



RAPORTTI 040905

Koulun yhden luokan laajempi kosteustutkimus sekä yhdeksän muun tilan suppeampi tarkastelu epäiltyjen terveyshaittojen aiheuttajien selvittämiseksi

Kohde: Hevoshaan koulu

Hevoshaantie 17
01200 Vantaa

Tilaja: Vantaan kaupunki, tilakeskus, talonsuunnittelu

Arto Alanko
Kielotie 13
01300 Vantaa
(Tilaukirjeet 7.6.2004 ja 6.9.2004)

Tekijä: Humittest Oy
Sami Niemi, DI
Marko Leskinen, RI

Aika: 2.7 – 20.8.2004

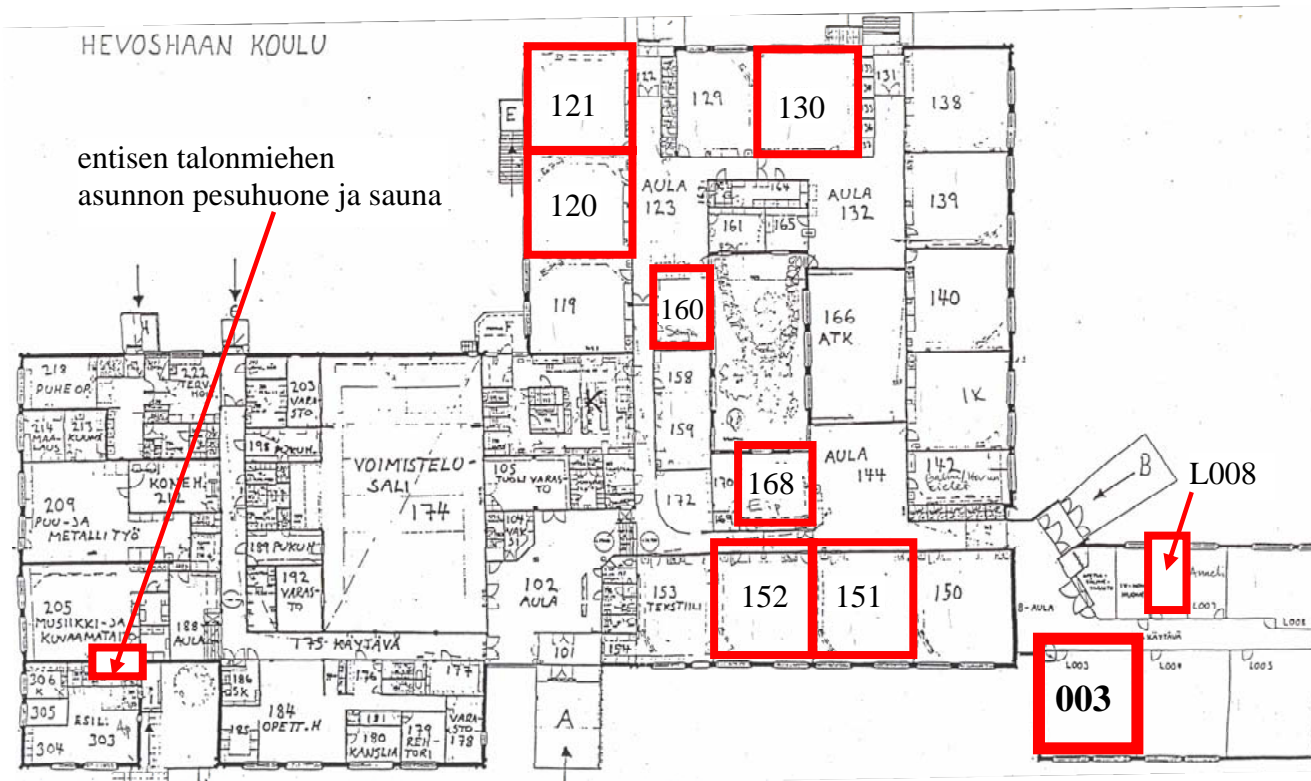
Tausta ja tehtävä: Koulun henkilökunta on ilmoittanut joihinkin tiloihin liittyvistä hajuista, ilman tunkkaisuudesta sekä mahdollisesti huonosta sisäilmasta aiheutuvista oireista. Tutkimuksella selvitetään ongelmien aiheuttajaa ja annetaan toimenpide-ehdotuksia niiden poistamiseksi.

Laajennusosan luokan 003 rakenteita on tutkittu aiemminkin pinta-kosteusmittauksin ja mikrobitutkimuksin. Laajennusosan ilmanvaihdon poistoilmamäärät on todettu riittämättömiksi pahimmin luokassa 003. Muut tilat valittiin tutkimusohjelmaan rehtorin kanssa käydyn keskustelun perusteella.

