

URHEILUPUISTON KOULU, LAADUNVARMISTUSMITTAUKSET

Kohde: Urheilupuiston koulu, Kisatie 2, 01800 Klaukkala
Aika: 15.7.2021
Tarkastetut tilat: Luokkaosuuuden 1. ja 2. kerroksen tilat
Läsnäolijat: Aleksi Koskeniemi, Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Sami Pilke, Tuusulan maalaus- ja tasoitetyöt Oy

1 Sisältö

Muistio sisältää Kisatie 2 osoitteessa sijaitsevan urheilupuiston koulun ulkoseiniin kohdistuvien ilmatiiveyden parantamistoimenpiteiden laadunvarmistusmittaukset merkitäinekokein. Merkitäinekokeet suoritettiin 15.7.2021. Urakoitsijalta saadun tiedon mukaan osa urakka-alueesta on tarkastettu merkitäinekokein toisen konsultin toimesta aiemmin, eikä näihin tiloihin kohdistettu tarkastuksia. Tutkitut tilat ja merkitäinekokeiden paikat on esitetty tarkemmin kuvassa 1.

2 Tutkimusmenetelmät ja tutkimusalue

Merkitäinekokeet suoritettiin ohjekortin *RT-14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkitäinekokein* mukaisesti. Ulkoseinärakenteen eristetilän ja huonetilan välistä ilmatiiveyttä tutkittiin Sensistor 9012 WRS merkitäineanalyysaattorilla sekä siihen liitettävällä anturilla H21. Rakenteen ja tutkittavien tilojen välinen paine-ero toteutettiin alipaineistamalla tutkittavat tilat Blowerdoor-puhallinlaitteistolla siten, että tilat olivat noin 10...12 Pa alipaineisia ulkoseinän eristetilaan nähden. Alipaineen vaikutuksesta merkitäine pyrkii siirtymään sisäilmaa kohti, jolloin ilmavuotokohtat voidaan havaita merkitäineanalyysaattorilla. Kokeen aikana huoneen alipaineisuutta seurattiin säännöllisesti Testo 512 paine-eromittarilla. Tiivistystyön laatua tarkasteltiin merkitäinekokeen lisäksi myös aistinvaraisesti.

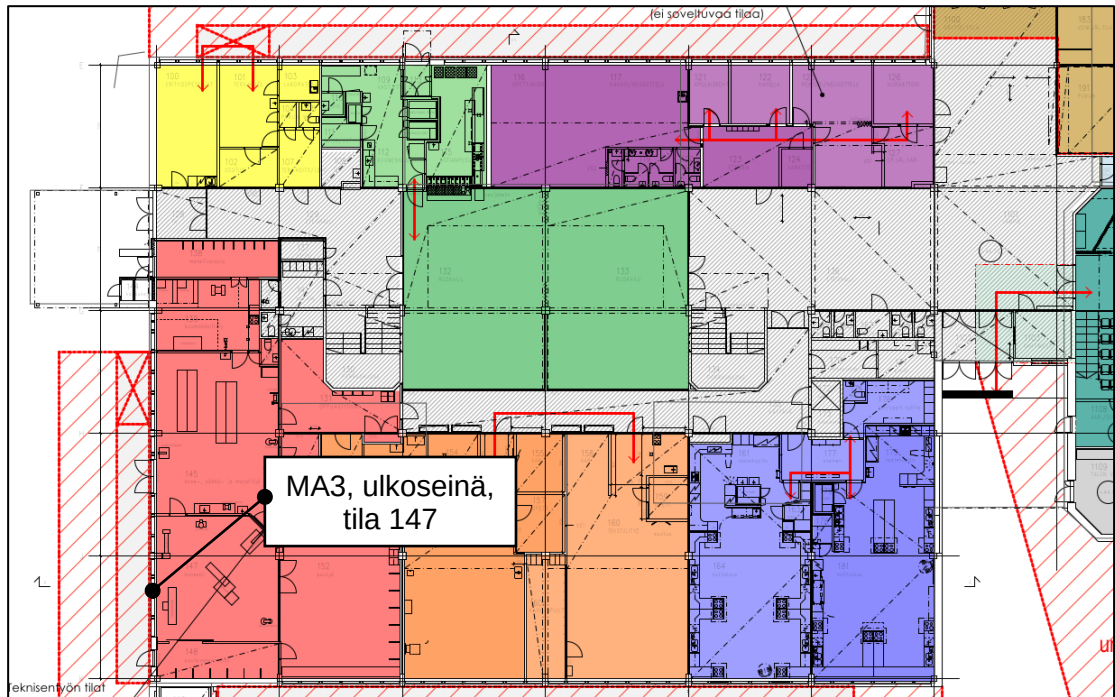
Merkitäinekokeessa merkitäinekaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) laskettiin ulkoseinän eristetilaan sisäkuoreen porattujen reikien kautta. Merkitäinekaasua laskettiin tutkittavaan rakenteeseen tarvittavan kaasumäärän mukaisesti nopeudella 5...6 l/min siten, että syötetyn kaasun kokonaismäärä eristetilassa vaihteli eristetilän tilavuudesta riippuen 10...15 l välillä. Merkitäineanalyysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1...10. Rakenteiden tiiveyttä tarkasteltiin herkkyyksillä 5...10 siten, että ensin tarkastelu tehtiin korkealla herkkyydellä (10) vuotokohtien paikantamiseksi ja sitten pienemmällä herkkyydellä vuodon suuruuden arvioimiseksi. Korjaustyöselostuksen mukaisesti tiivistyksillä tavoitellaan RT14-11197 ohjekortin mukaista tasoa 2 (Merkittävä tiiveyden parantaminen), jossa sallitaan vähäisiä vuotoja -10 Pa alipaineella.

