuone 24.1.2018
- KMAC raportti toimenpiteistä Kivikoulussa 7.2.2018
- Nummelan Kivikoulu, Korjausohje 22.3.2018
- Eliisa Aattela menetelmän testaus e-keräimellä 2.7.2018
- Asbestianalyysi, kellarin seinämaalit 19.7.2018
- PAH- analyysi, kellari 19.7.2018
- Aukikirjoitettu testausselostus (Aattela) 20.8.2018
- Ilmamäärän mittaus 31.8.2018
- Nummelan Kivikoulu, sisäilmakatselmuks muistio 30.1.2019

Nummelan koulu

- 10/2018 toimitettu aineisto Eurofins Expert Services Oy:lle
- Eurofins Expert Services Oy yhteenveto 9.11.2018
- pyydetty tarjous ja selvitys työn sisällöstä 21.11.2018
- kenttätutkimukset toteutettu koululla 2.1.2019 – 4.1.2019
- Freesi-sisäilmaraportti 1.-31.1.2019
- Nummelan koulun sisäilman- ja ilmanvaihtoselvitys kalvoesitys 5.2.2019

Nummela skola (Kivikoulu)

- Sisäilmatyöryhmä halusi seurata Nummela skolan (Kivikoulun) osalta tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta koettuun sisäilmaan:
 - 12/2018 rehtori viestitti huoltajille ja henkilöstölle, että ilmoittavat sisäilmaprosessin mukaisesti oireilusta. Joululoman jälkeen rehtori laitto asiasta vielä muistutusviestin 8.1.2019.
 - Sisäilmaryhmä kokoontui 9.1.2019, jolloin kouluterveydenhoitajan tiedossa oli 3 ilmoitusta oppilaiden osalta. Työterveyshuoltoon ei ollut yhteydenottoja tähän mennessä ollut.
 - Rehtori kartoitti vielä henkilökunnan kokemaa oireilua erillisellä kyselyllä
 - Päivitimme tilannetta oireilijoiden suhteen 23.1.2019, jolloin ilmoituksia oli rehtorin tiedossa oppilaiden osalta 9 ja henkilökunnan osalta 1. Tämän myötä Eurofins Expert Services Oy (entinen VTT) otettiin tutkimaan myös Kivikoulua.

SISÄILMAILMOITUS

- Jos kyse on koululaisesta, huoltajia pyydetään olemaan yhteydessä kouluterveydenhoitajaan.
 - Jos kuntalainen tai asiakas havaitsee kunnan kiinteistössä sisäilmahaittaa tai saa oireita tilassa, tulee hänen olla yhteydessä koulun rehtoriin. Yhteyttä voi ottaa sähköpostitse.

Nummela skola (Kivikoulu)

2013

tavaraa on edelleen liikaa

2019





Expert Services

EUROFINS EXPERT SERVICES

Palveluja huomisen menestykseen!

NUMMELAN KOULUN SISÄILMAN- JA
ILMANVAIHTOSELVITYS 5.2.2019

HELENA JÄRNSTRÖM, FT

MIKKO SAARI, DI

RISTO KOIVUSAARI, DI



- Katselmuksessa 30.1.2019 tarkastettiin aistinvaraisesti tiloja ja tehtiin havaintoja sisäilman laatuun liittyen. Katselmuksen tarkoituksena oli toimia lähtötietona asiakirjojen lisäksi tulevia tutkimus- ja muita toimenpiteitä varten.
- Katselmuksen suorittajat olivat Risto Koivusaari ja Helena Järnström, Eurofins Expert Services Oy ja katselmuksessa oli myös tilaajan kolme edustajaa.
- Katselmuksessa tehtiin tarkastamalla tiloja sekä rakenteita aistinvaraisesti.