Tutkimuksessa arvioidaan tilojen rasiustekijöitä ensin ulkopuolelta maanpinnalta ja katolta, jonka jälkeen tarkastellaan tilojen ilmanvaihtoa aistinvaraisesti ja sisäpintoja aistinvaraisesti sekä pintakosteus-ilmalaisimmilla. Em. havaintojen perusteella tehdään rakennekosteusmittauksia. Rakenteissa mahdollisesti tapahtuvia ilmavuotoja arvioidaan merkkisavuun ja rakenteiden yli valitsevien paine-erojen mittauksilla. Ryömintätiloissa tehdään vähintään aistinvaraisia tarkasteluja.

1. TUTKIMUSKOHDE

Koulun vanha osa on valmistunut vuonna 1985 ja laajennusosa vuonna 1998. Molemmat osat ovat tasakattoisia. Vanhalla puolella osa alapohjasta on maanvarainen, osa on ryömintätalallinen ja osan alla on kellaritilaa. Uusi puoli on kokonaan ryömintätalallinen. Vanhan osan ryömintätilat ovat sisäpihan ympärillä kahtena erillisenä osana. Uuden puolen ryömintätila on jaettu pituussuuntaisella sokkelipalkilla kahteen osaan, jotka on yhdistetty toisiinsa kulkuaukolla. Ryömintätilan yhdestä kohdasta on koneellinen poisto katolle. Kuvassa 1 on koko koulun pohjapiirros, johon on merkitty tutkitut alueet.

