Sisäilma- ja kosteustekninen tutkimus

Päiväys	20.4.2021
Projekti	Sisäilma- ja kosteustekninen tutkimus
Tilaaja	As Oy Linnoituskuja 1 ja Vantaan kaupunki, Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat
Kohde	Linnoituskujan päiväkoti, Linnoituskuja 1, 01280 Vantaa



Sisältö

1 Tiivistelmä 5

2 Yhteystiedot 7

2.1 Kohde 7

2.2 Tilaaja 7

2.3 Tutkimuksen toteuttajat 7

3 Tutkimuksen perustiedot 8

3.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet 8

3.2 Lähtötiedot 8

3.3 Kohteen yleistietoja 8

3.3.1 Aikaisemmin suoritetut tutkimukset ja korjaukset 10

4 Yleistä tutkimuksesta 10

4.1 Tutkimusten laajuus 10

4.2 Suoritetut tutkimukset ja mittaukset 10

4.3 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet 10

5 Julkisivut ja piha-alue 12

5.1 Rakenteesta tehdyt havainnot 12

5.2 Rakenteelle toteutetut tutkimukset ja mittaukset 16

5.2.1 Kosteusmittaus 16

5.3 Johtopäätökset 16

5.4 Toimenpide-ehdotukset 16

5.4.1 Korjausehdotus, huoltokorjaus 16

5.4.2 Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet 17

5.4.3 Toimenpiteiden yhteydessä huomioitavat asiat 17

6 Alapohjarakenne 18

6.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset 18

6.2 Rakennetyypit 18

6.3 Rakenteesta tehdyt havainnot ... 19

6.4 Rakenteelle toteutetut tutkimukset ja mittaukset ... 25

6.4.1 Kosteusmittaus ... 25

6.5 Johtopäätökset ... 27

6.6 Toimenpide-ehdotukset ... 27

6.6.1 Korjausvaihtoehto A, siirtävä korjaus ... 27

6.6.2 Korjausvaihtoehto B, peruskorjaus ... 28

6.6.3 Toimenpiteiden yhteydessä huomioitavat asiat ... 28

7 Väliseinärakenne ... 29

7.1 Rakennetyypit ... 29

7.2 Rakenteelle toteutetut tutkimukset ja mittaukset ... 30

7.2.1 Kosteusmittaus ... 30

7.3 Johtopäätökset ... 31

7.4 Toimenpide-ehdotukset ... 31

7.4.1 Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet ... 31

8 Sisäilmasto ja ilmanvaihto ... 32

8.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset ... 32

8.2 Ilmanvaihtojärjestelmät ... 32

8.2.1 Järjestelmän kuvaus ... 32

8.2.2 Ilmanvaihtokoneet ... 32

8.2.3 Kanavistot ja päätelaitteet ... 37

8.2.4 Ilmamäärämittaukset ... 39

8.3 Teolliset mineraalikuidut ... 40

8.3.1 Mineraalikuitujen määritys ... 40

8.4 Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus ... 40

8.4.1 Sisäilman olosuhdemittaukset ... 40

8.4.2 Paine-eromittaus ... 41

8.5 Johtopäätökset 43

8.6 Toimenpide-ehdotukset 43

8.6.1 Kiireelliset korjaustarpeet 43

8.6.2 Korjausvaihtoehto, ilmanvaihdon tasapainotus 44

9 Koonti toimenpide-ehdotuksista 45

9.1 Ensisijaiset korjaustoimenpiteet 45

9.2 Vaihtoehtoiset korjaustoimenpiteet 45

10 Liitteet 46

1 Tiivistelmä

Alapohjarakenteissa merkittävin sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on lattiapinnoitteena käytetyssä linoleumin alapinnassa aistinvaraisesti havaitut paikalliset kosteus- ja mikrobivauriot. Koska vaurioituneista lattiapäällysteistä voi vapautua epäpuhtauksia sisäilmaan, on korjaustoimenpiteinä esitetty kosteus- ja mikrobivaurioituneiden lattiapinnoitteiden ja tasoitekerrosten uusimista. Koska lattiapinnoitteessa havaittujen vaurioiden arvioidaan olevan ensisijaisesti seurausta maaperästä väliseinän perustuksia pitkin alapohjarakenteeseen kulkeutuneesta kosteudesta, on myös alapohja- ja väliseinärakenteille esitetty eri asteisia korjaustoimenpiteitä, joiden tarkoituksena on estää uusien lattiapinnoitteiden kosteus- ja mikrobivaurioituminen.

Alapohjassa havaittuja muita sisäilmaan mahdollisesti vaikuttavia epäkohtia ovat alapohjassa olevien tarkastuskaivojen epätiiviit kansistot sekä alapohjarakenteessa olevat tiivistämättömät viemäri- ja sähköputkien läpiviennit. Ilmanvaihtojärjestelmällä tilaan tarkoituksellisesti muodostetun alipaineen seurauksena voi maaperästä kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan alapohjarakenteessa olevien epätiiveyskohtien kautta. Maaperästä sisäilmaan kulkeutuvien epäpuhtauksien estämiseksi on alapohjarakenteiden korjaustoimenpiteissä esitetty myös alapohjarakenteissa tyypillisten epätiiveyskohtien tiivistystä.

Julkisivu- ja ulkoseinärakenteissa merkittävin mahdollinen sisäilmaan vaikuttava tekijä on ulkoseinäelementtien alareunojen mahdolliset mikrobivauriot. Merkittävimmät ulkoseinärakenteiden mahdolliseen mikrobivaurioitumiseen vaikuttavia epäkohtia ovat perusmuurista puuttuva vedeneristys, ympäröivän maanpinnan korkea taso suhteessa alapohja- ja ulkoseinärakenteisiin sekä ulkoseinän betonisandwich-elementtien saumoissa tuuletuskoteloiden kohdalla havaitut epätiiveydet. Tutkimuksessa havaittujen epäkohtien ja vaurioiden perusteella arvioidaan ulkoseinärakenteiden alaosiin kohdistuvan aika ajoin huomattavaa kosteusrasitusta. Kosteusrasituksen kestosta ja lämpöolosuhteista riippuen on sandwich-elementissä käytettyyn mineraalivillaan mahdollista muodostua asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvustoa. Mahdolliseen vaurioriskiin perustuen on myös ulkoseinärakenteille esitetty suoritettavaksi korjaustoimenpiteitä alapohjarakenteiden siirtävien korjaustoimenpiteiden yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksissa havaittiin puutteita rakennusautomaation ohjauslaitteessa, ilmanvaihdon kanavapuhtaudessa, ilmanvaihtokanaviston tarkastusluukkujen määrässä ja sijoittelussa. Myös osa päätelaitteista ovat asennukseltaan ja lukumäärältään puutteelliset. Lisäksi havaittiin mitattujen huonekohtaisten ilmamäärien toteutumassa suurta poikkeamaa suunniteltuihin ilmamääriin verrattuna, joista merkittävä ilmamääräpuute huoneessa 20 (johtajan huone).

Ilmanvaihdon riittävyyden ja toiminnan arvioimiseksi suoritettiin tutkimusten yhteydessä sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittauksia, joka sisälsi sisäilman olosuhdemittauksia sekä paine-eromittauksia ulkoilmaan. Sisäilman olosuhdemittausten mittausajanjaksolla havaittiin sisäilman lämpötilassa asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisen toimenpiderajan alituksia, joiden kuitenkin voidaan katsoa liittyvän kiinteistön vesikiertoisen lämmityspatteriverkoston vajaatehoiseen toimintaan tutkimusjaksolle ajoittuneen pakkasjakson aikana. Sisäilmasto-olosuhteiden tarkastele-

miseksi selvitettiin tutkimuksissa myös teollisten mineraalikuitujen esiintymistä. Huoneista kerättyjen laskeumapölynäytteiden asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukainen toimenpideraja (0,2 kuitua/cm²) teollisille mineraalikuiduille ei tutkimuksessa ylittynyt.

Ilmanvaihdon osalle on ehdotettu koko ilmanvaihdon järjestelmän puhdistusta ja säätöä, päätelaitteiden asennusten tarkastusta, puhdistusluukkujen lisäämistä sekä rakennusautomaation uusimista.

2 Yhteystiedot

2.1 Kohde

Linnoituskujan päiväkoti,
Linnoituskuja 1,
01280 Vantaa

2.2 Tilaaja

As Oy Linnoituskuja 1
c/o Isännöitsijätoimisto Maikoski Oy
Vernissakatu 4
01300 Vantaa
Teemu Vainio

Vantaan kaupunki,
Kaupunkiympäristö,
Kiinteistöt ja tilat
Asematie 10A
01300 Vantaa
Piia Markkanen, Sisäilmakoordinaattori

2.3 Tutkimuksen toteuttajat

Sitowise Oy puh. 020 747 6000
Linnoitustie 6
02600 Espoo

Heikki Nurmi, ins. AMK
puh 044 427 9336
email heikki.nurmi@sitowise.com

Joona Vauhkonen, ins. AMK, KVKT (FISE), RTA (C-25014-26-19)
puh 040 8330 271
email joona.vauhkonen@sitowise.com

Harri Nykänen
puh 040 833 0256
email harri.nykanen@sitowise.com

Lauri Sinelampi, DI
puh 040 833 0275
email lauri.sinelampi@sitowise.com

3 Tutkimuksen perustiedot

3.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Päiväkodin henkilökunta on kokeneet kohteen sisäilmaolosuhteet tavanomaisesta poikkeaviksi. Toimeksiannon tarkoituksena on kartoittaa päiväkotirakennuksen sisäilmatilannetta ja korjaustarpeita.

Tutkimuksen kenttätyöt tehtiin 11.1.2021. Seurantamittaukset ja teollisten mineraalikuitujen laskentaa varten suoritettava laskeumanäytteenotto suoritettiin 11.–25.1.2021. Lisätutkimuksina sovituksi tehtävät rakennekosteusmittausten suoritettiin ajanjaksolla 22.–25.2.2021.

3.2 Lähtötiedot

Käytössä olleet piirustukset ja asiakirjat:

- Päiväkodin huippuimurin vuotokorjaus (piirustusnumero RAF3001) 2005
- **Päiväkodin perusparannuksen arkkitehti ja LVI-suunnitelmat** (arkistointinumerot 3-91-013/1–6; 3-91-013/015–041; 3-91-013/3/003, */100–101, */200–201, */300–303, */400–401, */500) 2004
- Päiväkodin keittiön muutos (arkistointinumero 3-91-013/013) 1999
- Päiväkodin tilamuutos (arkistointinumero 3-91-013/014) 1982
- **Alkuperäiset pää- ja arkkitehti, rakenne- ja LVI-suunnitelmat** (arkistointinumerot 3-91-013/7/001; 3-91-013/9/001–002; 3-91-013/9/004–007; 3-91-013/001–012, piirustusnumerot RAK-1, RAK-3, RAK-2464-2, *-2B, *-2C, LVI-2199-I1, LVI-2199-L5, LVI-2199-V2, *-V10, *-V11, *-R, *-R1) 1978

3.3 Kohteen yleistietoja

Rakennus on valmistunut vuonna 1978. Rakennuksessa on maantasossa oleva pohjakerros ja kolme asuinkerrosta. Pohjakerroksessa on tutkimuksen kohteena olevan päiväkodin lisäksi myös asuinhuoneistoja ja teknisiä tiloja.

Alkuperäisten pää- ja arkkitehtisuunnitelmien perusteella on rakennuksen kantava runkorakenne seinät-laatat- järjestelmä. Kantavat väliseinät ovat betonirakenteisia. Välipohjat ovat ontelolaattarakenteisia.

Ulkoseinät ovat betonisandwich-elementtejä, joissa julkisivupintana on pesubetonipinta. Rakennuksen päädyissä ovat ulkoseinäelementtien sisäkuoret kantavia. Kattotyyppinä on tasakatto, jossa katemateriaalina on kumibitumikermi. Parvekkeet ovat teräsbetonielementtirakenteisia. Parvekkeiden tuenta on järjestetty omille perustuksille ja sidonta on tehty todennäköisesti rakennuksen kantavaan runkoon.

Päiväkodin osalta on ilmanvaihtona koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Asuinhuoneistojen osalta on ilmanvaihto toteutettu koneellisella poistoilmanvaihdolla.

Käyttötarkoitus:	asuinkerrostalo
Rakennuksia:	1
Kerrosmäärä:	3+1
Kerrosala:	4 723 m^2
Huoneistoala:	3 456 m^2

Ilmanvaihto: koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto (päiväkoti)



Kuva 3.1 Asemapiirros, Linnoituskujan päiväkoti on rajattu piirrokseen sinisellä värillä.



Kuva 3.2. Yleiskuva päiväkodin rakennusosasta sisäpihalta kuvattuna.



Kuva 3.2. Yleiskuva päiväkodin rakennusosasta Valliraitilta kuvattuna.

3.3.1 Aikaisemmin suoritetut tutkimukset ja korjaukset

Tiedossa olevat tutkimukset ja korjaukset:

- Linnoituspolun puolelle rajoittuvan ulkoseinä- ja alapohjaliittymän tiivistyskorjaus, 2019
- Salaoja- ja pihan pintarakenteiden korjaus, 2016
- Päiväkodin perusparannus, 2004

4 Yleistä tutkimuksesta

4.1 Tutkimusten laajuus

Toimeksianto käsitti ainoastaan päiväkodin tiloihin rajoittuvat ulkovaippa- ja alapohjarakenteet sekä päiväkotia palvelevan ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset ja mittaukset.

4.2 Suoritetut tutkimukset ja mittaukset

Yksityiskohtaisemmat tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset ovat tutkimusraportin liitteenä (Liite 1).

Rakennetarkastukset

- Ulkovaipan aistinvarainen tarkastelu ulkoapäin, sekä piha-alue välittömästi rakennuksen vierellä
- Kaikkien sisätilojen aistinvarainen tarkastus
  - Vauriokartoitus ja korjauslaajuuden määrittäminen
  - Sisällä olevien luukkujen tarkastus (lattioissa, seinillä) 4 kpl

Kosteusmittaukset

- Pintakosteuskartoitus lattioista ja seinien alaosista koko päiväkodin alueelta.
- Viiltomittaus lattiapinnoitteen alapuolisen kosteuden selvittämiseksi, 4 kpl
  - Viiltomittauksen yhteydessä arvioidaan myös aistinvaraisesti lattiapinnoitteen alapuolisen rakenteen kuntoa.