Kuva 2. Rakennuksen vesikatolla on havaittavissa lumen sulamista. Sulaminen on seurausta tuulettuvan ullakkotilan korkeasta lämpötilasta. Vesikatteena on peltikate, jonka saumojen kautta sulanut/ paineellinen vesi voi päästä ja kastella alempia rakenteita. Suositellaan lumen pudottamista vesivuotoriskien välttämiseksi. (1/2)



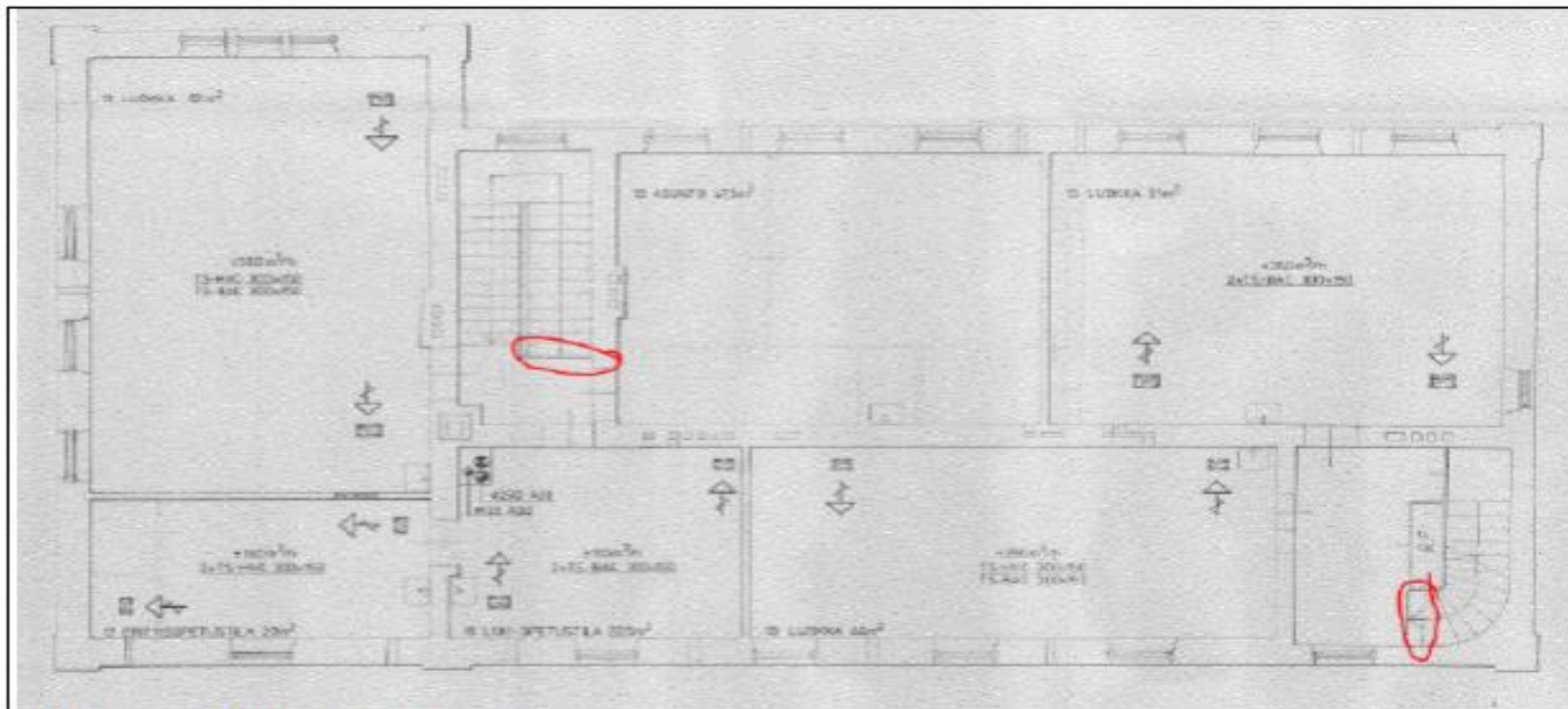
Kuva 3. Rakennuksen vesikatolla on havaittavissa lumen sulamista. Sulaminen on seurausta tuulettuvan ullakkotilan korkeasta lämpötilasta. Vesikatteena on peltikate, jonka saumojen kautta sulanut/ paineellinen vesi voi päästä ja kastella alempia rakenteita. Suositellaan lumen pudottamista vesivuotoriskien välttämiseksi. (2/2)



Kuva 4. Kohteessa on vanhoja painovoimaisen ilmanvaihdon aikaisia alkuperäisiä rakennusaineisia korvausilmaventtiilejä sekä poistohormoja, jotka on tulpattu, koska kohteessa on nyt käytössä koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. Suositellaan alkuperäisten poistohormien tulppausten tarkastamista, jotta varmistutaan siitä, että niiden kautta ei kulje ilmaa sisätiloihin.