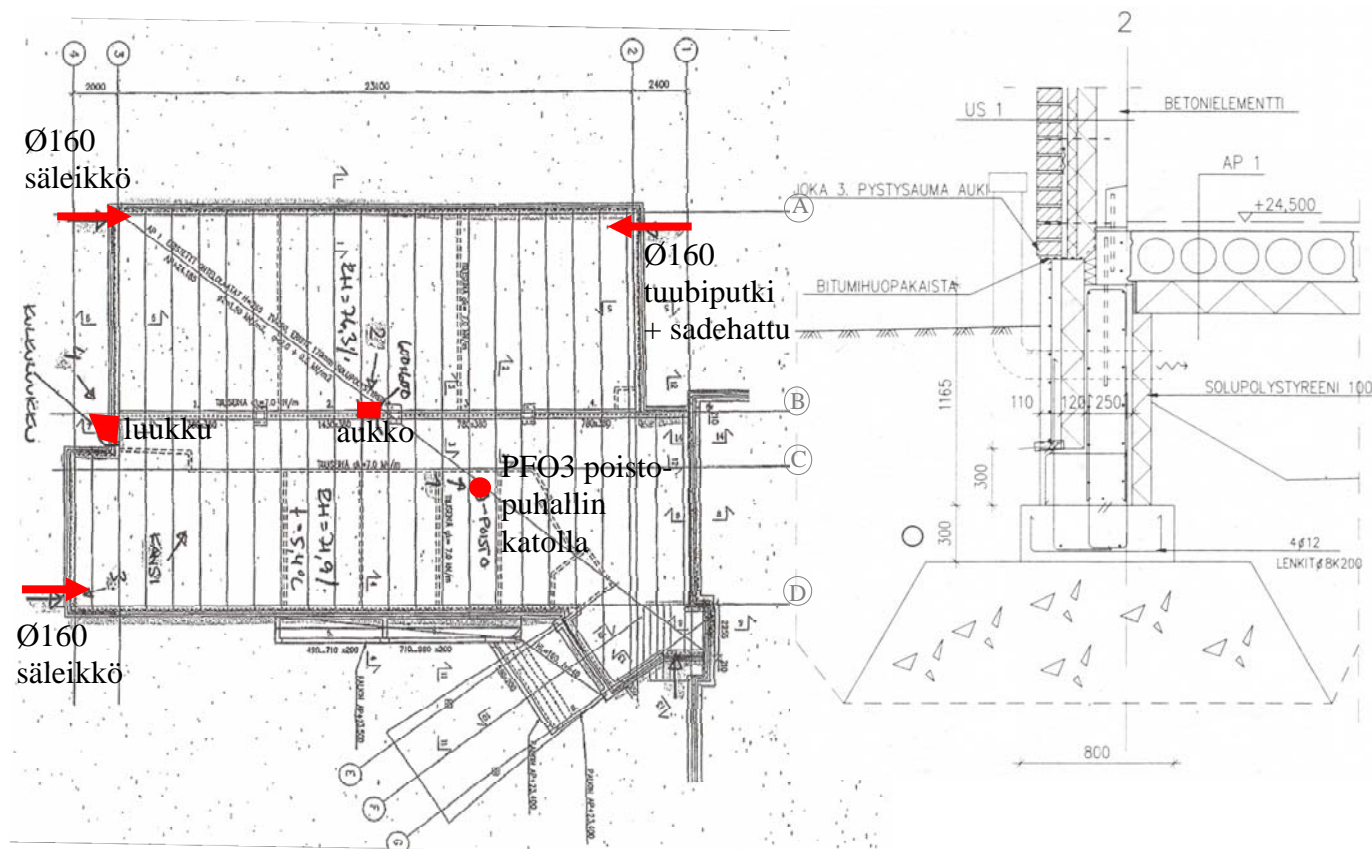


Kuva 1. Hevoshaan koulun pohjapiirroksen merkityt tutkimusalueet. Luokassa 003 tehtiin 7.6.2004 tilauskirjeen mukaiset kattavat selvitykset ja muissa tiloissa tilauskirjeen 6.9.2004 mukaiset suppeammat selvitykset. Jälkimmäiset tilat oli valittu kesäloman jälkeisessä opettajien kokouksessa ja tieto niistä saatiin rehtorilta heti kokouksen jälkeen.

Ryömintätilojen kantavana rakenteena on ontelolaatat, jotka on alapuolelta lämmöneristetty styroxilla. Ulkoseinät ovat betonielementtejä, joiden edessä on paikalla punatiilestä muuratut julkisivut.

Uudella osalla on lähiaikoina korjattu ryömintätilan poistoilmapuhaltimen kattoläpiviennissä ollut vuoto. Vanhalla puolella on rakennuksen alkuaikoina ollut kattovuotoja, mutta niitä ei enää lähivuosina ole ollut. Vanhalla osalla on korjattu vuosi sitten ryömintätalallisen osan ja maanvaraisen osan liitoskohdassa oleva keittiön ja luokan 119 välinen kosteusvaurioitunut seinä. Molempien osien ilmanvaihtojärjestelmää on puhdistettu ja säädetty viimeisen vuoden aikana. Molemmilla osilla ilmanvaihdon parantaminen on edelleen kesken.

Tutkimuksen taustatiedoiksi saatiin rakennekuvien lisäksi dokumentteja aiemmista selvityksistä ja havainnoista: Novorite Oy:n kosteusmittaus ja mikrobi tutkimuslausunto VANTAA31 uuden osan luokasta 003 (3.12.2003), Lassila & Tikanoja Oy:n tekemä ilmanvaihdon mittauspöytäkirja uudelta osalta (2.2.2004), Luokan 003 opettajan kirje luokassa kokemistaan oireista (12.12.2003). Työterveyshoitajan ja kouluisännän täyttämä työpaikkaselvityslomake kaikista koko koulussa tehdyistä käyttäjätahon havainnoista (22.3 – 2.4.2004). Kuvassa 2 on uuden puolen perustusleikkaus- ja pohjakuva.



Kuva 2. Vasemmalla uuden puolen perustuksen elementtijako ja siinä esitetty alustatilan tuuletusjärjestely. Oikealla perustusleikkaus moduulilinjalta 2. Perustusleikkauksen mukaan tiilimuurauksen alla oleva bitumikermi on nostettu kantavalle betoniseinälle yli seinäelementin alasauman.

2. TOIMENPITEET JA TUTKIMUKSET

Tutkimukset aloitettiin kouluisännän kesäloman aikana, mistä syystä alkuvaiheessa ei päästy lukittuihin ryömintätiloihin. Tutkimukset etenivät seuraavalla aikataululla:

- **2.7.2004** suoritettiin rakennuksen ulkopuolinen tarkastelu maanpinnalta ja katolta käsin. Lisäksi aloitettiin luokan 003 tutkimukset pintakosteusmittauksin, aistinvaraisin tarkasteluin sekä lattiapäällysteen alapuolisin viiltomittauksin, joiden perusteella porattiin lattiaan ja seinään kosteusmittausreiät. Seinän tarkastelua varten irrotettiin luokan vanhan osan puoleiselta seinältä jalkalista. Reiät putkittiin ja tiivistettiin ja niihin asennettiin mittapäät.
- **5.7.2004** luettiin kosteusarvot mittapäistä. Muovimattoon tehdyt reiät paikattiin teipillä ja jalkalistat asennettiin paikoilleen.
- **8.7.2004** annettiin tilaajan edustajalle väliaikatiedote em. mittauksista ja niissä tehdyistä havainnoista.
- **10.8.2004** kierrettiin rehtorin ja kouluisännän kanssa kaikki tutkimukseen valitut tilat alustavasti läpi ja sovittiin jatkotutkimusten tekemisestä siten, että kouluisännän kanssa sovitaan suoritusajat niin, että toimenpiteistä on mahdollisimman vähän haittaa koulutyölle. Näin ollen elokuun toimenpiteet on porareikien kosteusarvojen lukemista lukuun ottamatta suoritettu iltapäivällä. 10.8 tutkittiin alustavasti uuden puolen alustatila ja aloitettiin ryömintätilan kosteusseuranta kahdessa kohdassa. Tutkimuspäivän loppuun tarkasteltiin uuden puolen opetusvälinevaraston katossa olevaa alustatilan poistopuhaltimen kattoläpiviäntä ja sitä ympäröiviä rakenteita.
- **12.8.2004** tehtiin muiden kuin 003 luokan aistinvaraiset tarkastelut ja pintakosteusmittaukset sekä rakennekosteusmittaus ja paine-eromittauskohtien suunnittelu.
- **13.8.2004** tehtiin loput viiltomittaukset, rakennekosteusmittaus- ja paine-eromittausreikienreikien poraukset sekä kosteusmittapäiden asennukset.

- **16.8.2004** luettiin kosteusarvot ja paikattiin mittauskohdat väliaikaisesti teipillä.
- **18.8.2004** läpikäytiin uuden puolen ryömintätila systemaattisesti aistinvaraisesti ja merkkisavuilla sekä lopetettiin olosuhteiden tiedontallennus.
- **20.8.2004** käytiin tarkasteltavien tilojen alapuolisissa kellaritiloissa, joissa arvioitiin mahdollisten läpivientien tiiveyksiä aistinvaraisesti ja merkkisavuin. Samoin käytiin ryömintätilassa luokan 160 alapuolella. Päivän lopuksi mitattiin vielä paine-erot kaikista paine-eromittauskohdista sekä etsittiin ilmavuotokohtia huonetiloista käsin merkkisavuja apuna käyttäen.

Viiltomittausten menetelmäselvitys on liitteessä 1. Porareikämittaukset tehtiin liitteen 2 mukaisesti. Porareikämittauksia tehtiin sekä lattiaan että seinään. Betoniseinästä tehtiin lisäksi ns. nopea suhteellisen kosteuspitoisuuden mittausta ruuvinreiästä ennen varsinaisten porareikämittausten tekoa. Mittausta ennen jalkalista ja reiässä oleva muovitulppa poistettiin. Paljastuneeseen reikään asennettiin Vaisala Oy:n valmistama HMP42 mittapää 20 minuutiksi. Mittapään varren ja seinäpinnan yhtymäkohta tiivistettiin mittapään tasaantumisen ajaksi Mal-kitillä. Mittausten yhteydessä tiloissa vallinnut sisäilma mittapisteellä mitattiin aina lattian rajasta Vaisala Oy:n valmistamalla HMP44 lämpötila- ja kosteusmittapäillä.

Heinäkuun mittauksissa kosteusmittapää oli kalibroitu em. liitteissä kuvatulla kalibrointijärjestelmällä korkeintaan 4 viikkoa ennen mittauksia. Elokuun mittauksissa mittapäiden kalibroinneista oli kulunut korkeintaan yksi viikko. Mittausten jälkeen rakenteen läpi menevät reiät tiivistettiin yläosastaan Mal-kitillä ja reiän päälle asennettiin teippi. Mittauksia varten irrotetut muovimaton kappaleet teipattiin takaisin paikoilleen.

Ryömintätilan olosuhdeseurantaan 10.8.2004 – 18.8.2004 käytettiin Testo Oy:n valmistamia Testostor 175-2 tiedonkeruulaitteita, jotka on kalibroitu noin puoli vuotta ennen mittauksia. Tiedontallennusvälinä oli puoli tuntia. Mittalaitteet sijoitettiin ryömintätilan keskikorkeudelle siten, että toinen oli poistoilma-kanavan alapuolella (imupiste) ja toinen huoneen 003 alapuolella sokkelin sisäpinnassa moduulilinjalalla 2 moduulilinjojen A ja B puolivälissä.

Tarkasteluissa käytetyt pintakosteusilmaisimet olivat materiaaliakohtaisilla asetuksilla varustettu Humitest MC 100 S pintakosteusmittari ja Gann Hydromette Uni1 mittalaitte. Kartoitusten pääperiaatteena on verrata saman rakenteen tai materiaalin oletetun kuivan ja oletetun kostean kohdan välisiä pintamittarin antamia lukemia.