Olosuhdeseurantamittaukset

- Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaukset (paine-ero, T, RH%, CO2), 3 huonetilaa, 2 viikon seuranta
- Paine-eron seurantamittaukset ulkovaipan yli, 3 huonetilaa, 2 viikon seuranta

Ilmanvaihtojärjestelmä ja kuitulähteet

- Kuitulaskeumanäytteet 3 kpl
- Tiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden toiminta, kunto, käyntiajat, kuitulähteet
- Ilmamäärämittaukset pistokokein 4 tilaa, vertaaminen suunnitteluarvoihin ja käyttäjämääriin

4.3 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet

- Pintakosteusilmaisin: Gann B 55 BL, teleskooppi + lukulaite BL UNI11

- Rakennekosteusmittaus: Vaisala HM40-näyttölaite + HMP42S-mittapäät, kalibroitu 8/2020
- Viiltomittaus: Vaisala HM40-näyttölaite + HM42-mittapäät, kalibroitu 12/2020
- Paine-ero: Tinytag TGPR-0704-dataloggeri, Produal PEL-DK-N-paine-erolähetin
- Sisäilmasto-olosuhteet: Rotronic CP11, kalibroitu 2/2020
- Ilmamäärämittari: VelociCalc 9565-monitoimimittari, Accubalance 8380-huppumittari

5 Julkisivut ja piha-alue

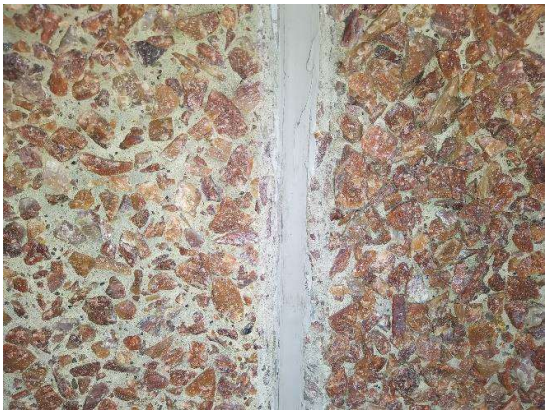
5.1 Rakenteesta tehdyt havainnot



Kuva 5.1. Yleiskuva päiväkodin rakennusosasta sisäpihalta kuvattuna. Maantasosta tehdyissä tarkastuksissa ei päiväkodin kohdalla olevissa tai sen yläpuolisissa julkisivuelementeissä havaittu silmin havaittavia vaurioita.



Kuva 5.2. Sisäpihalla on pohjakerroksen julkisivuelementin alareuna lähes ympäröivän maanpinnan tasossa. Tarkastusten perusteella on julkisivu- ja sokkelielementin välinen vaakasauma kova laastisauma.



Kuva 5.3. Maantasosta käsin tehtyjen tarkasteluiden perusteella ovat julkisivuelementtien saumaukset elastisia ja pääosin tiiviisti kiinni alustassaan.



Kuva 5.4. Tehdyissä tarkastuksissa havaittiin julkisivuelementtien saumauksissa epätiiveyttä ainakin pystysaumoissa olevien tuuletuskoteloiden kohdalla.



Kuva 5.5. Rakennuksen ikkunat ovat sisään aukeava, kaksipuitteisia ja kolmilasisia puu-alumiini-ikkunoita (MSE).



Kuva 5.6. Pistokoeluonteisesti tehtyjen mittausten perusteella on ikkunapeltien kallistukset noin 33˚. Tarkastuksissa ei ikkunoiden peitelistojen tai vesipeltien asennuksessa ja tiivistyksissä havaittu merkittäviä virheitä tai puutteita.



Kuva 5.7. Yleiskuva sisäpihalla olevasta porrashuoneen sisäänkäyntikatoksesta. Katoksen alapuolelta tehtyjen havaintojen perusteella katoksen vedeneristettä ei ole nostettu julkisivupinnalle. Katoksen ja julkisivuliittymän kohdalle on kuitenkin asennettu peltinen rintataite, jonka korkeus ei kuitenkaan ole tiedossa.



Kuva 5.8. Sisäänkäyntikatosten sadevedenpoisto on järjestetty syöksytorvia ja loiskekuppia ja lyhyttä avokourua pitkin rakennuksen seinustalle ja siitä edelleen pihan pintakallistuksia pitkin piha-alueelle.



Kuva 5.9. Yleiskuva päiväkodin rakennusosasta Valliraitilta kuvattuna. Maantasosta tehdyissä tarkastuksissa ei päiväkodin kohdalla olevissa tai sen yläpuolisissa julkisivuelementeissä ja parvekerakenteissa havaittu silmin havaittavia vaurioita.



Kuva 5.10. Tarkastuksen perusteella on rakennuksen vierustäyttönä käytetty salaojasoraa/-sepeliä. Pintarakenteiden ja rakennuksen seinustalla havaittujen kansistojen perusteella on rakennuksen ulkopuolinen salaojitus todennäköisesti uusittu lähimenneisyydessä. Silmämääräisessä tarkastuksessa ei sokkelin ulkopinnassa havaittu vedeneristettä.



Kuva 5.11. Valliraitin puolella on pohjakerroksen julkisivuelementin alareuna lähes ympäröivän maanpinnan tasossa. Tarkastusten perusteella on julkisivu- ja sokkelielementin välinen vaakasauma kova laastisauma.



Kuva 5.12. Päiväkodin keittiön kohdalta maantasosta tehtyjen havaintojen perusteella on tuulettuviin räystäsrakenteisiin asennettu sinkitty reikäpelti, jonka tarkoituksena on estää viistosateen ja tuiskulumen pääsy yläpohja- ja ulkoseinäliittymään.



Kuva 5.13. Yleiskuva päiväkodin rakennusosasta Linnoituspolulta kuvattuna. Maantasosta tehdyissä tarkastuksissa ei päiväkodin kohdalla olevissa tai sen yläpuolisissa julkisivuelementeissä ja parvekerakenteissa havaittu silmin havaittavia vaurioita.



Kuva 5.14. Maantasosta käsin tehtyjen tarkasteluiden perusteella on julkisivuelementtien saumauksia paikoin uusittu Linnoituspolun puoleisella julkisivulla. Aistinvaraisesti tarkasteltuna ovat saumaukset elastisia ja tiiviisti kiinni alustassaan.



Kuva 5.15. Linnoituspolun puoleisella julkisivulla on sokkelielementissä havaittavissa halkeamia ja betoniterästen korroosiovaurioita. Kyseisellä julkisivulla on julkisivu- ja sokkelielementin välinen kova laastisauma uusittu elastiseksi saumaksi.



Kuva 5.16. Linnoituspolun puolella parveketornin vesikatteen vedenpoisto on järjestetty syöksytorvia pitkin rakennuksen seinustalle ja siitä edelleen pihan pintakallistuksia pitkin pihalla olevaan sadevesikaivoon.

5.2 Rakenteelle toteutetut tutkimukset ja mittaukset

5.2.1 Kosteusmittaus

Kosteusmittaukset käsittivät ulkoseinärakenteiden alareunojen (h = 0,3 m) kosteuskartoituksen. Kosteuskartoituksessa ei ulkoseinärakenteiden alareunoissa havaittu normaalista poikkeavia pintakosteuden mittausarvoja. Kosteuskartoituksen havainnot on merkitty liitteenä oleviin paikannuspiirustuksiin (Liite 2).

5.3 Johtopäätökset

Julkisivurakenteissa havaitut sisäilmaan mahdollisesti vaikuttavat epäkohdat liittyvät ympäröivän maanpinnan tasoon, mikä yhdessä sokkelista mahdollisesti puuttuvan tai puutteellisesti toteutetun vedeneristyksen kanssa lisää sokkelielementtiin ja julkisivuelementin alareunaan kohdistuvaa kosteusrasitusta.[1] Myös elementtisaumoissa olevissa tuuletuskoteloissa havaitut epätiiveydet voivat aiheuttaa paikallista ja pistemäistä kosteusrasitusta erityisesti etelään rajoittuvilla julkisivuilla, joihin viistosade on tyypillisesti voimakkainta.[2]

Tarkastushetkellä sisäpuolelta ulkoseinien alareunoista tehdyissä kosteuskartoituksissa ei kuitenkaan havaittu normaalista poikkeavia pintakosteuden mittausarvoja, minkä arvioidaan olevan seurausta rakennuksen ulkopuolisesta salaojituksesta. Oikein toteutettuna salaojitus vähentää merkittävästi maaperästä sokkelirakenteisiin ja ulkoseinän alareunaan kohdistuvaa kosteusrasitusta. Huomioitavaa kuitenkin on, että seinärakenteen lämpö- ja kosteusolosuhteet voivat vaihtua vuodenaikojen mukaan. Tiedossa olevat tiivistyskorjaukset sekä Linnoituspolun puoleisella julkisivulla sokkelielementissä havaitut betoni- ja betoniterästen vauriot huomioiden ei erityisesti ulkoseinän alareunassa olevien laajempien kosteus- ja mikrobivaurioiden mahdollisuutta voida pois sulkea.

5.4 Toimenpide-ehdotukset

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma.

5.4.1 Korjausehdotus, huoltokorjaus

Tutkimusten perusteella ulkoseinän ensisijaisina korjaustoimenpiteinä suositellaan sandwich-elementtien ulkokuoren saumoissa olevien tuuletuskoteloiden kohdalla havaittavien epätiiveyskohtien

[1] RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet mukaisesti on maanvastaisen lattian yläpinnan oltava vähintään 0,3 m rakennuksen vieressä olevan maanpinnan yläpuolella. Tästä voidaan poiketa erityisestä syystä vähäisessä määrin, kun varmistetaan kosteustekninen toimivuus. Tällöin on perustusten kuivatuksen ohella huolehdittava perusmuurin suojaamisesta ulkopuoliselta kosteudelta.

[2] RIL 255-1 Rakennusfysiikka I Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset mukaisesti eteläjulkisivuilla viistosade on voimakkainta.

korjausta. Tarkastus ja korjaus on suositeltavaa suorittaa rakennuksen kaikille julkisivuille. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on ehkäistä julkisivuun kohdistuvan viistosateen pääsy ulkoseinärakenteen eristetilaan.

5.4.2 Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet

Alapohjarakenteille kohdassa 6.6 esitettyjen korjaustoimenpiteiden yhteydessä suositellaan lisäksi ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjausta. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on ehkäistä sokkelirakenteissa ja ulkoseinärakenteiden alaosissa todennäköisesti olevien epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan.

Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaus pääkohdittain:

- sandwich-elementtien alapohja-, väliseinä-, välipohja- sekä ikkunaliittymien sisäpuolinen tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistyspinnoitteella

5.4.3 Toimenpiteiden yhteydessä huomioitavat asiat

Ulkoseinärakenteille esitettyjen tiivistyskorjausten yhteydessä suositellaan lisäksi tarkastamaan ja tarvittaessa korjaamaan sokkelielementtien ulkopuolinen vedeneristys.

6 Alapohjarakenne

6.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Kenttätutkimusten jälkeen isännöitsijältä puhelimitse saatujen lähtötietojen mukaan on Linnoituspolun puolelle rajoittuvan ulkoseinä- ja alapohjaliittymä tiivistyskorjattu vuonna 2019. Toimenpiteet ovat sisältäneet ainakin kosteusvaurioituneiden lattiapintojen sekä alapohja- ja ulkoseinäliittymien tiivistyksen siveltävällä vedeneristysmassalla.

6.2 Rakennetyypit

Maanvastainen alapohjarakenne (AP1), rakenneavauksella todennettu rakenne

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali
–	linoleum/muovimatto
80–100	teräsbetonilaatta
–	tervapahvi
70/140	EPS-eriste (sisäosissa/reuna-alueilla)
–	alustäyttö, hiekka



Tutkimuksen yhteydessä ei alapohjarakenteeseen tehty rakenneavauksia. Taulukossa esitetetyt rakennekerrokset ja niiden paksuudet perustuvat lähtötiedoista tehtyihin havaintoihin ja rakennekosteusmittausten yhteydessä teräsbetonilaatasta tehtyihin mittauksiin. Valokuva Teemu Vainio, Maikoski Oy.

6.3 Rakenteesta tehdyt havainnot



Kuva 6.2. Päiväkodin kuivien tilojen lattian pintamateriaalina on käytetty pääosin kuvan mukaista linoleumia.



Kuva 6.3. Tarkastuksissa havaittiin linoleumin ylösnostojen juuressa paikoin halkeilua.



Kuva 6.4. Linnoituspolun puoleiselle ulkoseinälle rajoittuvissa huonetiloissa oli lattian pintamateriaalina käytetty paikoin kuvan mukaista muovimattoa. Havaintojen ja lähtötietojen perusteella on linoleumia uusittu muovimattoon alapohja- ja ulkoseinäliittymän tiivistyskorjauksen yhteydessä.



Kuva 6.5. Märkäeteisissä on lattian pintamateriaalina käytetty keraamista laattaa. Märkäeteisen ovet ovat kynnyksettömiä. Märkäeteisen puolella ei silmämääräisten tarkastuksen perusteella havaittu rakennusohjeiden mukaista loivaa luiskaa.[3]

[3] RT-ohjekortin 84-11166 ”Märkätilojen rakenteet” mukaisesti liikkumis- ja toimimisesteisten kulun helpottamiseksi kynnyksen sijasta voidaan tehdä pesuhuoneen puolelle loiva luiska (kuva 12 d).



Kuva 6.6. Yleiskuva päiväkodin wc/pesuhuoneesta, joissa lattian pintamateriaalina on kuvan mukainen muovimatto. Tarkastuksissa ei muovimatossa ollut silmin havaittavia vaurioita tai epätiiveyksiä.



Kuva 6.7. Suihkupisteet ovat varustettu pesualtailla, jotka on yhdistetty viemäriputkella suoraan lattiakaivoon, tai sen välittömään läheisyyteen. Tarkastuksissa ei kaivoliittymissä ollut silmin havaittavia vaurioita tai epätiiveyksiä.



Kuva 6.8. Pistokoeluonteisesti tehtyjen silmämääräisten tarkastusten perusteella muovimaton liitos wc-istuimen viemäriputkeen toteutettu ohjeiden mukaisella ylösnostolla. Muovimaton ja viemärin juuren tiivistys joustavalla massalla oli kuitenkin jäänyt tekemättä. Wc:n viemäriliitoksissa on käytetty liitosyhdettä/tiivistettä.



Kuva 6.9. Pistokoeluonteisesti tehtyjen silmämääräisten tarkastusten perusteella muovimaton liitos pesualtaiden viemäriputkeen toteutettu ohjeiden mukaisella ylösnostolla. Muovimaton ja viemärin juuren tiivistys joustavalla massalla oli kuitenkin jäänyt tekemättä. Pesualtaan poistoputken viemäriliitoksissa on käytetty liitosyhdettä/tiivistettä.



Kuva 6.10. Osassa pesuhuoneista oli neliskulmainen hiekanerotuskaivo. Tarkastuksissa ei kaivoliittymissä ollut silmin havaittavia vaurioita tai epätiiveyksiä.



Kuva 6.11. Wc/pesuhuoneiden ovet ovat kynnyksettömiä. Pesuhuoneen puolella ei silmämääräisten tarkastuksen perusteella havaittu rakennusohjeiden mukaista loivaa luiskaa.[4]



Kuva 6.12. Keittiössä lattian pintamateriaalina on käytetty kuvan mukaista akryylipinnoitetta.



Kuva 6.13. Keittiön varastossa on lattian lävistävien putkien kohdalle tehty korotusvalu, jonka ylösnostot on käsitelty akryylipinnoitteella. Rakenteen lävistävää suojaputkea ja sen sisällä olevaa muoviputkea ei ole tiivistetty.

[4] RT-ohjekortin 84-11166 ”Märkätilojen rakenteet” mukaisesti liikkumis- ja toimimisesteisten kulun helpottamiseksi kynnyksen sijasta voidaan tehdä pesuhuoneen puolelle loiva luiska (kuva 12 d).



Kuva 6.14. Keittiössä lattiakaivona on käytetty kuvan lattia-allasta. Kuvassa myös lattiarakenteen lävistävät muoviputket ja sähkökaapeli, sekä käytöstä poistettujen keittiökalusteiden vanhat kiinnityspisteet.