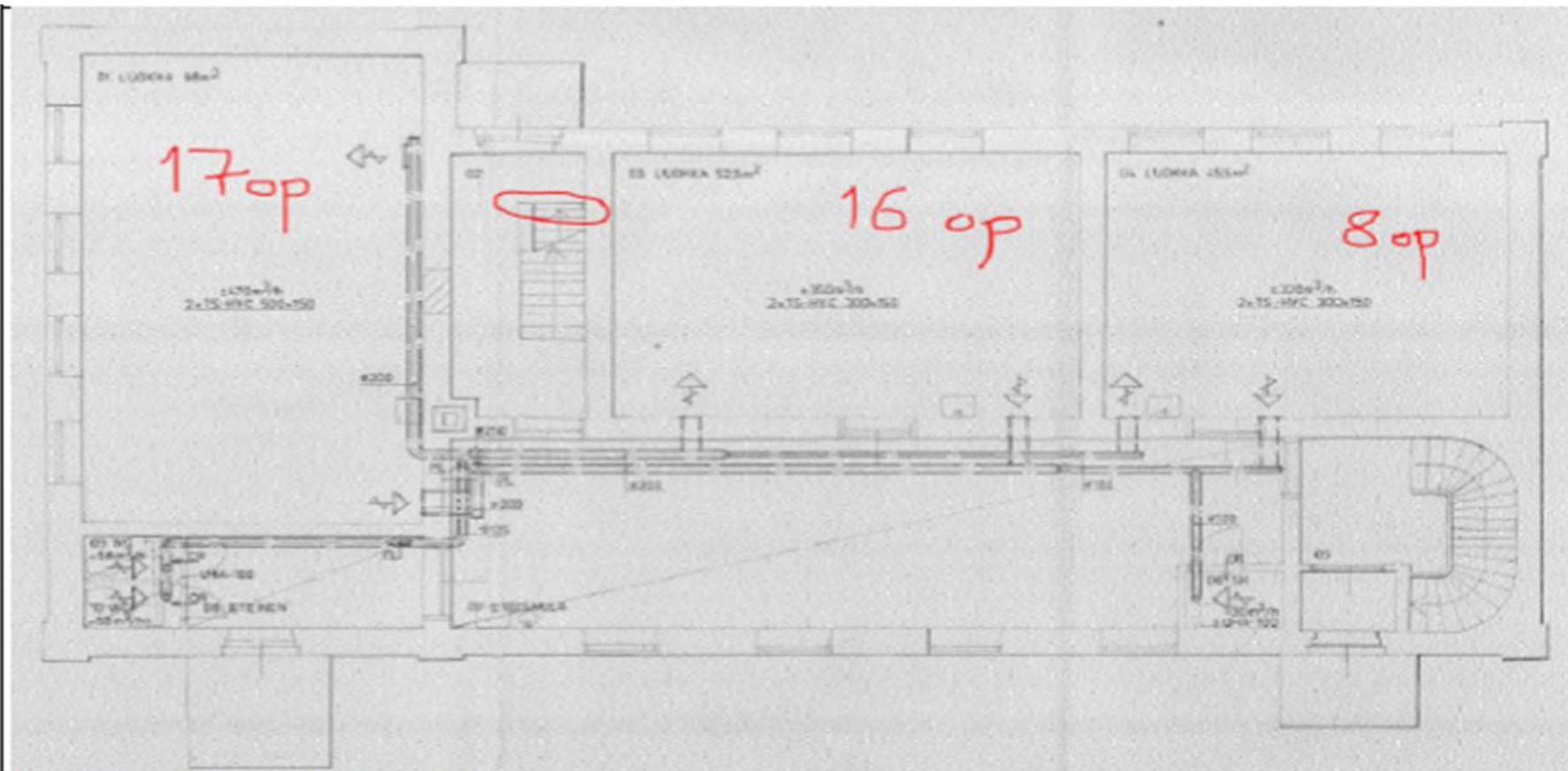
Kuva 5. Kohteessa on vastikään tiivistettyjä talotekniikan läpivientejä mm. lattiarakenteissa. Suositellaan läpivientien tarkastamista laajemmin, että läpiviennit on tiivistetty asianmukaisesti.



