



Lepolan koulu tiivistyskorjausten laadunvarmistustarkastukset

Tutkimusraportti

18.11.2022

Projekti 316801_4



Asiakas

Tuusula Kunnan Tilapalvelut

Yhteyshenkilö
Pertti Elg

Tutkimusten tekijä

WSP Finland Oy
Pasilan asema-aukio 1, 00510 Helsinki
Puh. 02 078 6411
Y-tunnus: 0875416-5
www.wsp.com

Vastuuhenkilö

Peter Mandelin
Puh. 050 343 0967
peter.mandelin@wsp.com

Kohde:

Lepolan koulu
Visantie 1
05400 JOKELA

Tutkimuspäivä 19.9.2022

18.11.2022

Tiivistelmä

Lepolan koulun tiivistyskorjausten laadunvarmistusraportissa 12.5.2022 WSP havaittiin puutteita, jotka korjattiin kesällä 2022.

Raportissa esitettiin korjauksia mm.

- Liikuntasalin pilarijuurien tiivistys ilmanpitäviksi tiiveyskorjausmenetelmällä. Lattian ja ulkoseinän liittymän tiivistyskorjaus
- Käytävän 118 katon höyrynsulkurakenteen korjaukset sekä eristevidojen kuitujen sitominen pölynsidonta-aineella pinnoittamalla.
- Käytävän 118 sähkökeskuksen 126 katto on tiivistetty XPS levyllä ja alumiiniteipillä, mutta tilan kattorakenteen höyrynsulkuliittymät tulee selvittää.

Luokkahuoneiden merkkiainekokeet

- Ikkunaliittymät ja ikkunalauda tulee korjata tiivistyskorjaukseen tarkoitetuilla tuotteilla kuten tiivistysnauhat ja massat.
- Patterin kannakkeen pultin läpivienti voidaan tiivistää massalla.
- Kellarin ilmayhteydet hormikanavan osalta tulee tiivistää
- Pystyhormin liittymien tiiveydet kerroksissa on tarkistettava ja tarvittaessa tiivistettävä

Lisäksi tarkastuksessa tarkasteltiin kellaritiloihin asennetun poistoilmakanaviston toiminta, mittaamalla paine-ero kellarin ja porraskäytävän välillä.

Tässä raportissa arvioitiin tehtyjen korjaustoimien onnistumista merkkiainekokein sekä tarkastelemalla tehdyt korjaustyöt.

Tulokset

Korjaustyöt on kohdistettu edellisen raporttiin nähden hyvin. Korjauksia on tehty toimenpidesuosituksen mukaisesti. Työn jälki on laadultaan hyvä. Tarkasteluja tehtiin myös uusille alueille, joita ei ole tarkastettu aikaisemmin (luokkahuone 310), jossa havaittiin merkittävimmät puutteet.

- Liikuntasalin pilarin juuret ja seinän väliset raot on tiivistetty massalla. Tiivistystyö on laadultaan tasaista eikä tiiveyskokeissa havaittu merkittäviä vuotoja.
- Sähkökaapin 126 kattoon asennettu XPS-levyn liittymäpinnat olivat tiiviit, mutta sähköläpivientien sähköputkien kautta mitattiin ilmapuotoja.
- Käytävän 118 eristevidojen pölynsidontakäsittelystä ei saatu tietoa.
- Luokkahuoneen 103 tiivistyskorjatut ikkunalaudan alapuoliset tiivistykset todettiin hyväksi, eikä ilmapuotoja havaittu.
- Luokkahuoneen 303 ikkunalaudan alapuolet oli tiivistetty. Mittauksissa havaittiin pisitemäisiä vuotoja. Koeikkunan kiviaineisessa ikkunalaudassa oli halkeama, josta havaittiin vuotoa. Patterin seinäkiinnikkeitä ei ole tiivistetty ja niistä havaittiin vuotoja.
- Tekstiililuokan 310 koeikkunan ikkunaliittymistä havaittiin vähäistä vuotoa. Huoneen seinärakenne on erilainen kuin muissa luokkahuoneissa. Pintalevynä on kovalevyn

18.11.2022

kaltainen ohut levytys ja seinän levytys katon liittymässä on tiivistämättä. Merkkiaineella todettiin merkittävää vuotoa koko katonrajan liittymän alueelta.