Kuva 6.15. Yleiskuva keittiön lattiarakenteen lävistävistä muoviputkista, jossa akryylipinnoite on liitetty muoviputken ympärillä olevaan muoviseen suojaputkeen. Pintakosteuskartoituksessa ei läpivientien läheisyydessä havaittu kohonneita pintakosteuden mittausarvoja.



Kuva 6.16. Wc-tilassa (30) sekä henkilökunnan pesuhuoneessa (41) ja wc-tilassa (42) on lattian pintamateriaalina kuvan mukainen muovimatto. Tarkastuksissa ei muovimatossa ollut silmin havaittavia vaurioita tai epätiiveyksiä.



Kuva 6.17. Allastasojen alla ei havaittu vesitiivistä mattoa tai vastaava pinnoitetta, joka ohjaa mahdollisen vuotoveden näkyviin kaapin alta. Tarkastuksen yhteydessä ei tarkasteltu tiskialtaan viemäriputken ja vaakakokoojaviemärin liitosta tai alapohjaläpiviennin tiiveyttä.



Kuva 6.18. Wc:n (46) levyrakenteisesta hormista tehdyn tarkastuksen perusteella on viemäriputken läpiviennit tiivistetty lattian pintamateriaalina käytetyllä muovimatolla.



Kuva 6.19. Wc:n (46) levyrakenteisesta hormista tehdyn tarkastuksen perusteella on viemäriputken läpiviennit tiivistetty lattian pintamateriaalina käytetyllä muovimatolla.



Kuva 6.20. Lepo- ja leikkihuoneen (13) levyrakenteisesta hormista tehdyn tarkastuksen perusteella voi viemäriputken ja sähköputkien läpivienneissä esiintyä epätiiveyttä. Läpivientejä tai sähköputkien sisäpuolia ei ole tiivistetty erityisillä tiivistystuotteilla.



Kuva 6.21. Lepo- ja leikkihuoneen (13) levyrakenteisesta hormista tehdyn tarkastuksen perusteella voi viemäriputken ja sähköputkien läpivienneissä esiintyä epätiiveyttä. Läpivientejä tai sähköputkien sisäpuolta ei ole tiivistetty erityisillä tiivistystuotteilla.



Kuva 6.22. Tarkastuksissa havaittiin alapohjarakenteessa kaksi tarkastuskaivoa, jotka sijaitsivat henkilökunnan pukuhuoneessa (40) ja lukunurkassa (28).



Kuva 6.23. Yleiskuva henkilökunnan pukuhuoneen (40) tarkastuskaivosta. Havaittujen kaivojen kansistoina on käytetty kevyttä neliökantta, joka ei ole kaasutiivis.



Kuva 6.24. Yleiskuva henkilökunnan pukuhuoneen (40) tarkastuskaivosta. Kaivosta tehdyissä aistinvaraisissa tarkastuksissa ei havaittu viitteitä orgaanisesta materiaalista. Kaivon pohjalla oli viitteitä viemäristä kaivon pohjalle valuneesta vedestä (mahdollisen viemärihuuhtelun seurauksena).



Kuva 6.25. Yleiskuva lukunurkan (28) tarkastuskaivosta. Kaivosta tehdyissä aistinvaraisissa tarkastuksissa ei havaittu, värikyniä lukuun ottamatta, viitteitä orgaanisesta materiaalista. Kaivon pohjalla oleva maa (hiekka) oli kuitenkin silmämääräisesti tarkasteltuna kosteaa.

6.4 Rakenteelle toteutetut tutkimukset ja mittaukset

6.4.1 Kosteusmittaus

Kosteusmittaukset käsittivät alapohjarakenteiden (60–80 % tilan kokonaisalasta) kosteuskartoituksen, sekä kartoituksessa havaittujen poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen rakennekosteusmittauksen. Rakennekosteusmittaukset suoritettiin viiltomittauksina ja porareikämittauksin. Rakenteeseen asennettujen mittaputkien tasaantumisaika oli 5 vuorokautta (22.–26.2.2021). Mittausputkiin asennettujen mittausanturien annettiin tasaantua mittaputkissa noin 1 tunti ennen mittauksen suorittamista.

Kosteuskartoituksessa havaittiin selkeästi normaalista poikkeavia pintakosteuden mittausarvoja erityisesti kantavien väliseinien läheisyydessä rakennuksen sisäosissa. Lisäksi lievästi normaalista kohonneita pintakosteuden mittausarvoja havaittiin pääasiassa rakennuksen sisäosissa sekä wc- ja märkätiloissa. Kosteuskartoitetut huonetilat ja kosteuskartoituksessa havaitut poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen alueet, sekä kosteusmittausten sijainnit ovat merkitty liitteenä oleviin paikannuspiirustuksiin (Liite 2).

Taulukko 6.1. Viiltomittauksen (11.1.2021) tulokset

Tunnus	Sijainti	Rakenne / mittauskohteen materiaali	Suhteellinen kosteus (RH%)	Lämpötila (°C)	Absoluuttinen kosteus (g/m³)
VM.01-AP	eteishalli (3)	AP1 / linoleum	**98,1**	**20,2**	**17,17**
VM.02-AP	monitoimisali (17)	AP1 / linoleum	**93,2**	**20,4**	**16,52**
VM.03-AP	ryhmätila (6)	AP1 / linoleum	**74,9**	**20,4**	**13,29**
VM.04-AP	monitoimisali (17)	AP1 / linoleum	67,1	20,1	11,72
sisäilma, ryhmätila (6)			28,1	21,2	5,23
sisäilma, monitoimisali (17)			25,8	20,7	4,67
ulkoilma			97,0	-0,8	4,44

Viiltomittausten perusteella esiintyy selkeästi normaalista poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen kohdalla linoleumin alla kosteuspitoisuuksia, jotka ylittävät liimoille ja useimmille pintamateriaaleille määritettyä kriittistä kosteuspitoisuutta (85 %). Myös lievästi normaalista poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen kohdalla on linoleumin alla kosteuspitoisuuksia, jotka vastaavat pinnoitettavalle betonialustalle määritettyä suhteellisen kosteuden (RH %) enimmäisarvoa.

Taulukko 6.2. Porareikämittausten (26.2.2021) tulokset

Tunnus	Tila	Rakenne / mittauskohteen materiaali	Mittaussyvyys (mm)	Suhteellinen kosteus (RH%)	Lämpötila (°C)	Absoluuttinen kosteus (g/m³)
KO.01-AP-A	eteishalli (3)	AP1 / betoni	13	**93,8**	**19,0**	**15,35**
KO.01-AP-B	eteishalli (3)	AP1 / betoni	32	**91,4**	**19,6**	**15,70**
KO.01-AP-C	eteishalli (3)	AP1 / EPS	100	**90,0**	**20,1**	**15,70**
KO.02-AP-A	varasto (16)	AP1 / betoni	16	**91,2**	**18,9**	**14,85**
KO.02-AP-B	varasto (16)	AP1 / betoni	40	**97,0**	**18.7**	**15,57**
KO.02-AP-C	varasto (16)	AP1 / EPS	110	73,2	18,6	11,70
KO.03-AP-A	varasto (37)	AP1 / betoni	13	**93,4**	**19,6**	**15,81**
KO.03-AP-B	varasto (37)	AP1 / betoni	32	**94,5**	**19,3**	**15,50**
KO.03-AP-C	varasto (37)	AP1 / EPS	100	**91,4**	**19,5**	**15,42**
KO.04-AP-A	pienryhmätila (45)	AP1 / betoni	13	75,9	19,4	12,71
KO.04-AP-B	pienryhmätila (45)	AP1 / betoni	32	**82,6**	**18,8**	**13,38**
KO.04-AP-C	pienryhmätila (45)	AP1 / EPS	100	67,2	18,1	10,41
sisäilma, henkilökunnan kahvi-/kokoushuone (43)				31,7	20,7	5,65
sisäilma, pienryhmähuone (45)				29,2	21,2	5,42
ulkoilma				95,0	2,5	5,49

Porareikämittausten osalta saavutettiin mittapäiden kalibrointiajankohta ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi. Mittausten kokonaismittatarkkuus on noin ± 3 RH-yksikköä.

Porareikämittauksen perusteella esiintyy selkeästi normaalista poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen kohdalla pintamateriaalien alla poikkeavia kosteuspitoisuuksia, jotka ylittävät liimoille ja useimmille pintamateriaaleille määritettyä kriittistä kosteuspitoisuutta (85 %).

6.5 Johtopäätökset

Alapohjarakenteissa havaitut sisäilmaan todennäköisesti vaikuttavat epäkohdat liittyvät alapohjarakenteissa havaittuihin kohonneisiin kosteuspitoisuuksiin, jotka paikoin ylittävät liimoille ja useimmille pintamateriaaleille määritettyä kriittistä kosteuspitoisuuden (85 %). Viiltomittausten yhteydessä tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella arvioidaan lattiapäällyste kosteus- ja mikrobivaurioituneeksi rakenteessa olevan ylimääräisen kosteuden seurauksena. Vaurioiden arvioidaan sijaitsevan kohdissa, joissa esiintyy selkeästi normaalista poikkeavien pintakosteuden mittausarvoja. Muita mahdollisia sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä ovat alapohjarakenteissa olevien epätiiviiden läpivientien ja tarkastuskaivojen kansistojen kautta alapohjan täyttökerroksista sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet.

Tutkimuksen perusteella esiintyy lattiapinnoitteen vaurioita erityisesti rakennuksen sisäosissa olevien kantavien väliseinien läheisyydessä. Alapohjarakenteessa haivatun ylimääräisen kosteuden arvioidaan olevan ensisijaisesti peräisin maaperästä väliseinän perustuksia pitkin kapilaarisesti alapohjarakenteeseen kulkeutuneesta pohja- ja vajovedestä. Maaperässä olevan pohja- ja vajoveden kapilaariseen siirtymiseen arvioidaan vaikuttaneen myös alapohjarakenteen alapuolisena täyttökerroksena käytetty hiekka ja sen kapilaariset ominaisuudet.

6.6 Toimenpide-ehdotukset

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma.

6.6.1 Korjausvaihtoehto A, siirtävä korjaus

Maanvastaisten alapohjarakenteiden siirtävinä korjaustoimenpiteenä voidaan harkita kosteus- ja mikrobivaurioituneiden pintamateriaalien poistamista sekä alapohjarakenteen kapselointi- ja tiivistyskorjausta. Vaihtoehtoisesti voidaan lattiarakenne toteuttaa tuulettuvana rakenteena. Korjausten ensisijaisena tavoitteena on poistaa kosteus- ja mikrobivaurioituneet pintamateriaalit sekä ehkäistä uusien kosteus- ja mikrobivaurioiden muodostuminen siihen saakka, kunnes alapohjarakenteiden laajempi peruskorjaus on mahdollista suorittaa. Korjauksella estetään lisäksi alapohjassa olevien epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan.

Maanvastaisen alapohjarakenteiden siirtävä korjaus pääkohdittain:

- vanhojen pintamateriaalien purkaminen
- liimojen ja tasoitteiden poistaminen sekä betonilaatan yläpinnan käsittely mekaanisesti esimerkiksi jyrsimällä
- alapohjarakenteessa olevien tarkastuskaivojen kansistojen vaihtaminen kaasutiiviisiin kansistoihin
- betonilaatan pinnan kapselointi tarkoitukseen soveltuvalla tuotteella

- lattian ja seinän rajakohtien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tuotteella
- lattian tasoitus ja uuden pintamateriaalin asennus

Lähtökohtaisesti on kapselointi- ja tiivistyskorjatun alapohjarakenteen tekninen käyttöikä lyhyempi kuin peruskorjatun alapohjarakenteen. Korjauksen käyttöikään vaikuttaa mm. alapohjarakenteisiin kohdistuvan kosteusrasituksen suuruus sekä kapselointiin ja tiivistyksiin käytettävät tuotteet ja menetelmät. Lisäksi kapselointi- ja tiivistyskorjatun rakenteen toimintaa tulee seurata säännöllisin väliajoin rakenteella suorittavilla viiltomittauksilla ja merkkiainekokeilla.

6.6.2 Korjausvaihtoehto B, peruskorjaus

Maanvastaisten alapohjarakenteiden ensisijaisena peruskorjaustoimenpiteenä suositellaan alapohjarakenteiden ja alustäyttöjen uusimista kokonaisuudessaan. Korjauksen tavoitteena on parantaa rakenteiden kosteusteknistä toimintaa sekä poistaa mahdolliset kosteusvaurioituneet rakenteet ja ehkäistä uusien kosteus- ja mikrobivaurioiden muodostuminen. Peruskorjauksen ajankohta riippuu siirtävillä korjaustoimenpiteillä alapohjarakenteelle saavutettavasta käyttöiästä.

Maanvastaisen alapohjarakenteiden peruskorjaus pääkohdittain:

- vanhojen alapohjarakenteiden ja alustäyttöjen purkaminen
- rakennusohjeiden mukaisen salaojituskerroksen asennus
- alapohjan eristäminen EPS- tai XPS-levyillä
- alapohjalaatan valu- ja tasoitustyöt
- alapohjan läpivientien ja liittymärakenteiden tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteella
- lattian pinnoitus hyvin vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella
  - Mikäli lattiapinnoitteina on tarkoitus käyttää huonosti vesihöyryä läpäiseviä pinnoitteita (sisäpuolinen vedeneristys, muovimatto, tmv.) on lattiarakenne suositeltava toteuttaa tuulettuvana lattiarakenteena.

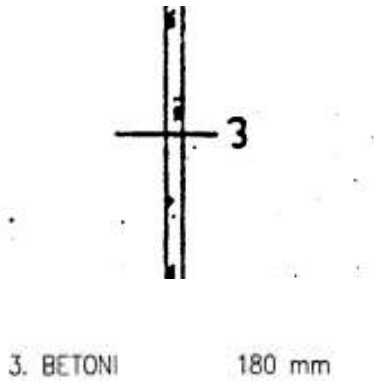
6.6.3 Toimenpiteiden yhteydessä huomioitavat asiat

Maanvastaisen alapohjarakenteiden siirtävän korjauksen yhteydessä suositellaan myös kantaville väliseinärakenteille kohdassa 7.4.1 suoritettavaksi esitetyt korjaustoimenpiteet.

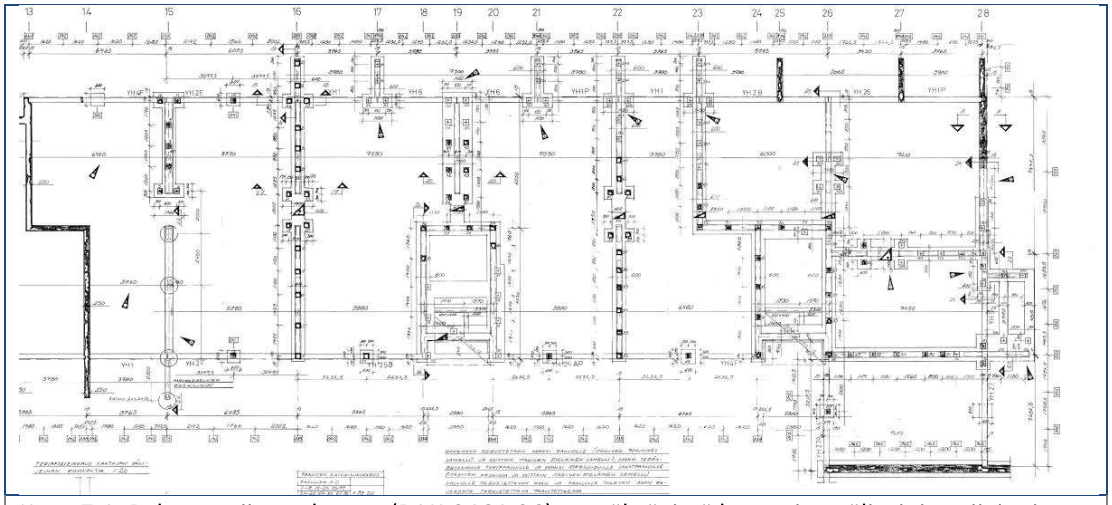
Maanvastaisen alapohjarakenteiden siirtävän korjauksen yhteydessä suositellaan myös ilmanvaihdolle kohdassa 8.6.2 suoritettavaksi esitetyt korjaustoimenpiteet.