Kuva 6. Kivikoulun pohjapiirros II-kerros.

Luokkatiloissa 12 ja 13 havaittiin savun hajua. Katselmuksessa saadun tiedon mukaan savun haju voi olla peräisin läheisestä tuotantolaitoksesta ja se tulee ilmanvaihtojärjestelmän kautta. Suositellaan selvittämään asia ja keinoja savun hajun poistamiseen/ vähentämiseen.

Suositellaan ympyröityjen ullakolle vievien ovien ilmanpitävyyden parantamista.



Kuva 7. Kivikoulun pohjapiirros I-kerros.

Luokkatiloissa 3 havaittiin lievä imelä haju, erilainen kuin viereisissä tiloissa. Suositellaan hajulähteen selvittämistä tarkemmilla tutkimuksilla. Kaikissa alakerran tiloissa oli ilmanpuhdistin katselmushetkellä.

Joidenkin kalusteiden päällä oli paljon pölyä ja lisäksi yksi sisäkaton ääneneristyslevy oli irtoamaisillaan luokassa 04. Suositellaan pölynäytteen selvittämään, onko pölyn joukossa merkittävästi teollisia villakuituja.

Suositellaan ilmanvaihdon riittävyyden tarkastamista kuvassa olevalle käyttäjämäärälle.

Lisäksi suositellaan kellariin johtavan ympyröidyn oven ilmanpitävyyden parantamista.



Suositellaan kellaritilojen olosuhteiden seurantamittausta (lämpötila, kosteus). Tällä saadaan selville, että onko kosteuden tuotto kellaritilaan korkea suhteessa tilan ilmanvaihtoon. Lisäksi suositellaan kellaritilojen kosteusrasituksen selvittämistä rakenteista tarpeenmukaisin kosteuskartoituksin ja –mittauksin.

Suositellaan kellaritilojen ja opetustilojen välillä tehtävää paine-eroseurantamittausta. Tällä varmistetaan, että kellaritila pysyy jatkuvasti alipaineisena suhteessa opetustiloihin.

Suositellaan alakerran opetustilojen sisäilman PAH-mittauksia. Mitattuja tuloksia verrataan käytössä oleviin viitearvoihin. Suositeltavaa on tehdä mittaus myös kellaritilassa.

- Tutkimuksen kohteena olevat tilat olivat peruskorjatulla vanhalla osalla sekä laajennusosalla



- Rakennetutkimukset ja sisäilman VOC-näytteet kohdistettiin tiloihin, joissa oli esiintynyt hajuja (tilat 161, 184b, 210 ja 231). Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksissa selvitettiin ilmanvaihdon mahdollista osuutta hajuihin ja niiden leviämiseen.



- **Tarkastus- ja mittauskäynnit 12/2018-1/2019**
 - Aistinvarainen arviointi
 - Kosteuskartoitus pintakosteusilmaisimella ja kosteusmittaukset lattiarakenteista
 - Rakenteiden ilmavuotoreittien paikannus
 - Rakenneavaukset lattiarakenteista
 - Sisäilman VOC-näytteet (VOC= haihtuvat orgaaniset yhdisteet)
 - Paine-eromittaukset
 - Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset
 - Ilmanjaon tehokkuuden tutkimukset (tuloilman sekoittuminen tilassa)
 - Akustiikkalevyille (huone 231) tehtiin aistinvarainen arviointi laboratoriossa nk. emissiokammioimentelmällä



- **Kosteusmittaukset lattiarakenteista**

- Mittaukset pinnoitteen alta ns. viiltomittaus
- Mittauspisteitä 10 kpl
- Kosteus alhainen (enintään 60 RH-%) myös uusien peruskorjauksessa valettujen rakenteiden kohdalla
- Mitattu kosteustaso ei aiheuta tutkittujen tilojen pinnoitteille haittaa