- Kellaritilojen alipaineisuus tarkastettiin mittaamalla porraskäytävän ja kellarin välistä paine-eroa tallentavalla mittarilla päivän aikana. Kellarin on asennettu ilmanvaihtokanavisto, joka on haaroitettu ei puolille kellaritiloja. Kellarin sisäilma aistittiin hyväksi. Aamupäivällä tilan käytön takia paine-ero vaihteli ylipaineisesta alipaineiseksi. Iltapäivästä alipaineisuus kasvoi ja kellaritilat pysyivät alipaineisina. Saatujen tietojen mukaan kellaritilassa pitäisi olla paine-eroseuranta. Huolto vahvisti, että kanavapuhallin on asennettu ja käytössä ja siinä on tällä hetkellä manuaaliohjaus. Laitteistoa ei vielä ole liitetty taloautomaatioon.

Toimenpide-suositukset

- Sähkökaapin 126 kattolevyn sähköputkien päät suositellaan tiivistettäväksi. Levyn läpiviennit tiivistetään massalla.
- Luokkahuoneen 303 ikkunalaudat tiivistetään uudelleen ja ikkunalautalevyn halkeama tiivistetään sopivalla liimalla, esim. kapilaarisesti tunkeutuva liima.
- Luokkahuoneen 303 patterikannakkeet tiivistetään liimamassalla. Patterin kannakkeen pultin läpivienti voidaan tiivistää massalla.
- Luokkahuone 310 seinälevytykset tiivistetään katonrajaan tiivistysmassalla.

WSP Finland Oy

Laatinut

Tarkastanut

Peter Mandelin
Asiantuntija, RTA
Korjausrakentamisen palvelut

Riitta Katajamaa
Projektipäällikkö, RTA
Korjausrakentamisen palvelut

Sisällysluettelo

| | |
|---|-----------|
| 1. Tutkimuskohde ja lähtötiedot | 6 |
| 1.1. Yleistiedot | 6 |
| 1.2. Tutkimuksen tausta ja tehtävä | 6 |
| 1.3. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus | 6 |
| 2. Tutkimusmenetelmät | 6 |
| 3. Merkkiainekokeet | 6 |
| 3.1. Tiiveyskorjausten laadunvarmistusten kriteerit | 7 |
| 3.2. Merkkiainekokeiden tulokset | 7 |
| 3.3. Toimenpidesuositukset | 9 |
| 3.4. Sähkökaappi 126 | 9 |
| 3.5. Toimenpidesuositukset | 9 |
| 3.6. Luokkahuone 104 | 10 |
| 3.7. Toimenpidesuosituksia | 10 |
| 3.8. Luokkahuone 303 | 11 |
| 4. Kellaritilat | 13 |
| 4.1. Paine-eromittaukset | 13 |

1. Tutkimuskohde ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Kohde: Lepolan koulu
Visantie 1, 05400 Jokela

Tutkimuksen kohteena on vuoden 2009 laajennetun Lepolan koulurakennuksen vanha osan nk. Kivikoulu (rv. 1918 laajennus 1984 liikuntasali sekä liittyvät tilat.) Rakennus on betonirunkoinen tiiliverhoiltu ja julkisivut ovat rapattuja. Rakennuksessa on kaksi maanpäällistä kerrosta, kellarikerros ja ullakko. Kohteessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. Tutkimus on toteutettu tutkimussuunnitelman mukaisesti ja rajoittuu suunnitelman tiloihin.

1.2. Tutkimuksen tausta ja tehtävä

Koulussa on tehty korjaustoimia aikaisemman tutkimusraportin pohjalta (WSP Finland Oy)

- Raportti Lepolan koulu, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 9.9.2020.
- Lepolan koulu tiivistyskorjausten laadunvarmistus tutkimusraportti 12.5.2022

Toimeksianto sisältää laadunvarmistustehtäviä, joilla mitataan korjausten onnistumista.

1.3. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Tutkimus toteutettiin tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tutkimuksessa tehtiin lisäksi aistinvaraisia havaintoja sekä lisämittauksia terveystarkastajan pyynnöstä.

2. Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa huomioitiin korjattujen tilojen tiiveyksiä tai niiden puutteita merkkiainekokeilla sekä aistinvaraisin havainnoin. Paine-eroja kellarin ja sisätilojen välillä mitattiin sekä hetkellisesti että tallentavalla mittalaitteella.

3. Merkkiainekokeet

Koulun tiloissa tehtiin laadunvarmistusmittauksina merkkiainekokeita tutkimussuunnitelman mukaisesti. Merkkiainekokeessa käytetään kaasua, joka on vedyn ja typen seosta (H_2 5 % / N_2 95%). Tiiveysmittaus tehtiin ohjekortin mukaan 10 Pa alipaineessa. Tutkittavat tilat alipaineistettiin Retrotec tiiviysmittauslaitteistolla. Kokeessa ulkoseinän eristetilaan syötettiin merkkiainekaasua, jonka annettiin tasaantua eristerakenteessa. Alipaineisuutta ylläpidettiin koko mittauksen ajan. Tilan liityntäpinnat ikkuna-aukko sekä läpivientien tiiveydet tutkittiin merkkiaineanturilla.

3.1. Tiiveyskorjausten laadunvarmistusten kriteerit

Merkkiainekokeiden ilmapuotoja käsitellään raportissa RT-kortin ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” mukaisella jaottelulla. Jaottelussa ilmapuodot jaotellaan pistemäiseksi, vähäiseksi ja merkittäväksi.

Ohjekortissa RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein kerrotaan edellä mainittujen pistemäinen, vähäinen ja merkittävän ilmapuodon perusteet.

Pistemäinen ilmapuoto: on epätiiveyskohta, jonka koko on 1... 2 mm.

Vähäinen ilmapuoto: on heikko ilmapuoto, jonka pituus on 2...1000 mm. Vähäisessä ilmapuodossa ei kuitenkaan näy selkeää rakoa rakenteissa.

Merkittävä ilmapuoto: on laaja-alainen puoto yli 1000 mm pitkä. Lisäksi suureksi ilmapuodoksi luokitellaan näkyvästi havaittavat raot.

3.2. Merkkiainekokeiden tulokset

3.2.1. Liikuntasali

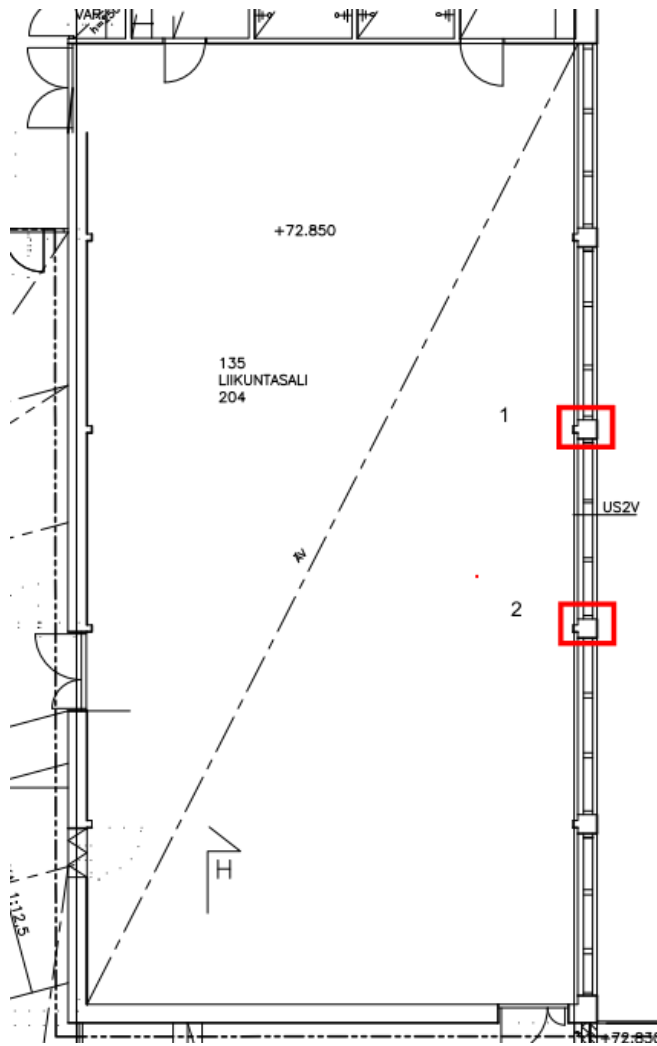
Liikuntasalin laadunvarmistusmittauksessa tarkastettiin tiiveyskorjauksen laatua arvioimalla pilarinjuurien ja pilarintaustojen tiivistyksiä. Kahdesta pilarista tehtiin merkkiainekokeet tiiveystason arvioimiseksi.