7 Väliseinärakenne

7.1 Rakennetyypit

Kantava väliseinä (VS1), suunnitelmapiirustusten mukaisesti		
Mitta (mm)	**Rakenne, materiaali**	
–	pintakäsittely, maali	
180	teräsbetoni	
–	pintakäsittely, maali	

Tutkimuksen yhteydessä ei väliseinärakenteeseen tehty rakenneavauksia tai muita -rakennetarkasteluita. Taulukossa esitetetyt rakennekerrokset ja niiden paksuudet perustuvat leikkauspiirustuksessa (arkistointitunnus 3-91-0-13/3) esitettyyn rakennepaksuuteen.



Kuva 7.1. Rakennepiirustuksessa (RAK-2464-2C) on nähtävissä kantavien väliseinien sijainnit. Rakennepiirustusten perusteella on päiväkodin kohdalla rakennus perustettu teräsbetonisille tukipaaluille. Rakennuksessa on kuitenkin myös kalliolle perustettuja osia.

7.2 Rakenteelle toteutetut tutkimukset ja mittaukset

7.2.1 Kosteusmittaus

Kosteusmittaukset käsittivät väliseinärakenteiden alareunojen (h = 0,3 m) pistokoeluontoisen kosteuskartoituksen, sekä kartoituksessa havaittujen poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen rakennekosteusmittauksen. Rakennekosteusmittaukset suoritettiin porareikämittauksin. Rakenteeseen asennettujen mittaputkien tasaantumisaika oli 5 vuorokautta (22.–26.2.2021). Mittausputkiin asennettujen mittausanturien annettiin tasaantua mittaputkissa noin 1 tunti ennen mittauksen suorittamista.

Kosteuskartoituksessa havaittiin selkeästi poikkeavia pintakosteuden mittausarvoja paikoin kantavien väliseinien alareunoissa. Kosteuskartoitetut huonetilat ja kosteuskartoituksessa havaitut poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen alueet, sekä kosteusmittausten sijainnit ovat merkitty liitteenä oleviin paikannuspiirustuksiin (Liite 2).

Tunnus	Tila	Rakenne / mittauskohteen materiaali	Mittaussyvyys /-korkeus (mm)	Suhteellinen kosteus (RH%)	Lämpötila (°C)	Absoluuttinen kosteus (g/m³)
KO.05-VS-A	eteishalli (3)	VS1 / betoni	12/60	77,3	20,1	13,46
KO.05-VS-B	eteishalli (3)	VS1 / betoni	80/60	82,4	19,6	13,97
KO.05-VS-C	eteishalli (3)	VS1 / betoni	12/400	31,1	21,0	5,73
KO.05-VS-D	eteishalli (3)	VS1 / betoni	80/400	36,8	20,7	6,63
KO.06-VS-A[1)]	varasto (37)	VS1 / betoni	12/60	67,4	19,9	11,62
KO.06-VS-B	varasto (37)	VS1 / betoni	80/60	80,1	19,3	13,47
KO.06-VS-C[1)]	varasto (37)	VS1 / betoni	12/400	29,5	20,5	5,26
KO.06-VS-D	varasto (37)	VS1 / betoni	80/400	36,0	20,3	6,34
sisäilma, henkilökunnan kahvi-/kokoushuone (43)				31,7	20,7	5,65
sisäilma, pienryhmähuone (45)				29,2	21,2	5,42
ulkoilma				95,0	2,5	5,49

[1)] Mittaputkien tiivistyksessä tapahtuneen virheen takia ovat mittaustulokset ainoastaan suuntaa-antavia.

Lukuun ottamatta mittapisteitä KO.06-VS-A ja KO.06-VS-C saavutettiin porareikämittauksilla mittapäiden kalibrointiajankohta ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi. Mittausten kokonaismittatarkkuus on noin ± 3 RH-yksikköä.

Porareikämittauksen perusteella esiintyy väliseinärakenteiden alareunassa paikoin selkeästi kohonneita kosteuspitoisuuksia.

7.3 Johtopäätökset

Porareikämittauksen perusteella esiintyy väliseinärakenteiden alareunassa paikoin selkeästi kohonneita kosteuspitoisuuksia. Havaitun kosteuden arvioidaan olevan ensisijaisesti seurausta pohja- ja vajoveden kapilaarisesta kulkeutumisesta perustuksia pitkin väliseinän alaosiin. Tutkimuksissa ei väliseinärakenteissa havaittu viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista, minkä perusteella ei kohonneista kosteuspitoisuuksista arvioida olevan haittaa väliseinärakenteelle. Väliseinän alapuolisiin perustuksiin maaperästä kapilaarisesti kulkeutuva kosteus voi kuitenkin kulkeutua edelleen vieressä oleviin alapohjarakenteisiin mahdollistaen kosteus- ja mikrobivaurioiden muodostumisen erityisesti alapohjan pintamateriaaleihin.

7.4 Toimenpide-ehdotukset

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma.

7.4.1 Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet

Alapohjarakenteille esitettyjen siirtävien korjaustoimenpiteiden ja peruskorjaustoimenpiteiden yhteydessä suositellaan lisäksi kapilaarikatkojen injektoimista kantavien väliseinärakenteiden alareunoihin. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on ehkäistä maaperästä kapilaarisesti kulkeutuva kosteuden pääsy väliseinän alaosiin ja edelleen väliseinää ympäröiviin alapohjarakenteisiin.

8 Sisäilmasto ja ilmanvaihto

8.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Alkujaan vuonna 1978 käyttöönotetulle päiväkotitilalle on tehty perusparannus vuonna 2004, jossa rakennusosan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä on monilta osin uusittu.

LVI-työselostuksen (30.12.2003) perusteella tehtäväksi tulleita muutoksia ilmanvaihtoon ovat olleet kohteen ilmanvaihtokoneiden uusimiset, osittaisia ilmanvaihdon kanavistomuutoksia, uusia kanavalisäyksiä sekä säätöpeltien ja vakioilmavirtasäätimien asennuksen kanavistoihin. Tilojen ilmanvaihdon päätelaitteista osa on säilytetty alkuperäisinä ja osa on vuoden 2004 iv-saneerauksessa asennettuja uusia päätelaitteita. LVI-työselostuksessa (30.12.2003) mainitaan, että tavoitteena ilmanvaihdon järjestelmän saneerauksessa on ollut saavuttaa sisäilmastoluokan S2 ilmanlaatu.

8.2 Ilmanvaihtojärjestelmät

8.2.1 Järjestelmän kuvaus

Päiväkotitilat on varustettu kahdella erillisellä tuloilmakoneella, TK1 ja TK2. Niitä vastaavat poistoilmakoneet ovat huippuimurit vesikatolla.

Ilmanvaihtokoneista TK1 on asennettu pääsisäänkäynnin viereiseen pesuhuoneeseen. Tuloilmakone TK2 on rakennuksen eteläpäädyssä sisäänkäynnin aulaan asennettuna. Tuloilmakoneet on asennettu huonetilassa alakaton yläpuolelle, kattoon kannakoituina.

8.2.2 IImanvaihtokoneet

Kohteella suoritettiin aistinvaraiset tarkastelut päiväkodin tiloja palveleville tuloilmanvaihtokoneille TK1 ja TK2 sekä niitä vastaaville poistoilmakoneille, joita ovat huippuimurit vesikatolla.

Alla on esitetty ilmanvaihtokoneista tehtyjä havaintoja:

<u>TK1 Päiväkoti (+0,7 m³/s) sekä huippuimurit PF1.1 ja PF1.2</u>

- Ilmanvaihtokone on ABB VEKA3 kone ja se sijaitsee pääsisäänkäynnin viereisessä pesuhuoneessa, alakaton yläpuolelle kannakoituna. Kone on asennettu 2004.
- Koneessa oli suodatinvaihtojen edellinen merkintä vuodelta 2017, joten soitettiin huoltomiehelle ja hän kertoi tulevansa vaihtamaan suodattimet. **Suodatinvaihdossa kiinteistönhoitaja jostain syystä otti vanhan suodattimen koneesta pois koneen käydessä! Asiasta huomautettiin ja kone pysäytettiin huoltokytkimellä suodatinvaihdon lopputyön ajaksi**. Ilmanvaihtokoneen tulosuodatin (suodatusluokka F7) havaittiin erittäin likaiseksi. Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta ei ollut tarkemmin tiedossa, huoltomerkinnät koneisiin tulisi tehdä jokaisesta toimenpiteestä. Lisäksi suodattimen vaihtoa ei luonnollisestikaan saa tehdä koneen käydessä.
- IV-koneen käyntiajat ovat ilmanvaihdon ohjauskeskuksen (Siemens PRU 10-64 merkintöjen mukaan seuraavat: ma-pe klo 5:00 – 18:00 kone käy 1/1-teholla. Muun ajan kone on osateholla.

Kuitenkin tutkimusajankohtana tehtyjen kahden viikon seurantamittausten (PA.02 sekä OS.27) tulosten perusteella voidaan päätellä, että koneella ei ole ollut tuohon aikaohjaukseen perustuvaa vuorokautista käyntiaikamuutosta mittausjaksolla.

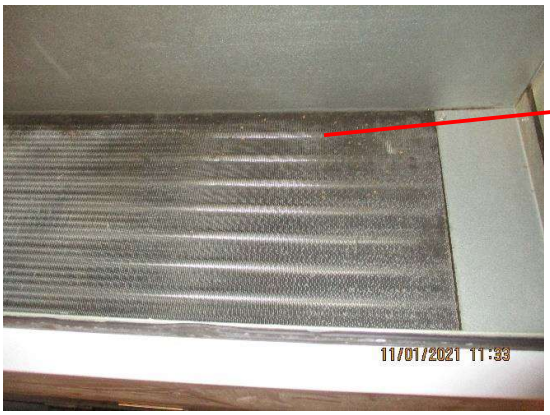
- Raitisilmapelti sulkeutui, kun kone sammutettiin huoltokytkimestä. Toiminta normaali.
- Tulosuodatinkammiossa kuivuneita valumajälkiä ja likaa.
- Koneosien kammioissa on peltipinta, ei villapintoja.
- Huoltoluukkujen tiivisteet ovat hieman painuneita. Lukitussalvat sekä mittarien letkut olivat kunnossa.
- Puhallin on suoravetoinen ja taajuusmuuttajaohjattu, on teknisesti kunnossa. Puhaltimien siivikoissa pinttynyttä likaa.
- Lämmityspatterin pinnat olivat pölyiset sekä patterin reunoilla havaitaan tiivistä likaa, yläreunaosa vaikutti kostuneelle. Lämpöputkistot, säätölaitteet (Siemens toimilaite) ja kiertovesipumppu (Grundfos) olivat silmämääräisin havainnoin kunnossa. Toimilaitteen uusiminen on suositeltavaa sen teknisen käyttöiän päättyessä lähivuosina.
- Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli ilmanvaihdon ohjauskeskuksen näyttämän mukaan 21,2 astetta (11.1.2021).
- Huippuimurit PF1.1 (0,42 m³/s) ja PF1.2 (0,34 m³/s) ovat vesikatolla. Ne ovat mallia FläktWoods STEF3 (PF1.1) sekä STEF2 (PF1.2) ja ne ovat vuodelta 2004.
- Konehuoneen lvi-hälytyksissä oli poistoilmakoneen PK1.2 SC3 (huippuimuri vesikatolla) ristiriitahälytys päällä ja käyntitilamerkintä ”seis”. Vesikatolla tehdyssä tarkastelussa kuitenkin havaittiin tämän huippuimurin olevan toiminnassa normaalilla tavalla.



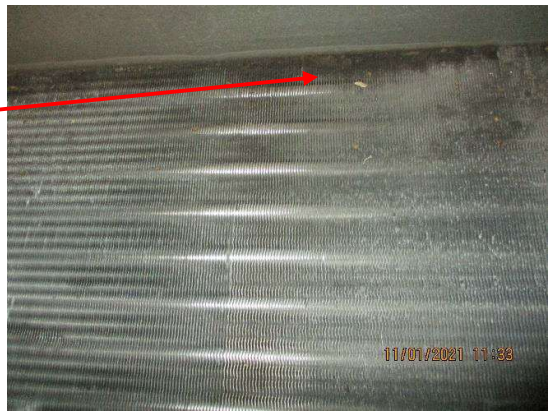
Kuva 8.1. TK1 Tuloilman suodatinkammio, suodatin poistettuna. Kammiossa pölyä ja likaa.



Kuva 8.2. Vanha suodatin on likainen.



Kuva 8.3. Tarkastuksen perusteella tuloilmakoneen lämmityspatteri on jo merkittävästi likaantunut.



Kuva 8.4. Edelliseen kuvaan liittyen, lämmityspatterin pinnalla kosteaa pölyä sekä karkeampaa likaa.



Kuva 8.5. Tuloilmapaterin lämmönsäätöryhmä alakaton yläpuolella, moottorisäätöventtiili sekä kiertovesipumppu.



Kuva 8.6. Huollon turvakytkin on alakaton sisällä hieman iv-koneesta sivussa.



Kuva 8.7. Poistoilmakone PF1.2 vesikatolla.
Huippuimuri mallia STEF -2 vuodelta 2004.

TK2 Päiväkoti (+0,48 m³/s) sekä huippuimurit PF2.1 ja PF2.2

- Ilmanvaihtokone on ABB VEKA2 kone ja se sijaitsee eteläpäädyn sisäänkäynnin viereisessä aulatilassa, alakaton yläpuolelle kannakoituna. Kone on asennettu 2004.
- Koneessa TK2 oli TK1 koneen tapaan suodatinvaihtojen edellinen merkintä vuodelta 2017, joten huoltomies suoritti suodattimien vaihdon vaikkakin muisteli että suodattimet lienee kyllä vaihdettu myös 2019. Ilmanvaihtokoneen tulosuodatin (suodatusluokka F7) havaittiin likaiseksi. Suodattimien huoltomerkinnät koneisiin tulisi tehdä jokaisesta toimenpiteestä, nyt niin ei ollut.
- IV-koneen käyntiajat ovat ilmanvaihdon ohjauskeskuksen (Siemens PRU 10-64 merkintöjen mukaan seuraavat: ma-pe klo 5:00 – 18:00 kone käy 1/1-teholla. Muun ajan kone on osateholla. *Kuitenkin tutkimusajankohtana tehtyjen kahden viikon seurantamittausten (PA.01, PA03 sekä OS.26 ja OS28) tulosten perusteella voidaan päätellä, että koneella ei ole ollut tuohon aikaohjaukseen perustuvaa vuorokautista käyntiaikamuutosta mittausjaksolla*.
- Raitisilmapelti sulkeutui, kun kone sammutettiin huoltokytkimestä. Toiminta normaali.
- Tulosuodatinkammiossa kuivuneita valumajälkiä ja likaa.
- Koneosien kammioissa on peltipinta, ei villapintoja.
- Huoltoluukkujen tiivisteet ovat hieman painuneita. Lukitussalvat sekä mittarien letkut olivat kunnossa.
- Puhallin on suoravetoinen ja taajuusmuuttajaohjattu, on teknisesti kunnossa. Puhaltimien siivikoissa pinttynyttä likaa.
- Lämmityspatterin pinnat olivat pölyiset sekä patterin reunoilla havaitaan likaa. Lämpöputkistot, säätölaitteet (Siemens toimilaite) ja kiertovesipumppu (Grundfos) olivat silmämääräisin havainnoin kunnossa. Toimilaitteen uusiminen on suositeltavaa sen teknisen käyttöiän päättyessä lähivuosina.

- Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila oli ilmanvaihdon ohjauskeskuksen näyttämän mukaan 21,7 astetta (11.1.2021).
- Huippuimurit PF2.1 (0,24 m³/s) ja PF2.2 (0,35 m³/s) ovat vesikatolla. Ne ovat mallia FläktWoods STEF-2 (PF1.1) sekä STEF-3 (PF1.2) ja ne ovat vuodelta 2004. Vesikatolla suoritetussa aistinvaraisessa konetarkastelussa ei huippuimureissa havaittu puutteita käyntiäänessä tai laiteasennuksissa.



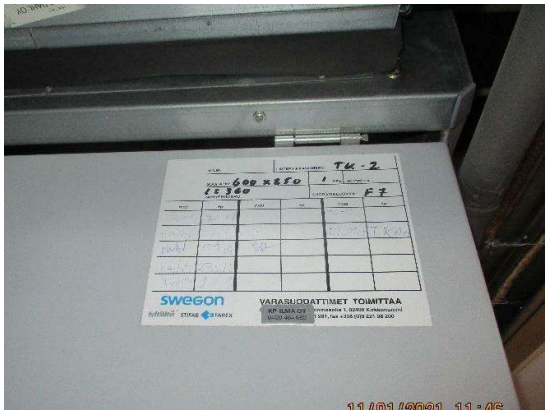
Kuva 8.8. TK1 Tuloilman suodatinkammiossa ja luukussa on likaa ja pinttymää. Suodatinkehyksen tiivisteet olivat jo painuneita.



Kuva 8.9. Suodattimen suodatuspinnasta on suurin osa jo likainen.



Kuva 8.10. Tarkastuksen perusteella myös TK2 tuloilmakoneen lämmityspatteri on jo merkittävästi likaantunut.



Kuva 8.11. Suodatinvaihdon edellinen merkintä on 1.2 2017. Sitä edelliset ovat aina kahden vuoden välein…



Kuva 8.12. Tuloilmakoneen TK2 lämmityspatterin lämmönsäätöryhmä alakaton yläpuolella, moottorisäätöventtiili sekä kiertovesipumppu.



Kuva 8.13. Huonelämpötilamittaus sekä ilmanvaihdon lisäaikakello TK2:lle on h.20 johtajan huoneessa.



Kuva 8.14. Poistoilmakone PF2.2 vesikatolla on koteloitu ja sääsuojattu, huippuimuri koteloinnin sisällä on mallia STEF vuodelta 2004.



Kuva 8.15. Poistoilmakone PF2.1 vesikatolla on mallia STEF-2 vuodelta 2004

8.2.3 Kanavistot ja päätelaitteet

Ilmanvaihtokanaville suoritettiin sisäpuolisia tarkasteluja päiväkodin alueella. Tulokanavia tarkasteltiin otantana kanavatarkastuspisteiden kautta. Havaittiin, että tarkastusluukkuja ei ollut suunnitelmiin merkityissä kohdissa. Kanavatarkasteluja tehtiinkin pääosin päätelaitteiden kautta. Tarkastuksen perusteella kanavistot olivat pääasiassa likaisia ja niissä havaittiin puhdistustarve. Ilmanvaihtojärjestelmien mahdollisia kuitulähteitä kartoitettiin tutkittavalta alueelta. Ilmanvaihdon päätelaitteissa ei havaittu kuitulähteitä. Alla on esitetty kuvia päätelaitteista ja kanavatarkasteluista



Kuva 8.16. Havaitsimme, ettei alakaton tarkastusluukkujen kohdalla ollut kanavissa tarkastusluukkuja.



Kuva 8.17. Kanavassa havaitaan merkittyjä tarkastus/puhdistusluukun paikkoja, jotka ovat iv-suunnitelmissa, mutta joita ei ole kanavistoon tehty.



Kuva 8.18. Saneerauksessa vuonna 2004 asennettu ilmamääräsäätöpelti.



Kuva 8.19. Esimerkkikuva alkuperäisestä (1978) iv-kanttikanavahaarasta tuloilman päätelaitteelle, jossa kanavassa ohjauspelti. Kanavassa on runsaasti pölyä.



Kuva 8.20. Poistoilmakanava, jossa runsaasti pölyä.



Kuva 8.21. Esimerkkikuva alkuperäisestä (1978) tuloilman suorakaidesäleiköstä, joita iv-saneerauksessa 2004 on jätetty käyttöön.

8.2.4 Ilmamäärämittaukset

Kohteella suoritettiin ilmamäärämittauksia otantana 11.1.2021. Ilmanvaihtokoneet olivat mittaushetkellä täydellä teholla. Kohteen ilmanvaihtopiirustukset (30.12.2003) olivat vuoden 2004 iv-saneeraukseen tehtyjä, joihin suunniteltuihin ilmamääriin tässä mitattuja ilmamääriä vertailtiin. Mittaustulokset on esitetty alla olevassa taulukossa 8.1.

Taulukko 8.1 Tutkittujen tilojen mitatut ilmamäärät.

Huonetila / mittauspaikka Krs. / piir.n:o	Suunnitelmien (30.12.2003) mukainen ilmavirta 1/1-nopeudella	Mitattu ilmavirta [l/s]	Poikkeama suunnitellun ja mitatun välillä	Vähimmäisvaatimus D2, 2003 mukainen (ilmamäärä 6 l/s/hlö)
	Tuloilma Poistoilma	Tuloilma Poistoilma	Tuloilma Poistoilma	
Lepohuone 25	+58 -58	+61 -48	+5 % -17 %	mitattu ilmamäärä **10** hlö mitattu ilmamäärä **8** hlö
Pienryhmähuone 45	+21 -21	+30 -20	+43 % +18 %	mitattu ilmamäärä **5** hlö mitattu ilmamäärä **3** hlö
Pienryhmähuone 31	+24 -24	+29 -20	+21 % -17 %	mitattu ilmamäärä **5** hlö mitattu ilmamäärä **3** hlö
Huone 20 (johtajanh.)	+26 -26	+17 -7	-35 % -73 %	mitattu ilmamäärä **3** hlö mitattu ilmamäärä **1** hlö
Ryhmähuone 14	+68 -68	+71 -57	+4 % +16 %	mitattu ilmamäärä **12** hlö mitattu ilmamäärä **10** hlö

Otannalla tehdyistä mitatuista ilmamääristä neljä poikkesi yli +/-20 % suunnitelluista ilmamääristä (Rakentamisen aikainen Rakmk D2). **Huomattavin poikkeama suunniteltuihin arvoihin on huoneessa 20 (johtajan huone), jossa jäädään suunnitteluarvoista erittäin suurella erolla ja jolla seikalla on merkittävää vaikutusta huoneolosuhteisiin**. Saatujen tietojan ja havaintojen perusteella tilojen käyttäjämäärät ylittävät D2 mukaiset suositellut maksimi henkilömäärät.

8.3 Teolliset mineraalikuidut

8.3.1 Mineraalikuitujen määritys

Näytteet otettiin laskeumapölystä 14 vuorokauden ajaksi tasopinnoille asetetuilta laskeumalevyiltä. Näytteenotto suoritettiin 11.1.–25.1.2021 välisenä aikana. Mittaus paikat ovat merkitty liitteenä olevaan paikannuspiirustukseen (Liite 2). Laboratorion analyysivastaukset ovat tutkimusraportin liitteenä (Liite 3).

Taulukko 8.2. Mineraalikuituanalyysin tulokset

Tunnus	Tila	Tulos (kpl/cm^2)
PY.01	osastohuone 14	< 0,1
PY.03	osastohuone 6	< 0,1
PY.04	Huone 20 (joht.huone)	< 0,1

Huoneista kerättyjen laskeumapölynäytteiden asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukainen toimenpideraja (0,2 kuitua/cm^2) teollisille mineraalikuiduille ei tutkimuksessa ylittynyt.

8.4 Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus

8.4.1 Sisäilman olosuhdemittaukset

Tutkittaviin tiloihin asennettiin yhteensä kolme (3) jatkuvatoimista seurantamittaria sisäilmaolosuhteiden tutkimiseksi. Seurantaa tehtiin kahden viikon ajan ajanjaksolla (11.1.–25.1.2021). Sisäilman olosuhteiden seurantamittausten paikat ovat merkitty liitteenä olevaan paikannuspiirustukseen (Liite 2). Sisäilman olosuhteiden seurantamittausten kuvaajat ovat tutkimusraportin liitteenä (Liite 4).

Taulukko 8.3. Sisäilman olosuhdemittaukset

Mittauspiste	Tila	IV-kone	Lämpötila T (°C) (min-max)	Suhteellinen kosteus (RH%) (min-max)	Hiilidioksidi CO2 (ppm) (min-max)
OS.26	osastohuone 14	TF2–PF2	**17,8–**22,1	4,4–30,9	392–1613
OS.27	osastohuone 5	TF1–PF1	**18,2–**21,3	6,4–33,7	397–1235
OS.28	pienryhmätila 31	TF2–PF2	**17,4–**21,4	3,5–38,4	391–1172

Lämpötila

Mitattujen tilojen lämpötilat alittivat jokaisessa mittauspisteessä asumisterveysasetuksessa määritetyt alemman lämpötilan toimenpiderajan[5] lämmityskaudella. Tilojen lämpötilat vaihtelivat mitattavissa tiloissa 17,4–22,1 ˚C välillä.

Suhteellinen kosteus

Talvella huoneilma on yleensä kuivaa, jolloin suhteellinen kosteus on alle 40 %. Kovilla pakkasilla ilman suhteellinen kosteus voi laskea jopa alle 20 %. Talviaikana sopivana suhteellisena kosteutena voidaan pitää 20-40 %.

Mittausten perusteella ei tarkasteltujen tilojen sisäilman suhteellinen kosteus ja käytön aiheuttama kosteuslisä[6] aiheuta mikrobikasvun riskiä rakenteiden pinnoilla.

Hiilidioksidi

Mitattujen tilojen osalta sisäilman hiilidioksidipitoisuus huoneen 14 osalla ylitti hetkellisesti asumisterveysasetuksessa määritellyn (1550 ppm) toimenpiderajan[7]. Ylityksen ajankohta (12.1 klo 15:12) ja kestoaika havaitaan mittauspisteen (OS.26) graafisesta kuvaajasta. Päätelmä siitä on, että kyseessä on vain yksittäinen lähietäisyyden henkäisy mittalaitteeseen päin. Mittausjaksolla hiilidioksiditason mittausarvot hetkellisiä ylityksiä lukuun ottamatta jäävät pääosin alle 900 ppm tason, joka on ollut saneerausajankohtana tavoitteena olleen sisäilmastoluokituksen S2 rajana.

8.4.2 Paine-eromittaus

Tutkittaviin tiloihin asennettiin yhteensä kolme (3) jatkuvatoimista paine-eromittalaitetta sisäilman painesuhteiden tutkimiseksi. Painesuhteita selvitettiin ulkoseinärakenteen yli ulkoilmaan. Seurantaa tehtiin kahden viikon ajan ajanjaksolla (11.1.–25.1.2021). Painesuhteisiin vaikuttavat mm. ilmanvaihtokoneiden toiminta, ulkoilman ja sisäilman välinen lämpötilaero, tilojen käyttö ja tuuliolosuhteet. Paine-erojen mittauspaikat ovat merkitty liitteenä olevaan paikannuspiirustukseen (Liite 2). Paine-eromittausten kuvaajat ovat tutkimusraportin liitteenä (Liite 5).

---

[5] Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisesti palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötila lämmityskaudella tulee olla välillä + 20 °C – + 26 °C.

[6] Kosteuslisää on arvioitu vertaamalla sisä- ja ulkoilman suhteellisista kosteuspitoisuuksista laskettuja vesihöyrypitoisuuksia. Ulkoilman suhteellinen kosteus on saatu Ilmatieteen laitoksen havaintoaseman Helsinki Malmi lentokentän avoimesta datasta.

[7] Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisesti toimenpideraja ylittyy, jos sisäilman hiilidioksidi pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei ole mitattu, niin ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm.

Taulukko 8.4. Paine-eromittaukset

Mittauspiste	Tila	IV-kone	Mittaus-kohde	Paine-ero, Pa (min-max)	Paine-ero, Pa (keskiarvo)
PA.01	pienryhmätila 31	TF2–PF2	Sisäilma ulkoilma	-16–2	-3
PA.02	osastohuone 5	TF1–PF1	Sisäilma ulkoilma	-8-3	-2
PA.03	Huone 20 (joht.huone)	TF2–PF2	Sisäilma ulkoilma	-6–4	-1

Ilmanvaihdon käyntiajat ovat aseteltavissa päiväkodin molempien tuloilmakoneiden (TK1 ja TK2) ja niitä vastaavien poistoilmakoneiden osalle yhteisellä ilmanvaihtoa ohjaavalla yksikkösäätimellä (Siemens PRU10.64).

- arkisin klo 5:00-18:00 täysteholla, muulloin osateholla
- viikonloppuisin osateholla

Katselmusajankohtana oli kuitenkin säätimessä häiriöitä sekä virheellisiä hälytysilmoituksia, jollainen esimerkiksi oli poistoilmakoneelle PK1.2 SC3 rakennusautomaatiossa hälytysmerkintä ja käyttötilatieto näytöllä osoittaa koneen olevan seis. Kuitenkin vesikatolla tehdyssä tarkastuksessa havaitaan, että poistoilmakoneena PK1.2 oleva huippuimuri on kuitenkin toiminnassa.