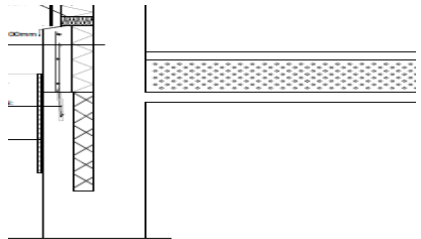
• Rakenteiden ilmavuotoreittien paikannus merkkisavulla

- Merkittävät ilmavuodot rakenteiden läpi voivat aiheuttaa haittaa tilojen käytölle mm. hajuja.
- Tutkittavaan tilaan järjestettiin noin 10 Pa alipaine tilan omalla ilmanvaihtojärjestelmällä pienentämällä tuloilmavirtaa päätelaitteesta kokeen ajaksi.
- Paikallisia ilmavuotokohtia tai ilmanvirtausta rakenteista tutkittavaan tilaan havaittiin tiloissa 161, 210 ja 231.
- Rakenteiden ilmanpitävyyden havaitut puutteet suositellaan korjaamaan parantamalla läpivientien ja liitosten ilmatiiviyttä erillisen suunnitelman/ työohjeen mukaan.



- **Rakenneavaukset alapohjarakenteissa peruskorjatulla puolella**

- Rakenneavausten perusteella alapohjarakenne on alkuperäisen suunnitelman mukainen.
- Rakenteen pintalaatan paksuus on noin 50-70 mm. Laattojen välissä on kevytsoraa 200-240 mm. Pohjalaatan päällä on kosteuseristys. Pohjalaatan alla hiekkaa.
- Kevytsorakerroksessa ei ollut poikkeavia merkittäviä hajuja. Rakenteessa ei ollut kosteudelle herkkiä materiaaleja, kuten valupaperia tms. Pohjalaatan alla maaperässä ei ollut vettä tai muottilautoja.



- Sisäilman aistinvaraiset arvioinnilla ja VOC-näytteet**

- Sisäilman aistinvaraisella arvioinnilla ja VOC-mittauksilla selvitettiin aiemmin tavattuja poikkeavia hajuja. Tavanomainen TVOC- taso $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alittui selvästi.

Mittauspiste	TVOC- pitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Aistinvarainen arviointi
	Sisäilma	Tuloilma	
Huone 161, luokkatila	14	9	Lievä tunkkainen, irtaimiston mm. lyijykynien, kirjojen hajua
Huone 184b, ryhmätila	12	9	Hyvin lievä muovin haju, ilmanpuhdistin päällä (30.1.2019)
Huone 210, rehtorin huone	14	7	Pesuaine, lievä hammaslääkäri, sitruunan haju, ilmanpuhdistin päällä
Huone 231, luokkatila	14	8	Lievä imelä, eristevillan haju
Huone 259a	ei mittausta	ei mittausta	Lievä muovin haju, tilassa lämmin
Huone 260a	ei mittausta	ei mittausta	Kohtalainen muovin haju, lievä tunkkainen



• Ilmanvaihtojärjestelmä

- Mitatut tilakohtaiset ilmanvaihdon ilmavirrat, 1.kerros

Tila	Suunniteltu, dm ³ /s		Mitattu, dm ³ /s		Poikkeama suunnitteluarvosta, dm ³ /s		Paine-ero käytävään, Pa
	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	
125 opetustila	120	120	141	114	18 %	-5 %	0
126 opetustila	120	120	104	85	-13 %	-29 %	1,5
152 taideaineet	180	140	244	109	36 %	-22 %	0
153 taideaineet varasto	-	10	-	10		0 %	
154 taideaineet varasto	-	10	-	11		10 %	
156 taideaineet varasto	20	20	37	21	85 %	5 %	
161 opetustila	264	264	265	260	0 %	-2 %	2
162 opetustila	180	180	180	180	0 %	0 %	
176 ryhmähuone	54	54	56	55	4 %	2 %	2
178 wc	-	20	-	22		10 %	
180 wc	-	20	-	21		5 %	
181 sisääntuloeteinen	68	28	63	25	-7 %	-11 %	
184a ryhmähuone	64	64	61	62	-5 %	-3 %	
184b ryhmähuone	64	64	57	63	-11 %	-2 %	