Merkitäinekoetta tehtäessä mittaustulosten tulkinta tehtiin herkkyystasojen mukaan seuraavasti:

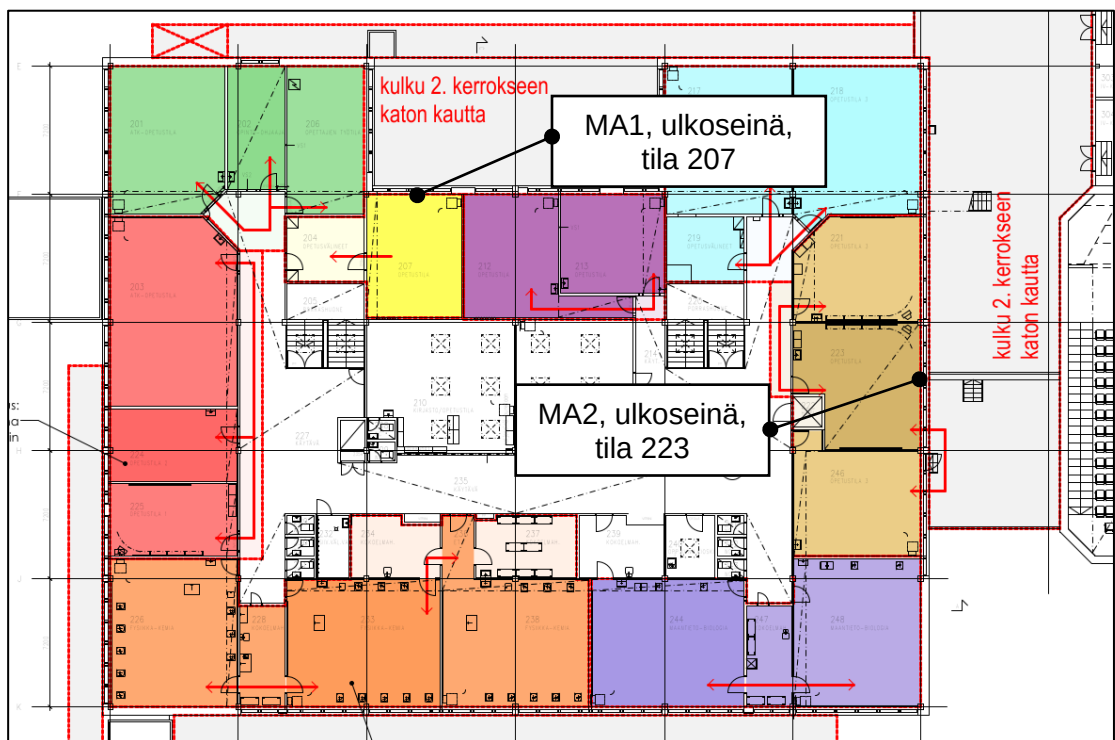
Tiivis (ei vuotoa herkkyydellä 10)