*Kohteella suoritetun katselmuskäynnin jälkeen on **saamamme tiedon mukaan** (haastateltu kiinteistönhoitaja Kähköstä puhelimitse) ilmanvaihtoa ohjaava säädin lakannut kokonaan toimimasta. Ilmanvaihto on siksi aseteltu käsiohjauksella täydelle teholle ja säätimen korjaustarpeesta on ilmoitettu Tilakeskukselle.*

Palvelualueelta suoritettujen paine-eromittausten perusteella ilmanvaihtokoneilla ei havaita päivittäistä tehonmuutosta, vaan ne ovat lähtökohtaisesti käyneet mittausjaksolla koko ajan vakionopeudella täydellä teholla. Päätelmä on, että ne eivät ole olleet rakennusautomaation aikaohjauksessa ja lisäksi rakennusautomaation ohjauksissa on ollut toiminnallisia puutteita. *Muutokset mittausjaksolla paine-erossa ovat syntyneet ulkolämpötilamuutosten seurauksena, jossa tilanteessa ulkolämpötila on mittausjaksolla mennyt reilusti pakkaselle ja siten muodostanut lisääntynyttä vetoa ilmanvaihtoon ts. lisännyt painovoimaista poistoilmavirtausta lämpötilaeron tehostamana*. Ilmanvaihtokoneiden käynninohjaukseen aseteltu osatehokäyttö on kuitenkin kytkeytynyt päällä tilanteessa, jossa ulkona on kylmempää kuin -11°C (TK1) ja -10 (TK2). Tämä ns. ”ilmanvaihdon pakkaspuolitukselle” aseteltu ulkolämpötila toteutui mittausajankohtaan osuneina pakkaspäivinä 14-18.1.2021 (ilmatieteenlaitoksen tilasto) ja näkyy mittaustuloksissa selvästi, ilmanvaihto on ollut osateholla. Ilman lauhtuessa on tilojen alipaineisuus pienentynyt lähelle nollaa tai lievästi alipaineisiksi, kun koneellinen ilmanvaihto on ryhtynyt toimimaan täydellä teholla.

8.5 Johtopäätökset

Huonetiloista tasopinnoilta otetuissa kolmesta (3) laskeumanäytteistä ei löytynyt asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) toimenpiderajat ylittävää määrää teollisia mineraalikuituja (0,2 kuitua/cm²). Tehtyjen tutkimusten ja järjestelmien havainnointien perusteella ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole teollisia mineraalikuituja sisältäviä materiaaleja. Ilmanvaihtokoneiden sisäpuolisissa tarkasteluissa sekä iv-kanavien pistokoemaisissa sisäpuolisissa tarkasteluissa sen sijaan havaitaan pölykertymää siinä määrin, että puhdistuksien suorittamista on suositeltava. Erityisesti tuloilmakoneissa on runsaasti pölyä sisäpinnoilla ja esimerkiksi tuloilmapattereissa on merkittävää likakertymää, jotka mahdollisesti voivat jo vaikuttaa tuloilmamääriin ja sitä kautta sisäilmanlaatuun.

Pistokoemaisessa ilmamäärämittauksissa ja niiden vertailussa suunniteltuihin (30.12.2003) ilmamääriin, havaitaan osalla tiloja merkittäviä poikkeamia mitatun ja suunniteltujen ilmamäärien välillä.

Kanavatarkastelussa havaittiin, että alakaton alla kanavista löytyy tussimerkintöjä suunnitelluista tarkastusluukkujen paikoista, mutta joihin kohtiin ei ole tarkastus/puhdistusluukkua asennettu, esimerkiksi monitoimitilan 23 alakaton sisäpuolisessa kanavistossa.

Sisäilman olosuhdemittausten mittausajanjaksolla havaittiin sisäilman lämpötilassa asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) mukaisen toimenpiderajan alituksia, joiden kuitenkin voidaan katsoa liittyvän kiinteistön vesikiertoisen lämmityspatteriverkoston vajaatehoiseen toimintaan tutkimusjaksolle ajoittuneen pakkasjakson aikana.

Paine-eron seurantamittausten perusteella oli huonetiloissa lievää alipaineisuutta, minkä arvioidaan olevan pääosin voimakkaasta ulkoilman lämpötilan laskusta johtuvaa voimistuneen sisä–ulkolämpötilaeron tuottamaan painovoimaista tehostusta poistoilmalle. Mitattujen huonetilojen alipaine ei ollut missään mittausjakson aikana asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa määritetyn toimenpiderajan (> 15 Pa)[8] ylittävää. Tilojen käytön (7:00–17:00) aikana tapahtuvan paineen pieneen heilahtelun arvioidaan olevan seurausta tilojen käytöstä johtuvaa (ovien ja ikkunoiden availu ymv.).

8.6 Toimenpide-ehdotukset

8.6.1 Kiireelliset korjaustarpeet

- Ilmanvaihdon viallisen yksikkösäätimen uusimien ja ilmanvaihdon ohjauksien asettelu tarkoituksenmukaisiksi.
- Huoneen 20 (johtajan huone) ilmanvaihdon päätelaitteiden tarkastus ja ilmamäärien säätö suunnitelmia vastaaviksi (+/- 26 l/s). Suunnitelmista poiketen huoneessa havaittiin ainoastaan

[8] Valviran laatiman Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Osa I) kohdan 2.4 mukaisesti ”Jos alipaineisuus on yli 15 Pa, niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa.”

yksi KS-100 poistoilmaventtiili, kun suunnitelmissa niitä on huonetilaan sijoitettu kaksi. Puuttuvan poistoilmaventtiilin lisäys tai nykyisen korvaaminen suuremmalla venttiilillä ja lopuksi ilmamäärien säätö.

- Huonelämpötilojen nosto tehdään asettelemalla kiinteistön lämmitysverkoston menoveden lämpötilan säätökäyrää korkeammaksi niissä säätöpisteissä, kun ulkolämpötilan arvot ovat pakkasella, jolloin menoveden lämpötila patteriverkostolle nousisi pakkasjaksoilla nykyistä säätöä korkeammaksi.
- Ilmanvaihtokoneiden sisäpuoliset puhdistukset (iv-lämmityspatterit sekä puhaltimet) tulee nyt suorittaa, lisäksi ilmanvaihdon kanavistot suositellaan jo puhdistettaviksi ja niihin tulisi samalla asentaa lisää puhdistusluukkuja. Kanavapuhdistusten jälkeen ilmamäärien säätötyö koko päiväkodin iv-järjestelmään.

8.6.2 Korjausvaihtoehto, ilmanvaihdon tasapainotus

Ilmanvaihtojärjestelmän ensisijaisena korjaustoimenpiteenä suositellaan ilmanvaihtokoneiden sekä ilmanvaihtokanavien puhdistuksia, jonka yhteydessä tehdään ilmamäärämittauksia ja ilmanvaihdon tasapainotusta. Tavoitteena saada suunnitellut ilmamäärät toteutumaan tiloissa sekä saavuttaa olosuhteet, joissa paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä olisi mahdollisimman lähellä tasapainoa kaikissa ilmanvaihdon käyttötilanteissa. Korjaustoimenpiteiden ensisijaisena tarkoituksena on estää lämpimän ja kostean sisäilman kulkeutuminen rakenteisiin sekä vähentää rakenteissa olevien epäpuhtauksien kulkeutumista huonetilaan.

Ilmanvaihdon tasapainotus pääpiirteissään:

- päätelaitteiden tarkastus ja tarvittaessa korjaus tai uusi asennus
- ilmanvaihtokanavistojen puhdistus
- ilmamäärämittaukset ja ilmanvaihdon tasapainotusta

Ulko- ja sisäilman välisen paine-eron tavoitearvona suositellaan Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohjeen perustelumuistion mukaisesti -2 Pascalia.

9 Koonti toimenpide-ehdotuksista

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen. Puutteiden korjaamiseksi voi olla myös muita mahdollisia ratkaisuja ja pääsääntöisesti käytettävät korjausmenetelmät päätetään korjaussuunnittelun yhteydessä.

9.1 Ensisijaiset korjaustoimenpiteet

Julkisivu- ja ulkoseinärakenteiden huolto- ja tiivistyskorjaus

- tuuletuskoteloiden kohdalla erillisessä tarkastuksessa havaittavien epätiiveyskohtien korjausta
- sandwich-elementtien alapohja-, väliseinä-, välipohja- sekä ikkunaliittymien sisäpuolinen tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistyspinnoitteella
- sokkelielementtien ulkopuolinen vedeneristyksen tarkastaminen ja korjaus tarvittaessa

Alapohjarakenteiden siirtävä korjaus

- vanhojen pintamateriaalien purkaminen
- liimojen ja tasoitteiden poistaminen sekä betonilaatan yläpinnan käsittely mekaanisesti esimerkiksi jyrsimällä
- alapohjarakenteessa olevien tarkastuskaivojen kansistojen vaihtaminen kaasutiiviisiin kansistoihin
- betonilaatan pinnan kapselointi tarkoitukseen soveltuvalla tuotteella
- lattian ja seinän rajakohtien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tuotteella
- lattian tasoitus ja uuden pintamateriaalin asennus

Väliseinärakenteiden injektointi

- kapilaarikatkojen injektointi kantavien väliseinärakenteiden alareunoihin

9.2 Vaihtoehtoiset korjaustoimenpiteet

Alapohjarakenteiden peruskorjaus

- vanhojen alapohjarakenteiden ja alustäyttöjen purkaminen
- rakennusohjeiden mukaisen salaojituskerroksen asennus
- alapohjan eristäminen EPS- tai XPS-levyillä
- alapohjalaatan valu- ja tasoitustyöt
- alapohjan läpivientien ja liittymärakenteiden tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteella
- lattian pinnoitus hyvin vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella
  - Mikäli lattiapinnoitteina on tarkoitus käyttää huonosti vesihöyryä läpäiseviä pinnoitteita (sisäpuolinen vedeneristys, muovimatto, tmv.) on lattiarakenne suositeltava toteuttaa tuulettuvana lattiarakenteena.

10 Liitteet

Liite 1:	Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset (3 sivua)
Liite 2:	Paikannuspiirustus (2 sivu)
Liite 3:	Teollisten mineraalikuitujen analyysivastaus (2 sivua)
Liite 4:	Sisäilman olosuhteiden seurantamittausten kuvaajat (3 sivua)
Liite 5:	Paine-eromittausten kuvaajat (3 sivua)

Espoossa 20.4.2021

Sitowise Oy

[redacted]

Joona Vauhkonen, ins. AMK, KVKT (FISE), RTA (C-25014-26-19)

Tarkastanut

[redacted]

Lauri Sinelampi, DI

TUTKIMUSMENETELMÄT JA KÄSITTEET

1 Kosteustekniset tutkimukset

1.1 Kosteuskartoitus

Kartoituksessa rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioidaan pintakosteusilmaisimella, jonka mittaus perustuu suurtaajuudella tapahtuvaan materiaalin dielektrisyysvakion mittaukseen. Laite mittaa materiaalin kosteuden 25...50 mm syvyydestä. Mittalaite antaa virheellisen tuloksen, mikäli mittaussyvyydellä on metallia (putket, sähkövastuskaapeloinnit, peltiverhoukset, jne.)

Pintakosteudenilmaisimella tehtyjen havaintojen tarkastelussa ja tulosten arvioinnissa tulee huomioida, ettei kyseisellä menetelmällä kyetä mittaamaan rakenteen kosteuspitoisuutta vaan ainoastaan arvioimaan materiaalien kosteuspitoisuutta. Saatujen arviointituloksien luotettavuutta on tarkasteltava huomioiden mm. rakennetyyppi, pintamateriaali, vedeneristyskerroksen sijainti ja tyyppi sekä rakenteiden kuivanaoloaika (aikaväli, jolloin ei ole suoritettu rakenteita kastelevaa käyttöä).

1.2 Rakennekosteusmittaus

Kosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 14–10984 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus).

Rakenteista tehtävistä kosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitetulla mittapäällä. Kiviainesrakenteiden kosteusmittauksissa poratut mittausreiät puhdistetaan ja tulpataan porauksen jälkeen. Tulpatuissa mittausrei'issä kosteuden annetaan tasaantua vähintään kolme vuorokautta ennen mittausta.

On huomioitava, että mittaustulokset kyseisillä mittausmenetelmillä ovat hetkellisiä ja ne kuvastavat vain rakenteen mittausajankohtana ollutta kosteustilaa. Mikäli rakenteen kosteusteknistä toimintaa halutaan tarkastella tarkemmin, mittaukset tulee suorittaa pitempiaikaisina seurantamittauksina eri vuodenaikoina.

Rakennekosteusmittausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

1.3 Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitetulla mittapäällä. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviiksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15…20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa. Viillosta voidaan mittauksen jälkeen tehdä havaintoja päällysteen tartunnasta alustaan, liiman koostumuksesta ja väristä sekä päällysteen alapuolisista hajuista. Viiltomittausten kohdistus tehdään pintakosteuskartoituksen tuloksia ja rakennetyyppitietoja hyödyntäen. Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään vähintään referenssimittaus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta. Viiltomittauksia tehdään

siinä laajuudessa, että saadaan riittävän kattavasti määriteltyä alueet, joilla kosteuspitoisuus on kohollaan.

2 Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus

Asunnon ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat sekä kemialliset epäpuhtaudet että fysikaaliset olot. Fysikaalisiin oloihin kuuluvat muun muassa sisäilman lämpötila ja kosteus sekä ilmanvaihto (ilman laatu).

Huoneilman lämpötilan osalta noudatetaan Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen mukaista määrittelyä ja liitteessä esitettyjä toimenpiderajoja. Toimenpiderajoja sovelletaan asunnossa vain asuinhuoneiden lämpötilojen terveellisyyden arviointiin. Lämpötila ei myöskään saa aiheuttaa huoneilmassa olevan kosteuden tiivistymistä rakenteisiin tai niiden pinnoille. Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä. Aikaisemmin suosituksena on ollut, että ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 %. Sisäilman kosteutta arvioidaan suhteellisen kosteuden lisäksi myös kosteuslisänä. Kosteuslisällä tarkoitetaan sisätiloissa syntyvää lisäkosteutta (esimerkiksi hengitys, suihkussa käynti, ruoanlaitto tai pyykin kuivatus) ulkoilmaan nähden. Mikäli kosteuslisä on enemmän kuin noin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla nousee.

Ilmanvaihdon arviointiperusteina käytetään sisäilman hiilidioksidipitoisuutta sekä rakennuksen paine-eroja ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei ole mitattu, niin ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm. Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden tai alipaineisuus on yli 15 Pa ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Mittaamalla eri tilojen paine-eroa suhteessa ulkoilmaan voidaan arvioida seinärakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan, jos rakenteessa on ilmavuotoreittejä. Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa. Yleisenä ohjeena pidetään, että normaalissa käyttötilanteessa rakenteiden paine-erojen tulisi olla tasapainossa.

Seurantamittaukset suoritetaan dataloggerin ja siihen liitetyn mittalaitteen avulla. Mittausväli on yleensä 5 minuuttia. Mitattavat suureet ovat huoneilman lämpötila (°C), suhteellinen kosteus (RH%), hiilidioksidipitoisuus (ppm) ja paine-ero (Pa). Paine-eromittauksissa (+) -merkki (plusmerkki) merkitsee ylipainetta (ilmavirta poispäin mitatusta huonetilasta), ja (-) -merkki (miinusmerkki) alipainetta (ilmavirta mitattuun huonetilaan päin).