Aistinvaraisessa tarkastelussa tiivistystyö on toteutettu tiivistysmassalla, tiivistämällä pilarin ja tiiliseinän sauma. Työ on tehty huolellisesti ja jälki on tasaista. Tiivistys on tehty pilarien yläosiin saakka.

Mittauksissa havaittiin vähäistä pistemäistä puotoa pilarin seinän vastaisten lattian kulumista lattialestoitusten kohdilta. Puotoa havaittiin myös toisen pilarin puuhalkeamasta.

Ilmapuoto arvioitiin vähäiseksi. Aistinvaraisessa tarkastuksessa ei havaittu poikkeavia haajuja puotojen alueilla ja sisäilman laatu oli hyvä.

18.11.2022



Kuva 1 Liikuntasalin merkkiainekokeen tutkimuskartta



Kuva 2 Pilarinjuuren 1 tiivistys on hyvä. Pilarin ja seinän tiivistys on hyvä.



Kuva 3 Pilari 2 lattia-ajan kulmassa pistemäinen vuoto. Pilarin halkeamassa pistemäinen vuoto. Tiivistystyö on tehty hyvin.

18.11.2022

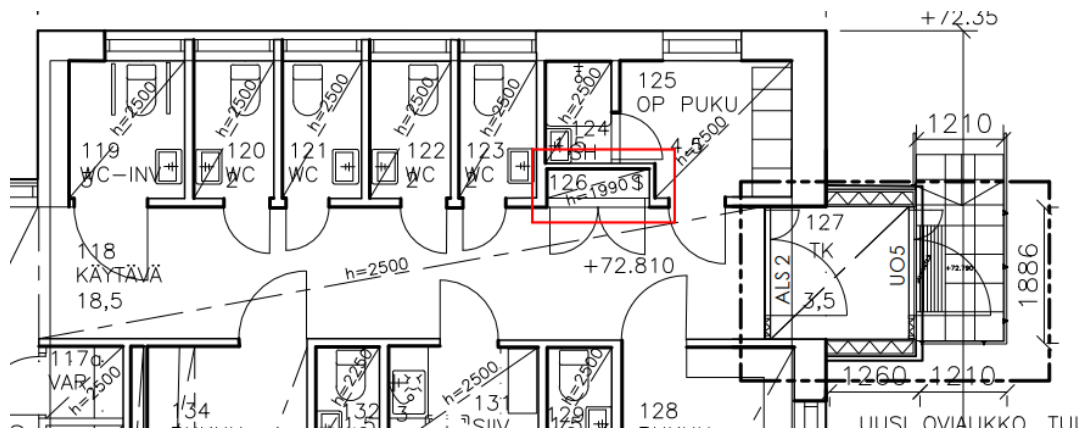
3.3. Toimenpidesuosituksset

Havaitut ilmavuodot olivat pistemäisiä ja vähäisiä. Hajuhavaintoja ei ollut.

- Ei toimenpiteitä.

3.4. Sähkökaappi 126

Liikuntasalin päädyn sähkökaapin katon tiivistys oli toteutettu alumiinipintaisella XPS-levyllä. Levy on tiivistetty rakenteisiin alumiiniteipillä. Levyn läpivienteinä on sähköputkia, jotka ovat tiivistetty alumiiniteipillä. Merkkiaine syötettiin levyn yläpuoliseen tilaan ja vuodot paikallistettiin anturilla.



Kuva 4 Sähkökaapin tutkimuskartta



Kuva 5 Katon levy tiivistetty alumiiniteipillä. Teip-paukset ovat tiiviit



Kuva 6 Merkkiainevuotoja havaittiin läpivienneistä ja sähköputkien kautta.