Vähäinen ilmavuoto (vuotoa herkkyydellä 10 mutta herkkyydellä 5 laite havaitsee paikallista/yksittäistä vuotoa)

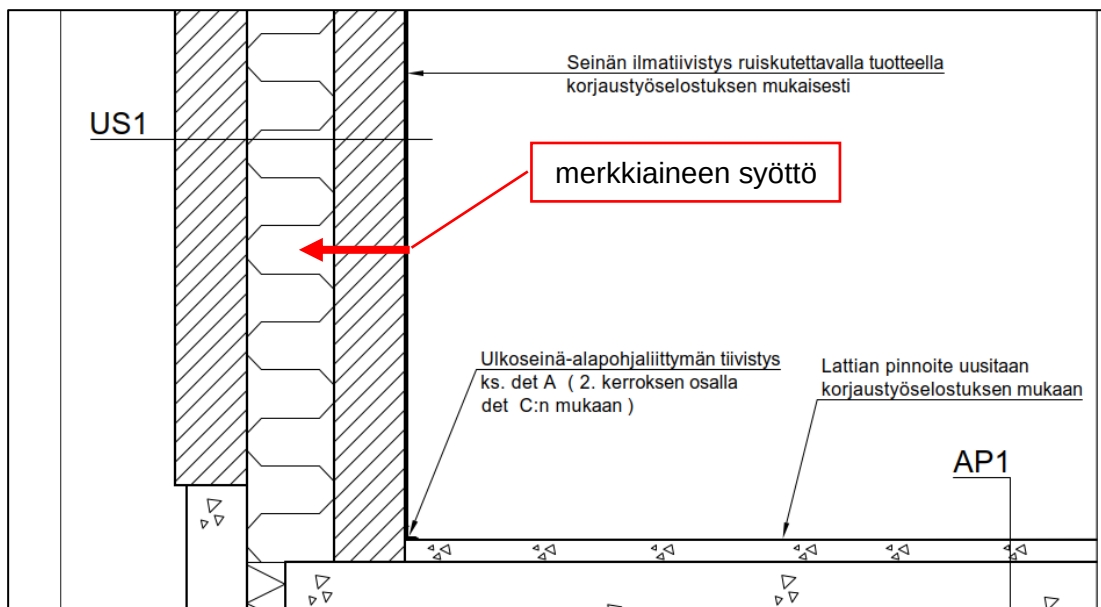
Merkittävä ilmavuoto (herkkyydellä 5 ja alle laite havaitsee selkeää vuotoa)



Kuva 1. Ote arkkitehdin vaiheistuskaaviosta, 1.krs. Kaavioon on merkitty merkkiainekekeen MA3 paikka. Lähtötietojen mukaan aiemmin tarkastettuja alueita ovat sinisellä, oranssilla ja keltaisella korostetut alueet. Violetilla alueella työt olivat kesken.



Kuva 2. Ote arkkitehdin vaiheistuskaaviosta, 2.krs. Kaavioon on merkitty merkkiainekekeen MA1 ja MA2 paikat. Lähtötietojen mukaan toisessa kerroksessa ei ole tehty vielä merkkiainekekkeitä. Oranssilla ja sinisellä alueella työt olivat kesken. Muut alueet olivat valmiit tai niissä tehtiin viimeistelytyöitä.