Ilman kulkeutumisreitettä arvioitiin Dräger Air Current CH 216 merkkisavuilla alustatilan tuuletusaukoista, tekniikkäläpivienneistä ja muista mahdollisista rakenteen epäjatkuvuuskohdista, kuten lattian ja seinän liitoskohdista.

Rakenteen yli vallitsevat paine-erot mitattiin Testo Oy:n valmistamalla 512 paine-eromittarilla. Mittaukset tehtiin Ø 6 – 16 rei'istä, joihin oli asennettu rakenteen läpi menevät putket. Putket tiivistettiin vähintään huoneen puoleiseen pintaan ja ontelolaatta-alapohjissa lisäksi ryömintätilan puolelta ontelolaatan alapintaan. Tiivistykset tehtiin Mal-kitillä. Jokaisessa mittapisteessä tehtiin mittausta erikseen huoneeseen johtavan oven ollessa auki ja kiinni. Mittaus kesti kussakin kohdassa aina 20 sekuntia, jolloin kirjattiin ylös paine-eron minimi ja maksimi. Mittauksen jälkeen mittausputki poistettiin tai katkaistiin rakenteen pinnasta, tiivistettiin yläosastaan Mal-kitillä ja pintaan asennettiin teippi väliaikaiseksi suojaksi. Paine-eromittausten aikaan rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä oli käytössä normaaliasetuksilla. Paine-eromittauspäivänä 20.8.2004 sää oli melko tuulinen.

Mittauskohdat on esitetty kuvissa 3 – 7 olevissa tilakohtaisissa pohjapiirroksissa. Ennen kuvia on listattu mittapisteistä käytetyt lyhenteet. Etäisyydet kiintopisteistä on kuvissa nuolien vieressä senttimetreinä. Kuvissa 8 – 10 on tarkemmin tilat, joissa tehtiin vain ainetta rikkomattomia tarkasteluja.