3.5. Toimenpidesuosituksset

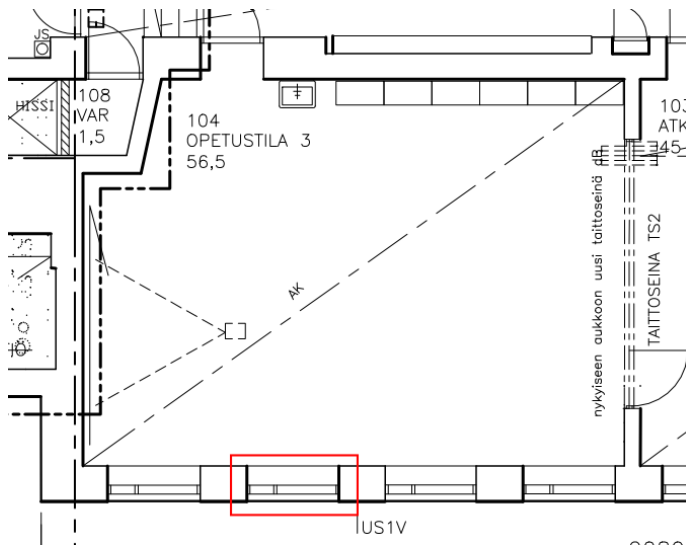
- Sähkökaapin 126 kattolevyn sähköputkien päät suositellaan tiivistettäväksi. Levyn läpiviennit tiivistetään massalla.

18.11.2022

3.6. Luokkahuone 104

Luokkahuoneesta valittiin korjaussuosituksen saanut ikkunaosuus. Yleisessä tarkastelussa havaittiin, että tiivistystyönä oli tehty lisätiivistyksiä tiivistysmassalla ikkunalaudan alapuolen osalta. Patterikannakkeissa ei havaittu lisätiivistyksiä eikä yläpuolelta silmä-määräisesti havaittu karmiliittymistä lisätiivistyksiä.

Merkkiainekokeissa todettiin, että alapuolisella lisätiivityksellä rakenteesta ei havaittu vuotoja. Aistinvaraisesti tarkasteltiin luokan muut ikkunat ja todettiin tiivistystyö samanlaisiksi. Työn jälki oli tasainen eikä saumoissa näkyneet puutteita.



Kuva 7 Luokkahuoneen 104 tutkimuskartta



Kuva 8 Ikkunalaudan alapuolelta on tiivistetty ja työn jälki on hyvä. Mittauksissa ei havaittu vuotoja.



Kuva 9 Toisen ikkunan tiivistys on samankaltainen.

3.7. Toimenpidesuosituksia

Mittauksissa ei havaittu korjatuilla alueilla ilmapuottoja.

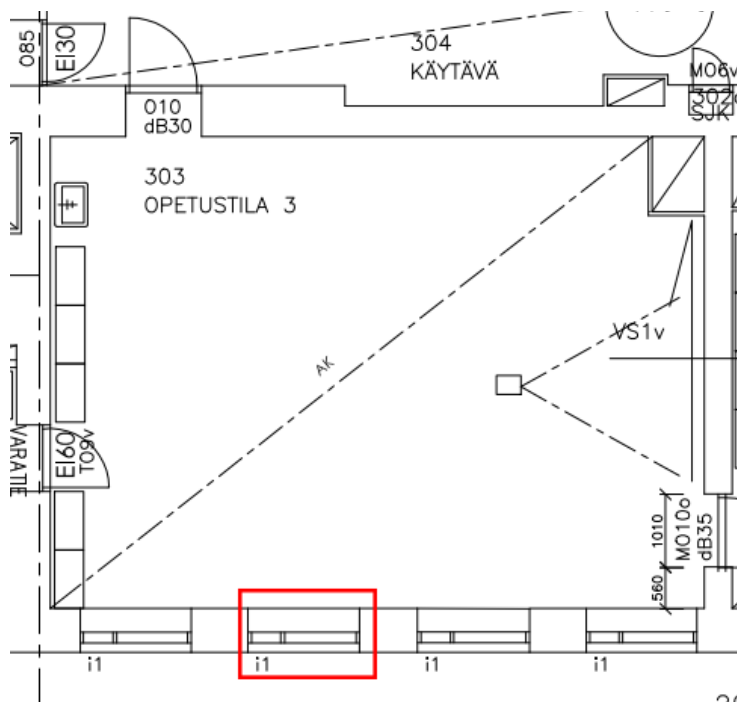
- Ei toimenpiteitä

18.11.2022

3.8. Luokkahuone 303

Tarkistusmittaukseen valittiin edellisen mittauksen perusteella ikkuna, jossa aikaisemmin havaittiin ilmavuotoja.