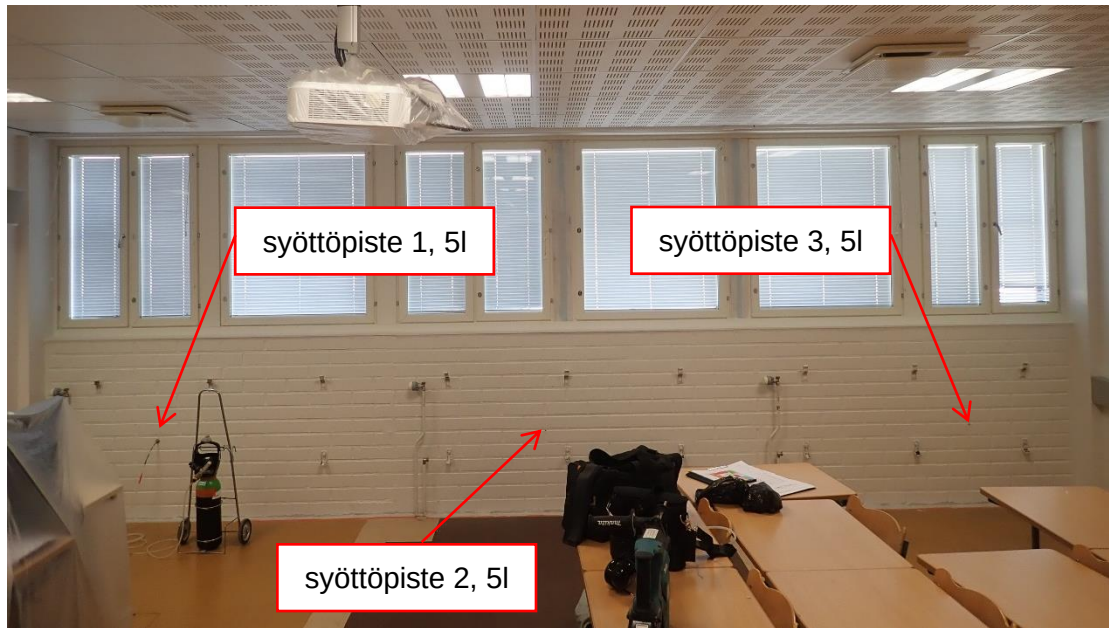
Kuva 3. Tiivistysperiaate 1. kerroksen ulkoseinälinjoilla. Vastaavaa periaatetta on noudatettu soveltaen 2. kerroksen tiivistyksissä. Ulkoseinä on tutkituilla alueilla tiili-villa-tiili-rakenteinen. Kuvaan on merkitty merkkiainekaasun syöttöperiaate rakenteeseen.

3 ILMATIIVEYDEN TARKASTUS

3.1 Mittaustulokset

Tutkimuskäynnin aikana tiivistyksiä ei ollut tehty kokonaisuudessaan valmiiksi koko urakka-alueella. Laadunvarmistuksen tarkoituksena oli tarkastaa tähän mennessä tehdyt ja tarkastamattomat tiivistykset pistokoeluontoisesti merkkiainekokein. Merkkiainekokeen lisäksi tilat tarkastettiin aistinvaraisesti merkkiainekokeissa tehtyjen havaintojen pohjalta. Aistinvaraiset havainnot on esitetty kappaleessa 3.2. Ulkoseinäpinnan, ikkunaliittymien sekä ala- ja välipohjaliittymien tiivistyksessä oli käytetty Amperla Airtight-pinnoitetta (huom. havaintojen perusteella ei ole käytetty Airtight K:ta eli kuituvahvistettua pinnoitetta). Liitoksissa ei ole käytetty vahvikekangasta.

Merkkiainekokeissa havaitut vuotokohdat merkittiin oranssilla teipillä ja käytiin urakoitsijan kanssa läpi. Havaintoja merkkiainekokeesta on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 4. Merkkiainekekeen MA2 tutkimusjärjestely. Seinälinja rajautuu kuvan reunoilla näkyvien pilarien mukaisesti. Muut kokeet suoritettiin vastaavalla periaatteella.



Kuva 5 a ja b. Merkkiainekekeen MA2 tutkimusjärjestelyt. Tila alipaineistettiin Blower-door-puhallinlaitteistolla. Paine-ero ulkoseinärakenteen eristetilan ja tutkittavan tilan välillä varmistettiin Testo 512-paine-eromittarilla ja paine-eroa seurattiin säännöllisesti tutkimuksen aikana. Muut kokeet suoritettiin vastaavalla periaatteella.



Kuva 6. Merkkiaineokeen MA2 havaintoja. Punaisella nuolella merkittyjen patterikannakkeiden alareunassa havaittiin vaihdellen vähäistä ja merkittävää ilmavuotoa. Lisäksi vähäistä ilmavuotoa havaittiin kuvaan merkityn ikkunakarmin nurkassa olevan sormiliitoksen kohdalla. Muilta osin kokeessa MA2 ei havaittu vuotoja.



Kuva 7. Merkkiaineokeen MA1 havaintoja. Punaisella nuolella merkittyjen patterikannakkeiden alareunassa havaittiin vaihdellen vähäistä ja merkittävää ilmavuotoa. Kuvan ulkopuolelle jäävissä patterikannakkeissa havaittiin vastaavia vuotokohtia. Muilta osin kokeessa MA1 ei havaittu vuotoja.