V = viiltomittaus muovimaton alapuolelta

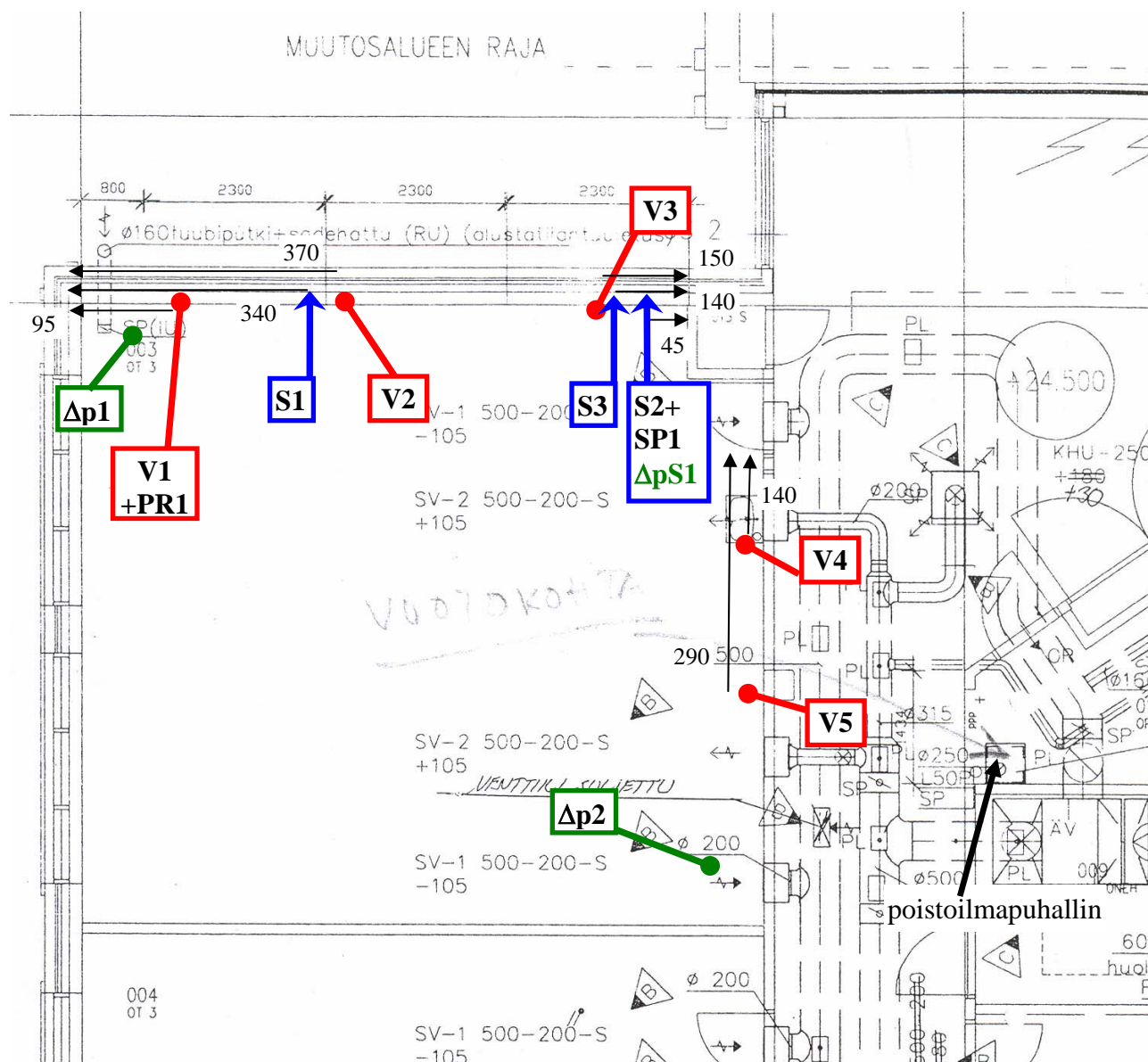
PR = porareikämittaus lattiaan

S = RH-mittaus jalkalistan ruuvinreiästä

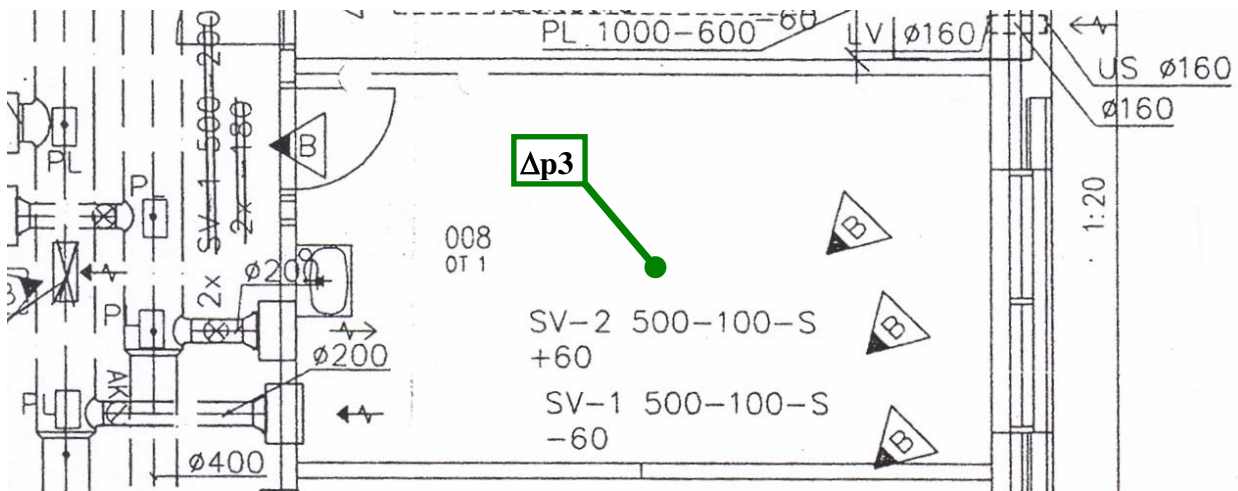
SP = Seinän porareikämittaus

Δp = rakenteen yli vallitsevan paine-eron mittauskohta lattiassa

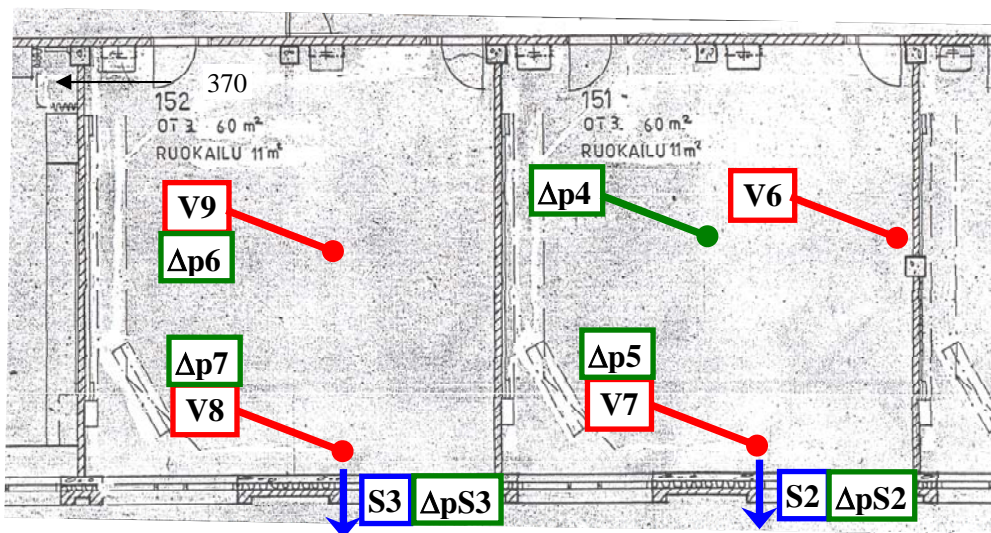
Δp_S = on huonetilan ja seinäeristeen välisen paine-eron mittauskohta kosteusmittausten jälkeen betonin läpi poratusta reiästä