• Ilmanvaihtojärjestelmä

- Mitatut tilakohtaiset ilmanvaihdon ilmavirrat, 2. kerros

Tila	Suunniteltu, dm ³ /s		Mitattu, dm ³ /s		Poikkeama suunnitteluarvosta, dm ³ /s		Paine-ero käytävään, Pa
	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	
203 opetustila	120	120	109	88	-9 %	-27 %	1,5
204 opetustila	120	120	125	106	4 %	-12 %	0
205 opetustila	120	120	102	114	-15 %	-5 %	-1,5
209 kanslia	20	20	15	23	-25 %	15 %	
210 rehtori	34	34	30	35	-12 %	3 %	
231 opetustila	120	120	120	101	0 %	-16 %	0
234 opetustila	120	120	112	94	-7 %	-22 %	0
259 a terv.hoit/lääkäri	63	63	63	61	0 %	-3 %	1,7
260a tsto	36	36	38	35	6 %	-3 %	1,6
263 opetustila	183	183	182	188	-1 %	3 %	
264 opetustila	183	183	176	193	-4 %	5 %	
277 opetustila	168	168	169	171	1 %	2 %	





• Ilmanvaihtojärjestelmä

- Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton lämmönsiirtimien paine-erot poistoilmapuolelta tuloilmapuolelle (pieni tai + merkinen paine-ero tarkoittaa, että epäpuhtauksien kulkeutuminen on mahdollista)

Ilmanvaihtokone	Paine-ero ennen LTO:a poistoilmapuolella, Pa	Paine-ero LTO:n jälkeen tuloilmapuolella, Pa	Paine-ero LTO:n poistoilmapuolen ja tuloilmapuolen välillä, Pa ¹⁾
TK1 (opetustilat)	-325 (vaihtelee)	-330	-30...+5 (vaihtelee)
TK2 (liikuntasali)	-57	-55	-1
TK3 (WC:t ja likaiset tilat)	-515	-420	-95
TK203 (ruokala)			Ei LTO:a
TK204 (opetustilat, WC:t)	-170	-305	+135
TK205 (opetustilat)	-288	-275	-13
1) Paine-ero LTO:n poistoilmapuolen ja tuloilmapuolen välillä. Kun paine-ero on +merkinen, poistoilmaa ja sen sisältämiä epäpuhtauksia voi virrata tuloilmaan. Regeneratiivisessa LTO:ssa epäpuhtauksia voi kulkeutua myös kondenssiveden mukana, lämmönsiirtimen sisällä (carry over) ja lämmönsiirtimen pinnoilla.			





- **Ilmanvaihtojärjestelmän tulosten yhteenveto**

- **Tuloilman puhtaus**

- Lämmöntalteenoton vuodot. Paine-erot säädettävä ja tiivisteet uusittava säännöllisesti.
- Ulkoilman sisäänottojen etäisyys tuuletusviemäreiden tuuletuksesta ei kaikkien osalta täyttänyt määräysten etäisyysvaatimuksia (8 m).
- Tuuletusviemäreiden ja niiden aktiivihillisuodattimien toimivuus on syytä tarkistaa.
- Ilmanvaihtokoneet olivat pääosin hyvässä käyttökunnossa.
- Viemäriin hajua oli kaikissa konehuoneissa. Ilmanvaihtokoneiden ja konehuoneiden viemäröintien säännöllinen huolto tulee lisätä huolto-ohjelmaan.
- Ilmanvaihtokonehuoneisiin on syytä lisätä jatkuvasti toimiva ilmanvaihto varmistamaan tilan hyvä ilman laatu.
- Ilmakanavistot olivat pääosin puhtaat. Yhdessä opetustilassa havaittiin tuloilman suutinkanavan pohjalla poikkeavia epäpuhtauksia, jotka tulee poistaa. Laajennusosan tuloilmakanavan ja tuloilmalaitteen liitoskohdat tulee tiivistää, jotta mineraalivillakuituja ei leviä tiloihin.
- Siivouskomeron 157 hiekanerotuskaivon kautta tuli voimakas viemäriin haju siivouskomeroon ja ilmanvaihtokoneeseen. Hajun syntyminen voidaan estää viemäröinnin säännöllisellä huollolla ja lisäämällä siivouskomeron oveen siirtoilmareitti.