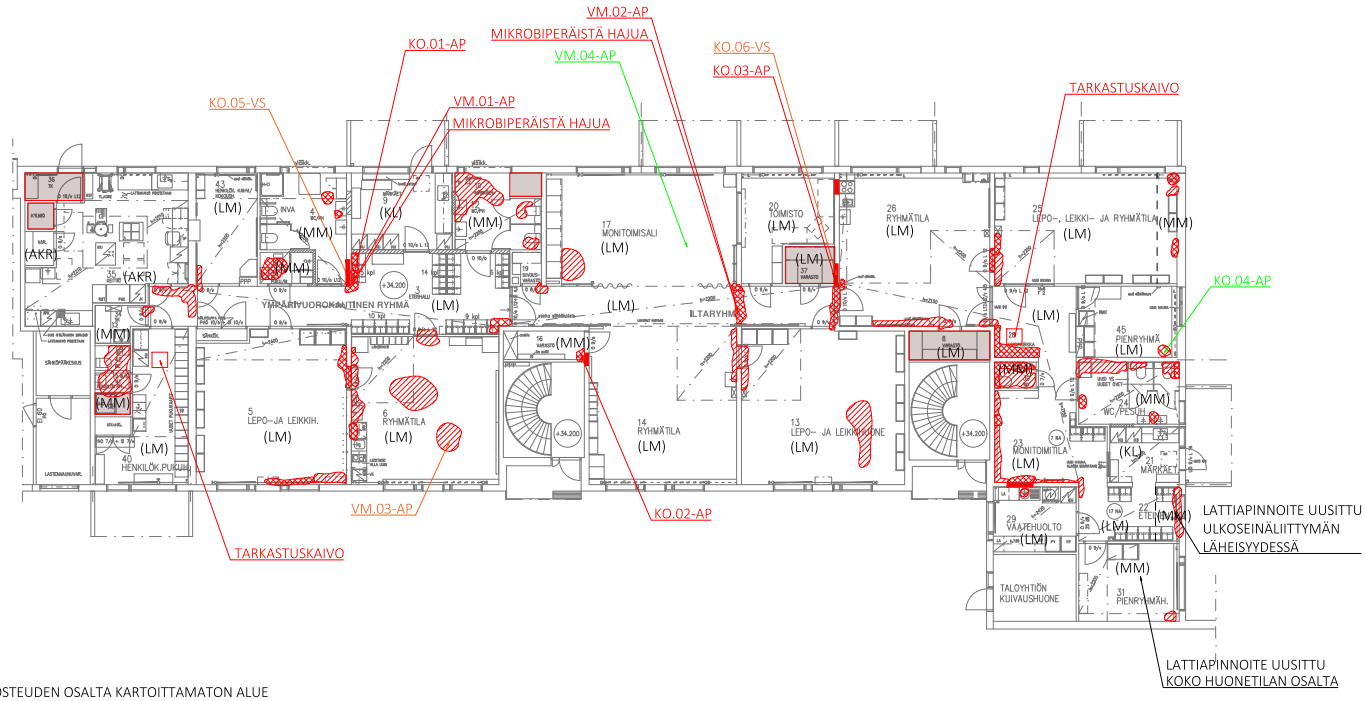
3 Teolliset mineraalikuidut

Teolliset mineraalikuidut ovat oleskelutilojen olosuhteita heikentävä tekijä. Teollisia mineraalikuituja ovat mm. keraamiset kuidut, eristevilla- ja lasikuidut. Teollisten mineraalikuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet mineraalikuituiset akustiikkalevyt huonetiloissa, sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot.

Mineraalikuitujen esiintymistä voidaan tutkia joko geeliteippinäytteiden, suodatinkangasnäytteiden tai pyyhintämenetelmällä otettujen pölynäytteiden avulla. Pyyhintämenetelmällä otetuista näytteistä voidaan määrittää kuitutyyppi (keraaminen kuitu/vuorivilla/lasivilla/lasikuitu), jonka avulla voidaan selvittää mahdollisia kuitulähteitä. Muilla menetelmillä saadaan selville kuitujen tarkka pitoisuus, mutta ei kuitutyyppiä.

Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen toimenpideraja teollisten mineraalikuitujen pintalaskeumapitoisuuksille on kahden viikon pölylaskeumasta määritettynä 0,2 kuitua/cm^2.

SITOWISE Linnoitustie 6 02600 Espoo 020 747 6000 www.sitowise.com	Tekijä JVa Päiväys 19.4.2021	Suun. ala TUT	Piir. no 1
Rakennuskohteen nimi ja osoite LINNOITUSKUJAN PÄIVÄKOTI LINNOITUSKUJA 1 01280 VANTAA	Piirustuksen sisältö TUTKIMUSKARTTA, 1. KERROS		



= PINTAKOSTEUDEN OSALTA KARTOITTAMATON ALUE

= NORMAALISTA LIEVÄSTI POIKKEAVIA PINTAKOSTEUDEN MITTAUSARVOJA

= NORMAALISTA SELKEÄSTI POIKKEAVIA PINTAKOSTEUDEN MITTAUSARVOJA

= NORMAALISTA POIKKEAVIA PINTAKOSTEUDEN MITTAUSARVOJA SEINÄSSÄ

TUNNISTEET

VM.XX = VIILTOMITTAUS
KO.XX = RAKENNEKOSTEUSMITTAUS

KO.XX = EI VIITETTÄ VAURIOSTA
KO.XX = VIITE VAURIOSTA

RAKENNEOSAT:

US = ULKOSEINÄ
AP = ALAPOHJA
VS = VÄLISEINÄ

LATTIAN PINTAMATERIAALIT:

(LM) = LINOLEUM
(MM) = MUOVIMATTO
(KL) = KERAAMINEN LAATOITUS
(AKR) = AKRYYLIMASSA

HUOM: POIKKEAVAT PINTAKOSTEUDEN ALUEET JA NÄYTTEENOTTOKOHTIEN SIJAINNIT OVAT VIITTEELLISIÄ.

Työterveyslaitos

ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 419353
29.1.2021

Sitowise Oy
Heikki Nurmi
Linnoitustie 6
02600 ESPOO

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus teippinäytteessä

Analyysin kuvaus:	Teollisten mineraalikuitujen määritys valomikroskoopilla
Käsittelijä(t):	Juhani Piirainen
Asiakasviite:	Linnoituskuja 1

Analysointimenetelmä
Geeliteipille kerätystä laskeumanäytteestä laskettiin valomikroskooppia käyttäen vähintään 3 µm paksujen teollisten mineraalikuitujen määrä pinta-alayksikköä kohti.

Työterveyslaitoksen käyttämä viitearvo teollisten mineraalikuitujen kahden viikon laskeumalle on 0,2 kuitua/cm². Jos tämä arvo työtiloissa ylittyy, tulee arvioida lisäselvitysten tai toimenpiteiden tarve kuitukertymän pienentämiseksi. Mahdollisia toimenpiteitä voivat olla rikkoontuneiden tai pinnoittamattomien kuitumateriaalien vaihtaminen, siivouksen tehostaminen, ilmanvaihtokanavien puhdistaminen ja tuloilmajärjestelmän kuitupäästöjen vähentäminen.

Analyysitulosten tulkinnassa tulee huomioida otettujen näytteiden lukumäärä ja viitearvon ylittyminen niissä. Analyysituloksia arvioidaan aina rinnakkain rakennus- ja taloteknisten havaintojen sekä käyttäjätietojen kanssa.

Toimistorakennusten tuloilmakanavien pinnoilla teollisten mineraalikuitujen keskimääräinen pitoisuus on Työterveyslaitoksen tutkimus- ja palvelumittausaineistossa ollut 10-30 kuitua/cm².

Lisätietoja tulosten tulkinnasta antaa Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen osoitteessa www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131872/Ohje%20työpaikoille%20sisäilmasto-ongelmien%20selvittämiseen.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Asuintiloissa teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STM:n asetus 545/2015). Jos analyysin tulokseksi saadaan tämä arvo tai se ylittyy, tulee ryhtyä terveydensuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

TYÖTERVEYSLAITOS

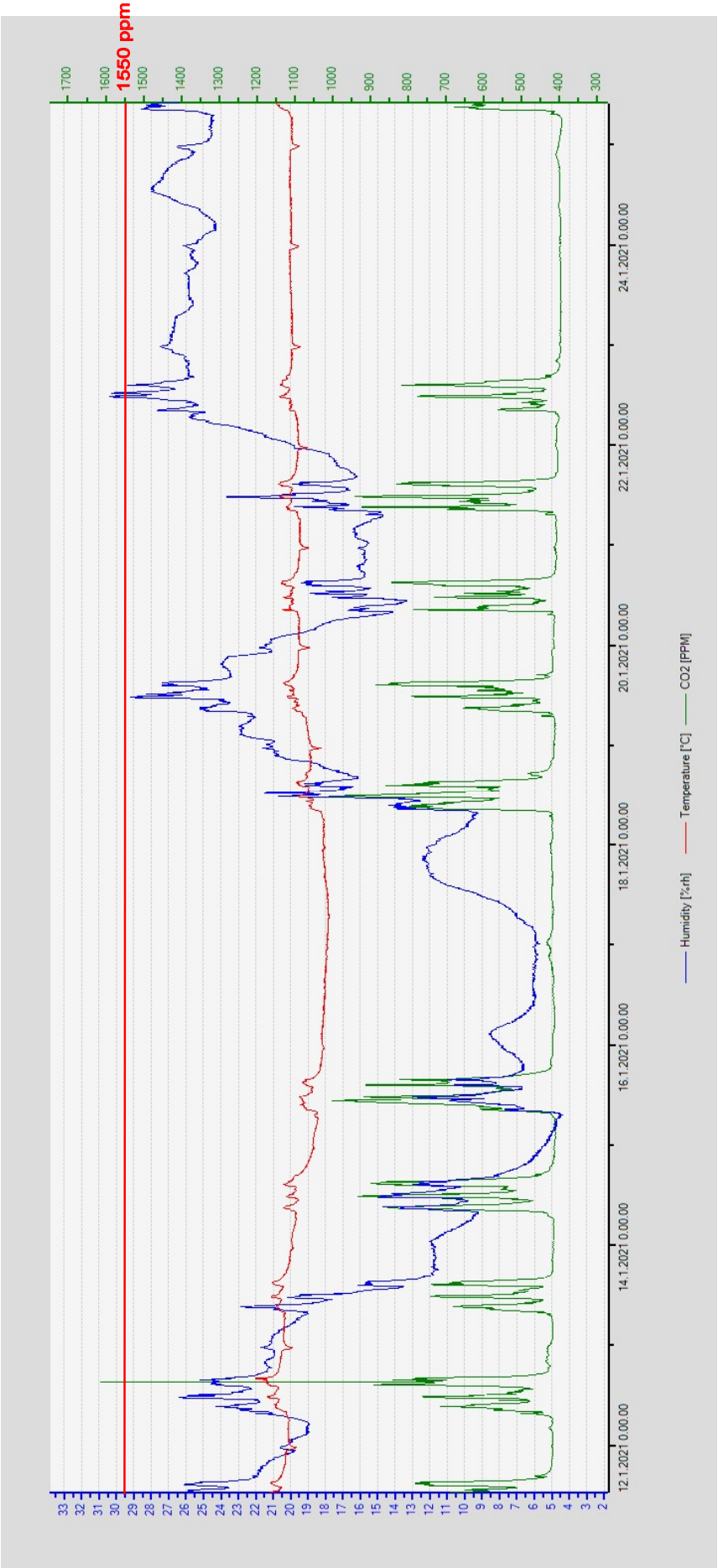
ANALYYSIVASTAUS
Tilaus: 419353
29.1.2021