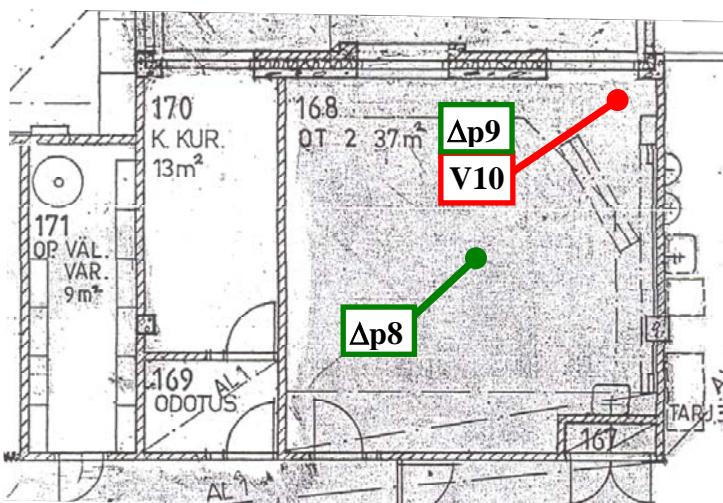
Kuva 3. Luokan 003 mittauskohdat. Lattiamittaukset 5 cm:n etäisyydeltä seinästä. Seinän porareikämittaus: 2 cm syvyys 3 cm:n korkeudella lattiasta ja muut 8 cm:n korkeudella. Lattian paine-eromittauskohdat 50 cm etäisyydellä molemmista seinistä. Kuvassa näkyy myös alustatilan poistoilmapuhaltimen tarkka sijainti opetusvälinevarastossa.



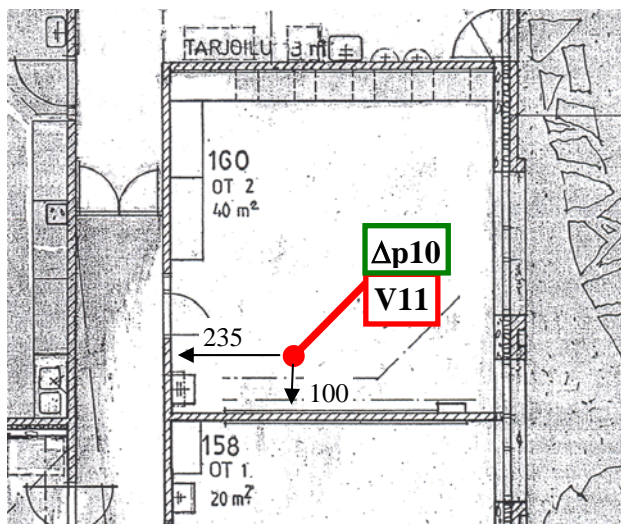
Kuva 4. Uuden puolen luokan 008 paine-eromittauskohta keskellä huonetta.



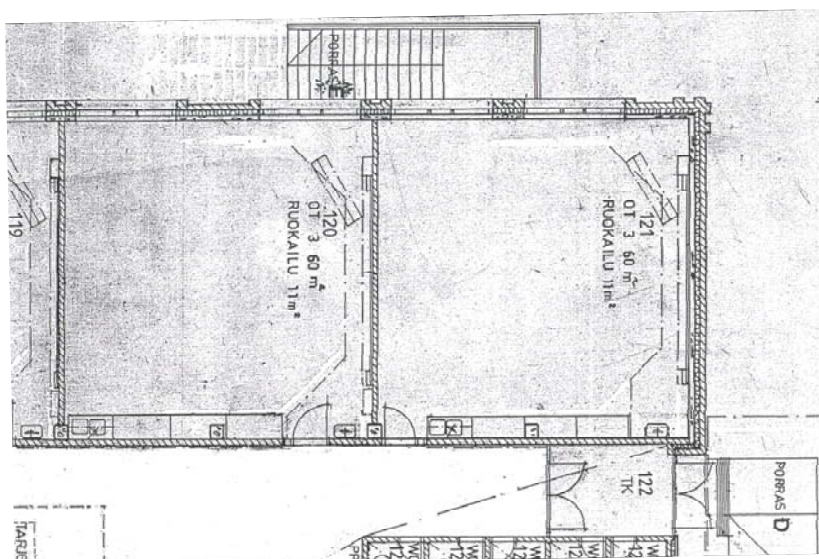
Kuva 5. Luokat 151 ja 152 vanhalla osalla. Maanvarainen lattia. Seinänvierustojen mittauskohdat 5 cm seinistä (V6 5 cm myös pilarista). Seinämittaukset n. 4 cm:n korkeudelta lattiapinnasta.