Ikkunaliittymistä ei havaittu ilmavuotoja. Ikkunalaudan osalta yläpuolista ilmavuotoa esiintyi halkeaman alueelta. Patterikannakkeissa ei ollut tiivistysmassaa ja vuotoa havaittiin. Ikkunalaudan alapuolisessa tiivistyksessä oli rakoja ja pieniä reikiä, joista havaittiin ilma- vuotoa ikkunalaudan halkeaman kohdalla.



Kuva 10 Tutkimuskartta luokka 303

18.11.2022



Kuva 11 Ikkunalaudassa halkeama, jossa havaittiin ilmavuotoa



Kuva 12 Molemmat patterikannakkeet vuotavat



Kuva 13 ikkunalaudan halkeaman alapuolen kohdalla ilmavuotoa.

3.8.1. Toimenpidesuosituksia

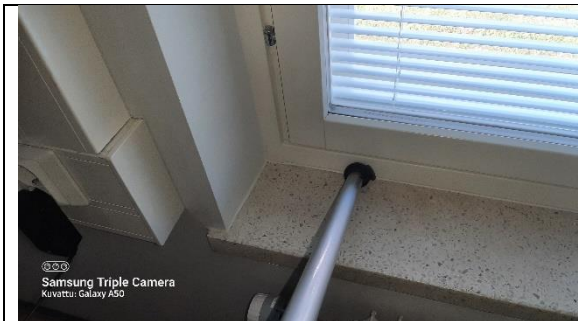
- Ikkunalaudan halkeama tulee korjata tiivistyskorjaukseen tarkoitetuilla tuotteilla esim. kapillaarisella liimalla.
- Patterin kannakkeen pultin läpivienti ja kannake tiivistetään massalla.

18.11.2022

3.9. Tekstiililuokan 310 ulkoseinien tiiveystarkastelu

Tekstiililuokan merkkiainekokeissa merkkiaine syötettiin massiiviseinän rakenteisiin ikkunan alapuoliseen rakenteeseen poratun reiän kautta. Merkkiainekokeessa havaittiin vähäistä vuotoa ikkunalaudan ja ikkunakehyksen alaliittymistä.

Luokkahuoneen seinärakenne poikkeaa muiden luokkien rakenteesta. Seinät on koteloitu ohuella levyrakenteella, joka on kovalevyn kaltaista. Levytys ulottuu katon rajaan saakka. Merkkiainetta havaittiin seinän ja katon liittymistä, jotka eivät ole tiivistettyjä. Ilmavuoto on kokoluokaltaan merkittävä. Lattianrajasta ei havaittu vuotoja.



Kuva 14 Vähäistä ilmavuotoa ikkunakehyksien alareunoista.



Kuva 15 Seinän levytys on auki katonrajasta. Merkkiaine virtaa alakattorakenteeseen.

3.9.1. Toimenpidesuositus luokka 310

Katonrajan levysaumojen ilmavuodot tiivistetään ilmanpitäväksi koko luokassa.