- **Ilmanvaihdon riittävyys**

- Peruskorjatun vanhan puolen ilmanvaihtokoneiden mitatut kokonaisilmavirrat poikkesivat jonkin verran suunnitteluarvoista ja olivat lisäksi epätasapainossa. Kokonaisilmavirtojen perusteella ilmanvaihdossa ei ole sellaisia puutteita, jotka aiheuttaisivat sisäilmaongelmia.
- Ilmanvaihtokoneiden ilmavirtojen mittaukset suositellaan varustettaviksi sähköisillä painemittareilla riittävän ilmanvaihdon ennakoivaksi seuraamiseksi.
- Ilmanvaihtokoneessa TK2 tuloilman lämpötilan säädössä LTO:n tehon heikentäminen on käytössä pakkasillakin. LTO:n heikentäminen lämmityskaudella tulisi estää.
- Ilmavirrat mitattiin 26 tilasta. Kuudessa tilassa mitattujen ja suunniteltujen ilmavirtojen välinen poikkeama on merkittävä. Näissä tiloissa ilmavirrat tulee säätää uudelleen. Lisäksi kuudessa tilassa mitatut ilmavirrat olivat epätasapainossa. Näiden osalta suositellaan ilmavirtojen tasapainottamista.
- Ilmanvaihdon tehokkuus oli pääosin riittävä. Paikallisesti esiintyneiden puutteiden korjaamiseksi tehokkuutta suositellaan parannettavaksi tuloilman sisäänpuhalluksen suuntauksella. Sisääntuloeteisen 181 käytävän ilmanvaihdon tehokkuuden parantaminen edellyttää tuloilmalaitteen asentamista käytävään.





- **Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat paine-erot**

- Ilmanvaihtojärjestelmä ei aiheuttanut tehtyjen mittausten mukaan merkittäviä paine-eroja rakennukseen.
- Voimistelusalin alustatilan alipaine oli tutkimushetkellä riittävä, vaikka toinen imuri oli epäkunnossa. Voimistelusalin alla olevan alustatilan korvausilma tulisi järjestää hallitusti ulkoa esimerkiksi ilmanvaihtokonehuoneen kautta. Riittävästä alipaineesta tulee huolehtia myös mahdollisten muutostöiden jälkeen.