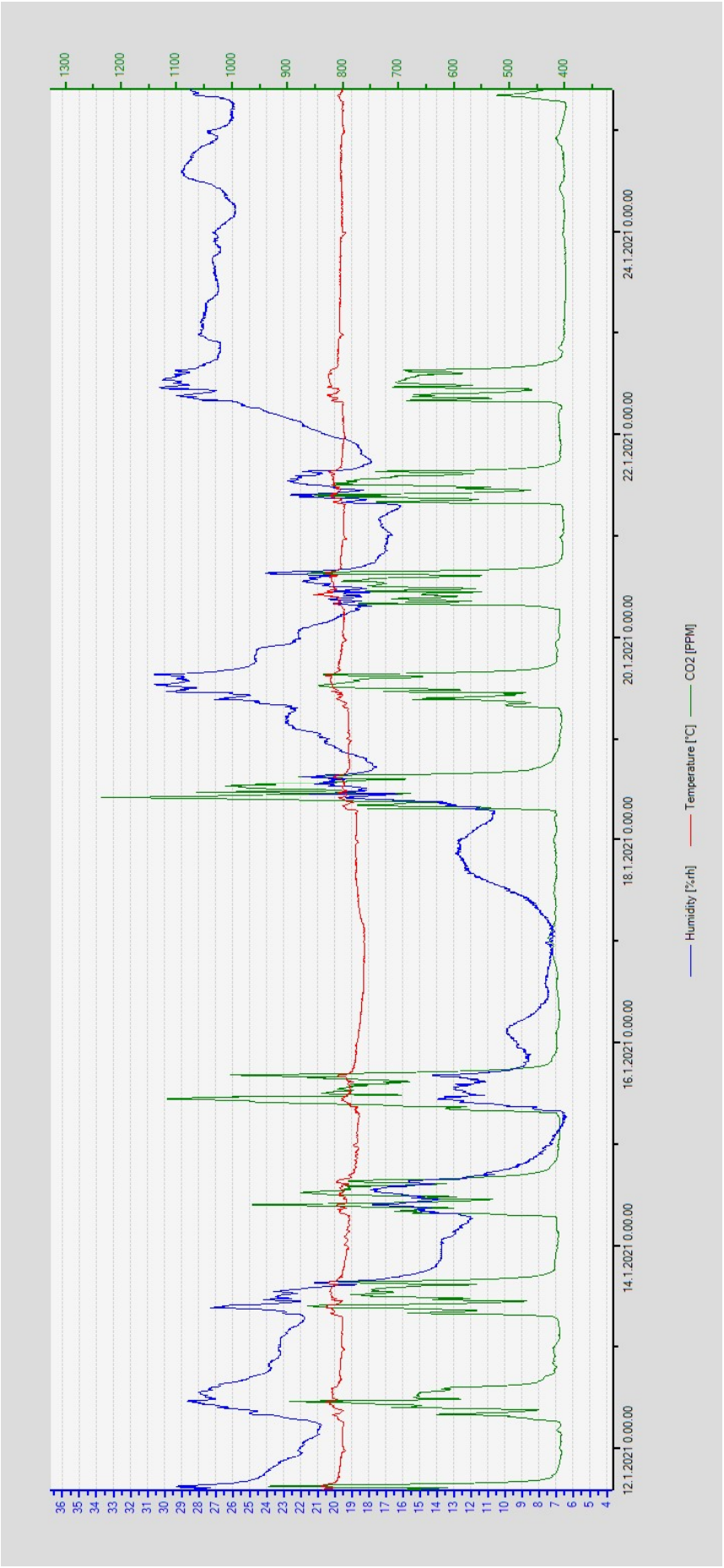
CK21-00230

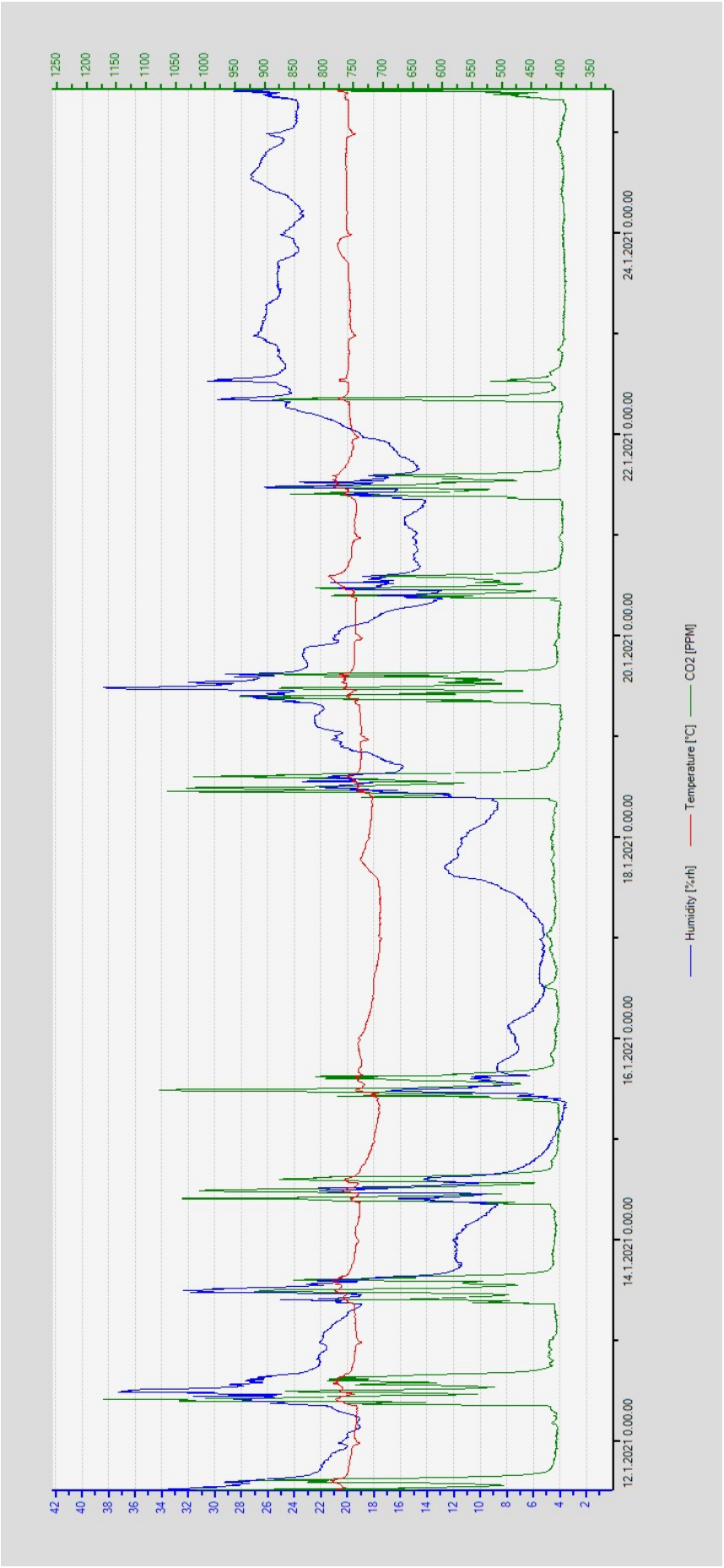
[redacted]

[redacted]

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

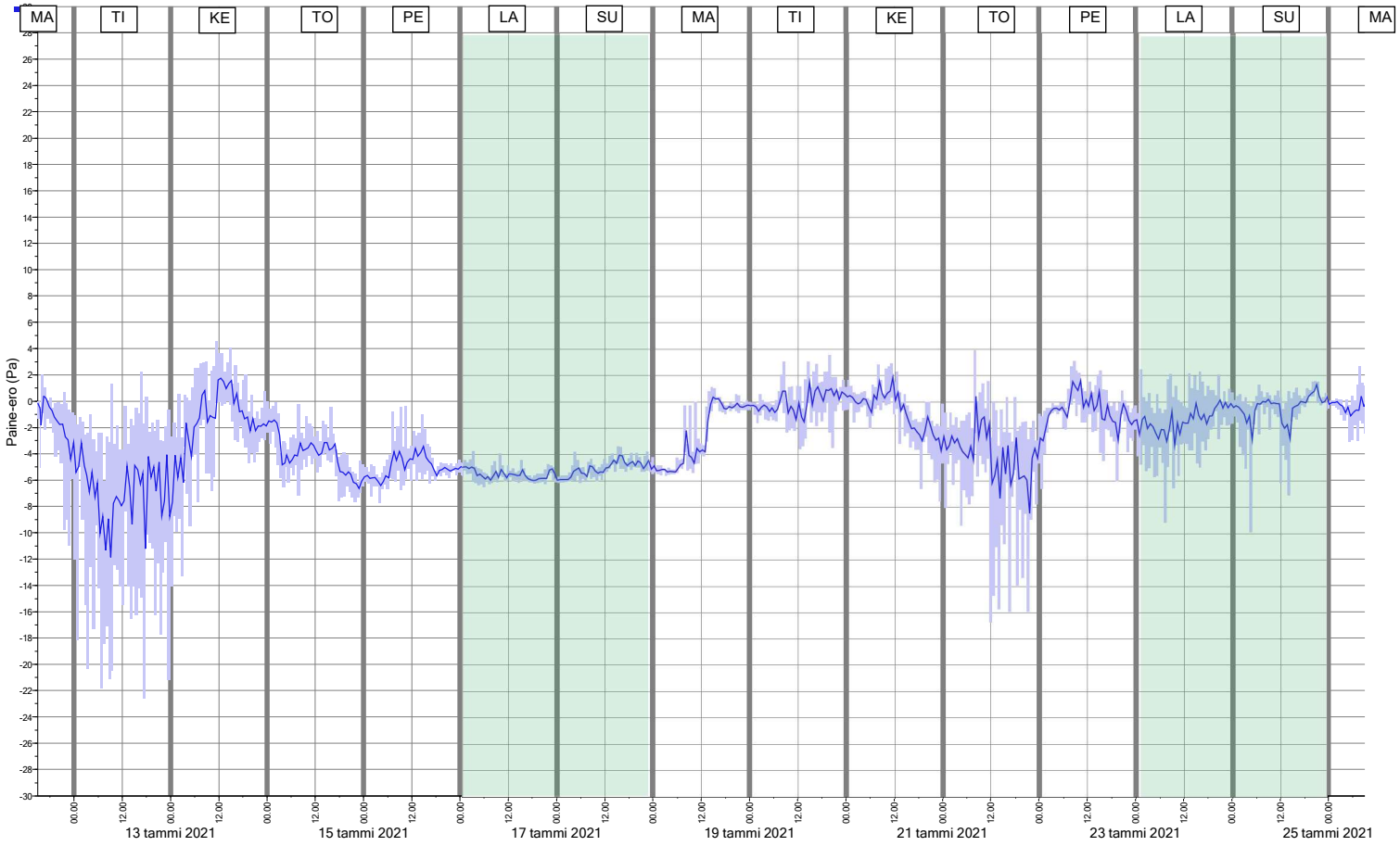

1550 ppm
Humidity [%rh]
Temperature [°C]
CO2 [PPM]
12.1.2021 0.00.00
14.1.2021 0.00.00
16.1.2021 0.00.00
18.1.2021 0.00.00
20.1.2021 0.00.00
22.1.2021 0.00.00
24.1.2021 0.00.00


1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
12.1.2021 0.00.00
14.1.2021 0.00.00
16.1.2021 0.00.00
18.1.2021 0.00.00
20.1.2021 0.00.00
22.1.2021 0.00.00
24.1.2021 0.00.00
Humidity [%rh]
Temperature [°C]
CO2 [PPM]


1250
1200
1150
1100
1050
1000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
12.1.2021 0.00.00
14.1.2021 0.00.00
16.1.2021 0.00.00
18.1.2021 0.00.00
20.1.2021 0.00.00
22.1.2021 0.00.00
24.1.2021 0.00.00
Humidity [%rh]
Temperature [°C]
CO2 [PPM]

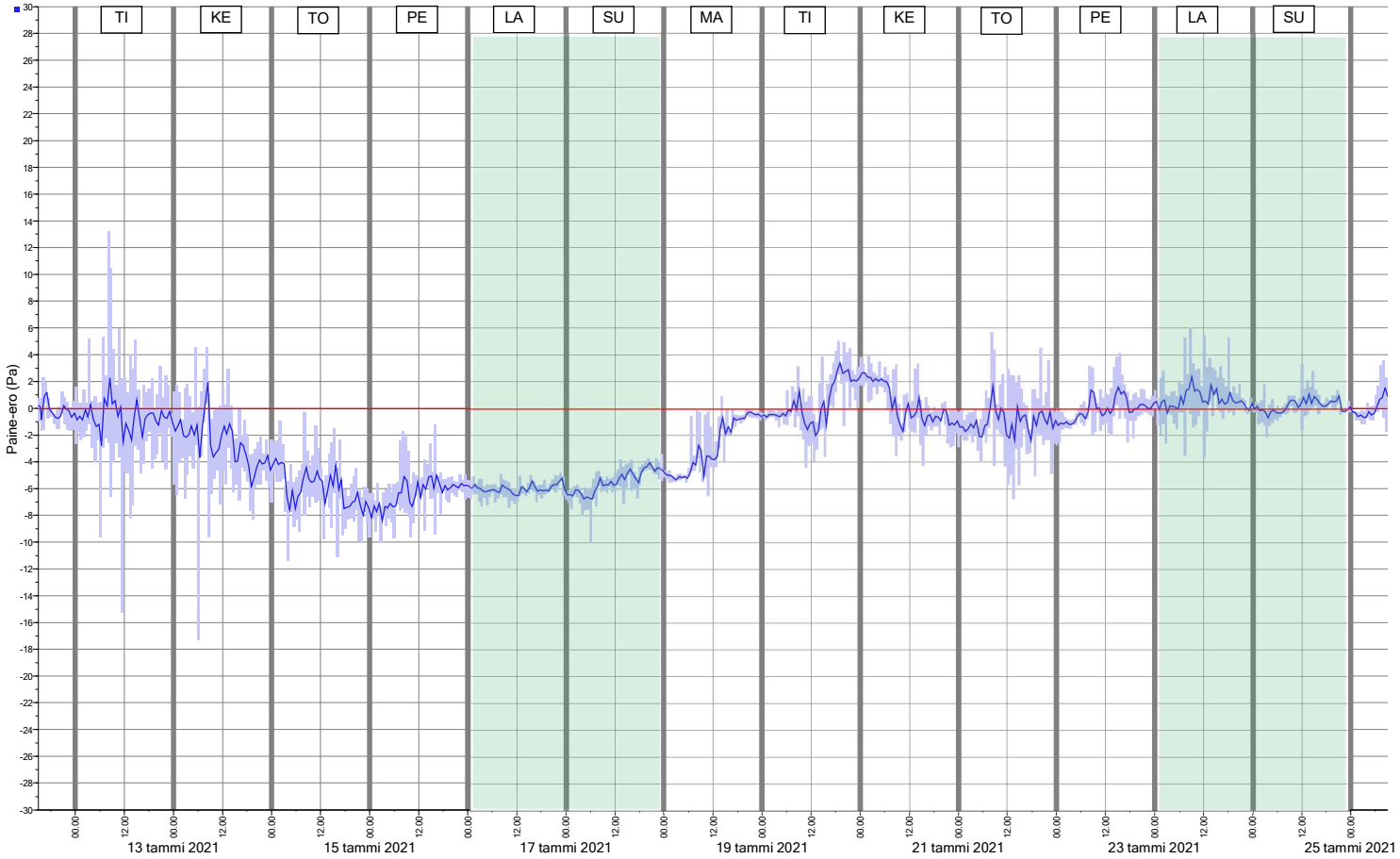
PE.01

783290 Paine-ero
PE.01



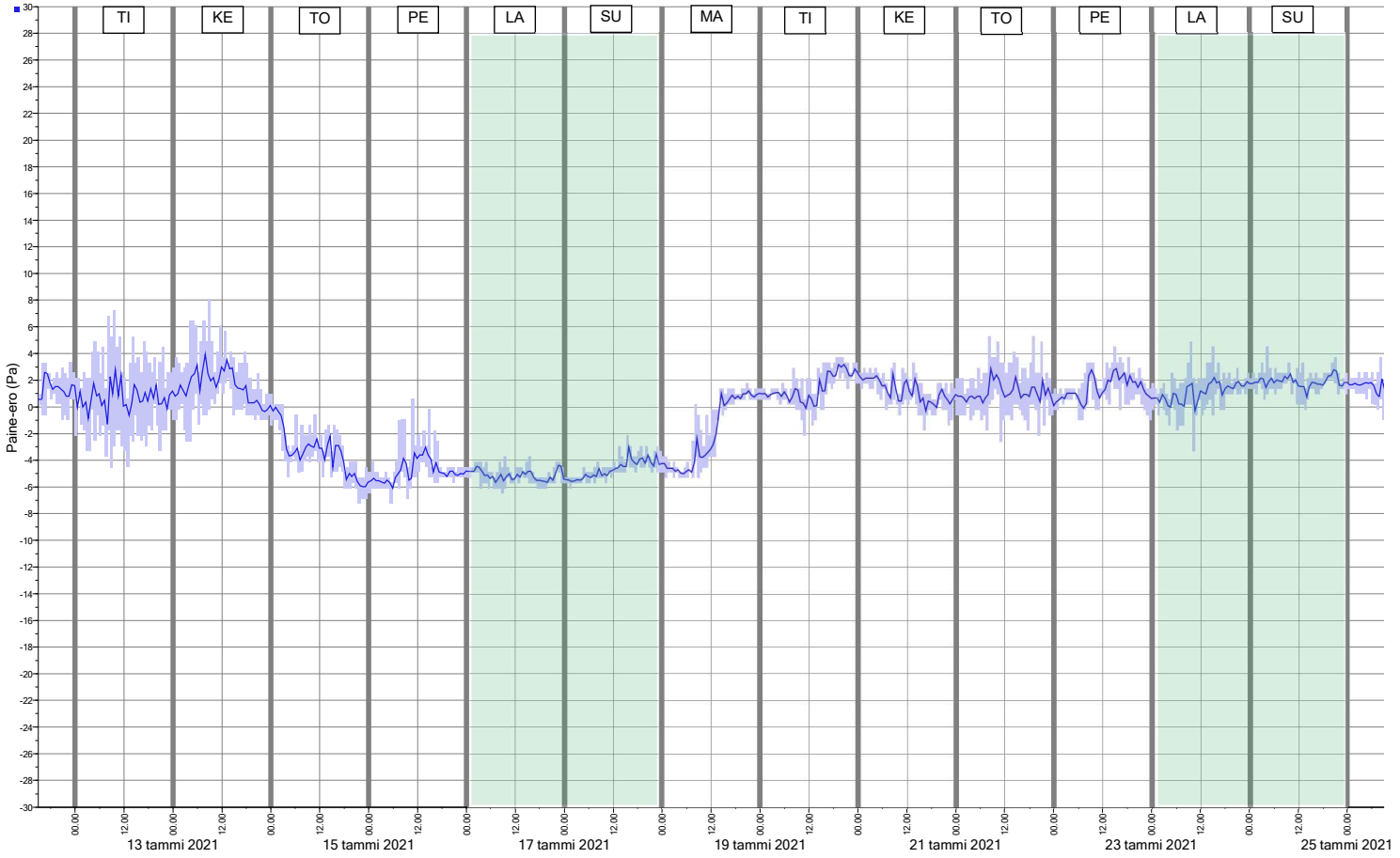
PA.02

869101 Paine-ero PA.02



PA.03

712200 Paine-ero PA.03



V:\Talo\KOR\20\K201092_Linnoituskuja_1_Vantaa_\Mittaukset\olosuhde\PE mittaukset\muokattu PA.03.tld