4. Kellaritilat

4.1. Paine-eromittaukset

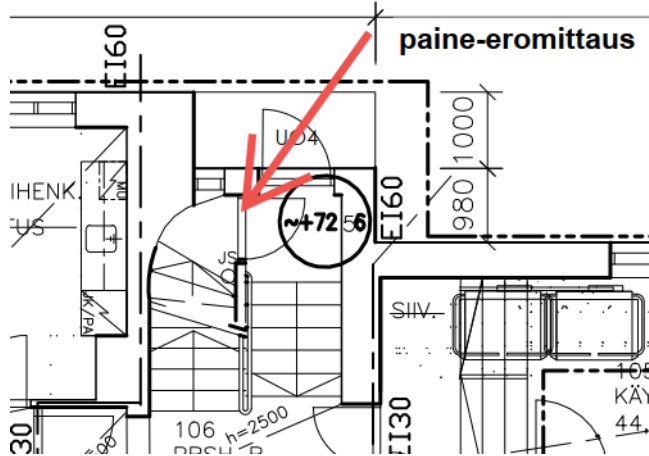
Kellarin asennetun poistoilmakanaviston toimintaa tarkastettiin paine-eromittauksella tilojen välillä. Mittalaite on tallentava paine-eromittari. Kanaviston tarkoitus on pitää kellaritila alipaineisena ja estää ilman vuodot rakennuksen sisätiloihin.

Kellarin kanavisto ulottuu eri huonetiloihin sekä kellarin hormiin ja kanaaliin.

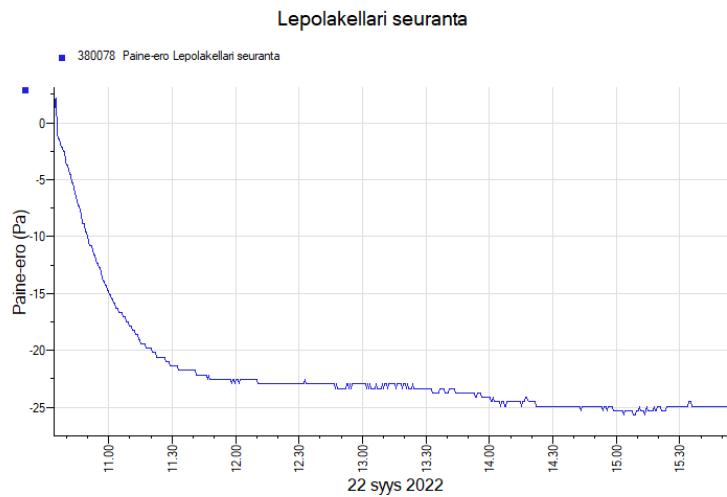
Aistinvaraisessa tarkastelussa kellaritilojen sisäilman laatu oli hyvä. Alipaineisuuteen vaikuttaa kellaritiloihin johtavat kulkuyhteydet. Ovien ollessa auki alipainetta ei pääse syntymään kaikissa tiloissa. Poikkeuksena rakennuksen pystyhormi, joka on rakenteeltaan suljettu ja joka pysyy alipaineisena.

Mittauksen alkuvaiheessa paine-ero kellarin ja porraskäytävän välillä oli hieman ylipaineinen. Päivän edetessä kellari oli kuitenkin selvästi alipaineinen. Alipaineisuus kasvoi, kun kellarin ulko-ovet olivat suljettuina. Kellaritiloissa säilytetään koulun ulkoilutarvikkeita.

18.11.2022



Kuva 16 Paine-eromittari asennettu kellarin ja porraskäytävän välille.



Kuva 17 Paine-ero kellarin ja porrashuoneen välisen oven yli.

Paine-ero pysyi mittauksen aikana alipaineisena. Mittaukset tehtiin samaan aikaan kun rakennuksessa tehtiin merkkiainekokeita, jolloin todellinen paine-ero on 10 Pa pienempi kuin mitä kuvaaja osoittaa. Mittausjakson aloituksesta noin 1 h jälkeen rakennus oli mitausten aikana alipaineistettu.

Saatujen tietojen mukaan kellarin alipaine puhallin on varustettu manuaalitoimisella, on/off-kytkimellä. Puhallinta ei ole vielä lisätty taloautomaatioon eikä sen ohjausjärjestelmiin.

4.1.1. Toimenpidesuositukset

- Ei toimenpiteitä

18.11.2022

Mittausten perusteella kellaritilat ovat nyt alipaineisia sisätiloihin nähden. Edellisessä tutkimuksessa havaittiin tilassa 306 (tarvikevarasto), ilmavuotoa kellariin syötetyn merkkiaineen nousua hormissa yläkerrokseen. Pystyhormin alipaineistaminen estää hormivaikutuksen syntymisen pystyhormissa. Tämän perusteella voidaan todeta, että korjaustoimet ovat onnistuneet.