Akustiikkalevyn aistinvarainen arviointi



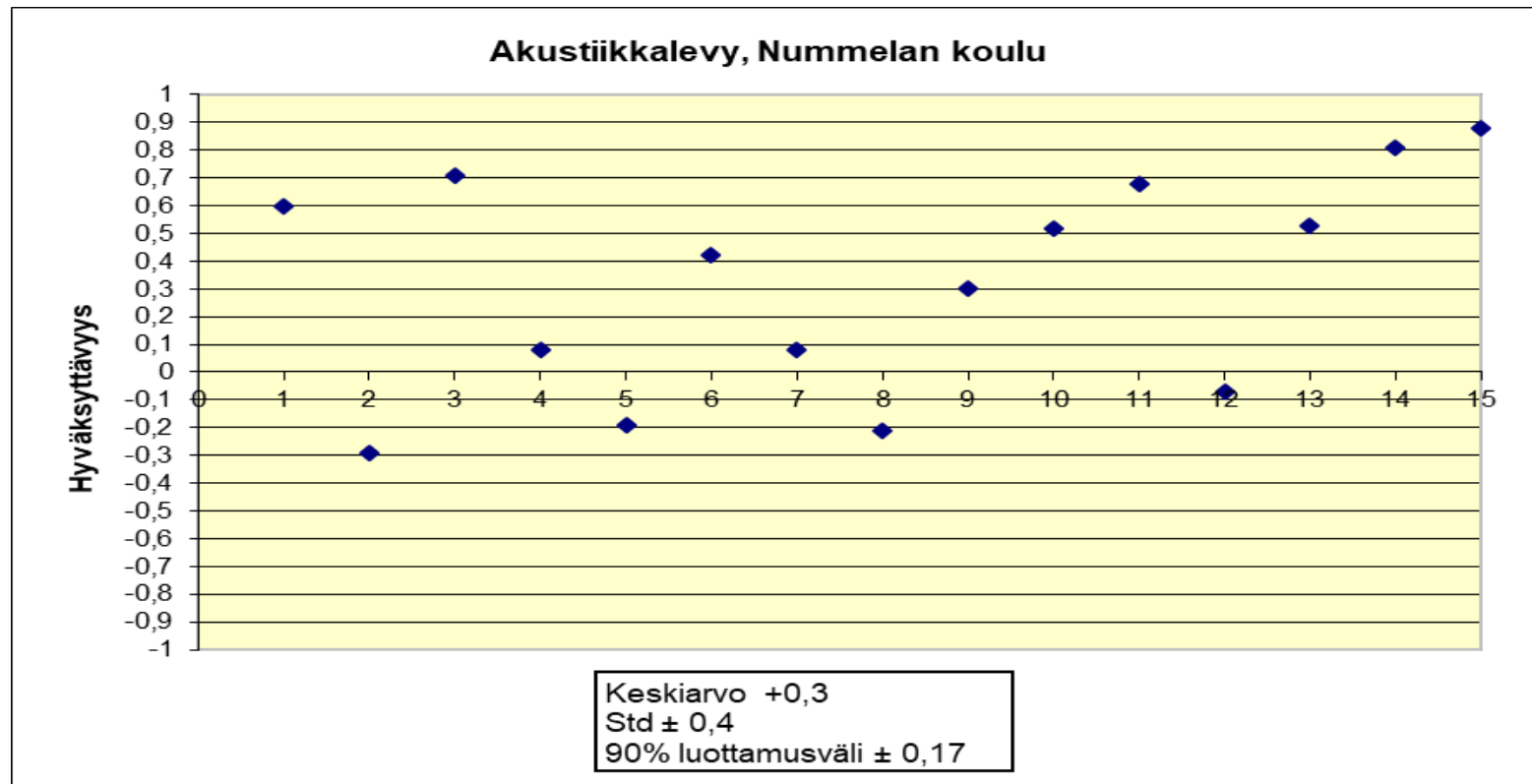
- Aistinvarainen arviointi suoritettiin nk. puhdasilmakammiossa, LT 23°C, RH50%, IVK 0,5h⁻¹. Takapinta peitettiin.



15 henkilöä arvioi kammioilman hajun hyväksyttävyyttä sisäilman laadun kannalta (-1.....+1, täysin ei-hyväksytty...täysin hyväksytty)



- Haju on keskimäärin hyväksytty sisäilman laadun kannalta. Haju voi kuitenkin aiheuttaa yksittäisiä valituksia.





- Rakennetutkimuksessa havaittiin paikallisia ilmavuotokohtia tai ilman virtausta rakenteista.
- Rakenteen kosteudet olivat alhaiset.
- Sisäilman ja tuloilman VOC-pitoisuudet olivat alhaiset.
- Ilmamäärät ovat pääasiaassa riittävät mutta ilmanvaihto paikoitellen epätasapainossa.
- Kanaviston ja tuloilmapäätelaitteen epätiiveyskohdista voi kulkeutua mineraalivillakuituja ja hajua.
- LTO laitteen kautta voi kulkeutua epäpuhtauksia tuloilmaan.
- Viemärinhajua havaittiin IV-konehuoneessa ja siivouskomerossa.





Suosituksat jatko-toimenpiteille, Nummellan koulu

- Tuloilmakanavan ja tuloilmalaitteen liitoskohdat tulee tiivistää.
- Viemärin tuuletuksen ja ilman kulkeutumisen selvittäminen tarkemmin.
- Viemäroinnin huolto ja ylläpito varmistettava.
- Viemärijärjestelmän kunto ja tiiveys tulisi tarkistaa ml. rasvanerotuskaivot ja liittymien kunnalliseen viemäriverkkoon.
- Ilman sisäänoton ja tuuletusviemärin etäisyyttä tulee lisätä.
- Järjestelmällinen sisäilmakysely: oireet, sijainti, ajankohta