Kuva 8 a ja b. Esimerkkejä patterikannakkeiden alareunan vuotokohdista. Kannakkeen alareunan tiivistys on jäänyt selvästi vajaaksi. Esimerkin mukaisissa kohdissa vuoto oli merkittävää.



Kuva 9. Merkkiainekeemittauksen MA3 havaintoja. Vuotoa havaittiin punaisella nuolella merkityissä kohdissa; patterikannakkeen alareuna, ruuvireikä, sähköjohtoläpiviennit kohta sekä väliseinä-alapohjaliittymä. Muilta osin ei havaittu vuotoja. Merkkiainekeemittauksen syöttöpisteet on merkitty oranssilla teipillä keemittauksen jälkeen.



Kuva 10 a ja b. Merkkiainekokeen MA3 havaintoja. Edeltävässä kuvassa esitetyt ruuvireiän ja sähköjohdon läpiviennit vuotokohdat. Kuvassa a näkyy myös muita tiivistämättömiä ruuvireikiä, joiden kohdalla ei kuitenkaan havaittu vuotoa. Ruuvireiän kohdalla havaittiin vähäistä vuotoa ja läpiviennin kohdalla merkittävää vuotoa.



Kuva 11. Merkkiainekokeessa MA3 havaittiin merkittävää vuotoa alapohja-väliseinäliittymän kohdalta. Liittymäkohdassa oli silmämääräisesti havaittavissa rako pintabetonilaatan ja väliseinämuurauksen välissä.

3.2 Aistinvaraiset havainnot

Tarkastetut tiivistykset olivat aistinvaraisesti havainnoituna tasalaatuisia ja tartuntapinnat materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisia. Tarkastetuissa tiivistyksissä ei havaittu selviä poikkeamia merkkiainekokeilla tutkittuihin tiloihin verrattuna. Ainut toistuva puute oli alempien patterikannakkeiden alareunoissa säännöllisesti oleva rako (ks. Kuva 8). Havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 12. Luokkahuone 233, jossa tiivistystöitä ei ole vielä tehty. Ikkunaliittymien vanhat eristeet on poistettu ja uusittu XPS-eristeellä, jonka saumat on tiivistetty PU-vaahdolla. Ennen ikkunaliittymien tiivistystä saumojen pinta on tasoitettu elastisella saumamassalla.



Kuva 13. Ikkunaliittymän valmis tiivistys ennen listoitusta (tila 147).



Kuva 14. Valmiissa tiloissa listanaulat on asennettu pääosin listan reunaan.



Kuva 15. Valmiissa tiloissa lattialiittymän päälle on asennettu muovijalkalista.

3.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Merkitäinekoekoiden ja aistinvaraisten havaintojen perusteella tehtyt tiivistykset ovat tavoitetasoon nähden riittävän ilmatiiviitä, kun patterikannakoiden alaosien raot saadaan tiivistettyä kaikilta osin. Tulosten perusteella myöhemmin valmistuvien luokkatilojen osalta riittäväksi laadunvarmistustoimenpiteeksi voidaan katsoa tiivistyksien aistinvarainen tarkastelu. Liikuntasalin alapohjarakenteen tiivistykset suositellaan tarkastettavaksi merkitäinekoekoin. Laadunvarmistustoimenpiteiden lopullisen laajuuden määrittää suunnittelija ja tilaaja.

Tilaan 147 tehdyssä merkitäinekoekossa (MA3) väliseinän ja alapohjan liitoskohdassa havaittiin selkeää ilmavuotoa, kun merkitäinekaasua oli laskettu ulkoseinän eristetilaa (Kuva 11). Merkitäinekaasu pääsee todennäköisesti leviämään alapohjan pinta- ja runkolaatan välissä eristetilasta väliseinäliittymään. Liittymä suositellaan tiivistettäväksi suunnittelijan ohjeiden mukaisesti ennen pintamateriaalien asentamista. Urakoitsijalta saadun tiedon mukaan lattian pintamateriaaliksi tulee Nanten-epoksinnoite, joka osaltaan parantaa liittymän ilmatiiveyttä.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Espoossa, 21.7.2021



Alekski Koskenniemi, Ins. (AMK)
Nuorempi asiantuntija



Sallinen Petri, Rkm
Vanhempi asiantuntija