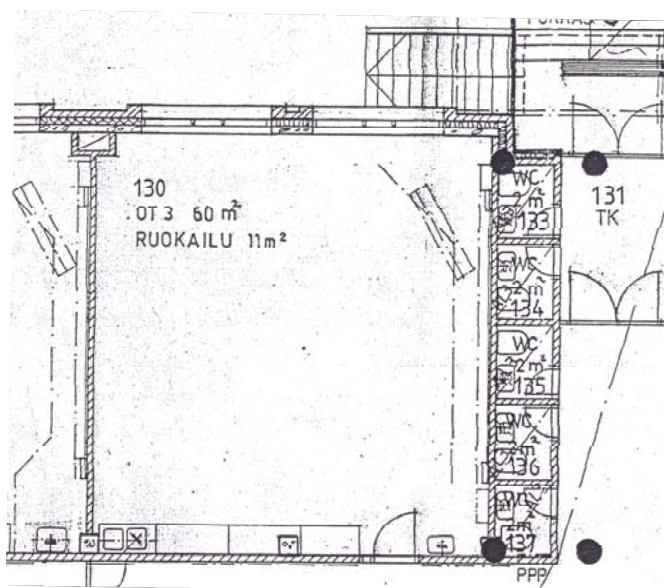
Kuva 6. Sisäpihalle rajoittuva vanhan osan luokka 168, jonka lattia on maanvarainen. Nurkan mittauspiste 10 cm:n etäisyydellä ulkoseinästä ja 5 cm:n etäisyydellä nurkkapilarista.



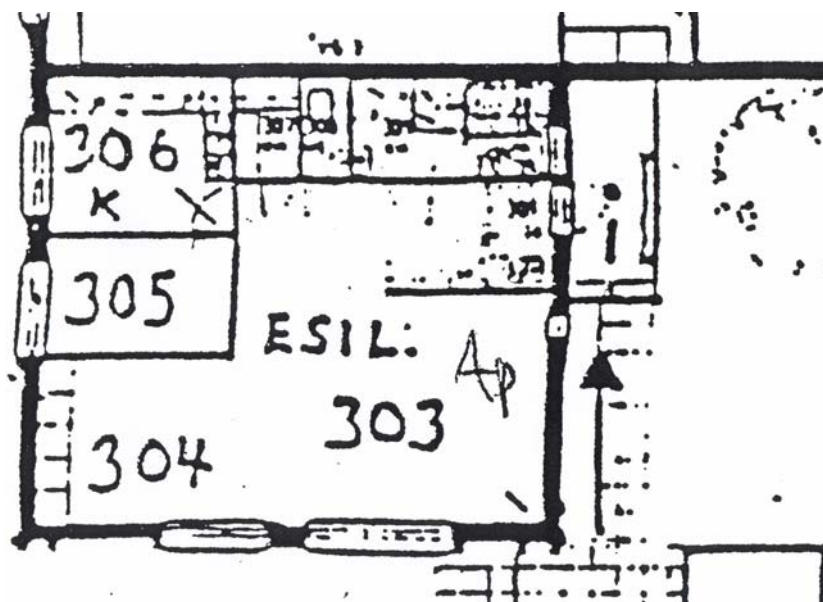
Kuva 7. Sisäpihalle rajoittuva vanhan osan luokka 160, jonka lattia on ryömintätällinen.



Kuva 8. Kellarin yläpuolella sijaitsevat luokahuoneet 120 ja 121 vanhalla osalla.



Kuva 9. Kellarin yläpuolella sijaitseva luokka 130 vanhalla osalla.



Kuva 10. Entinen talonmiehen asunto, jossa on ollut esiopetustilat noin 5 vuotta. Tarkastellut pesuhuone ja sauna on korostettu tehostevärillä.

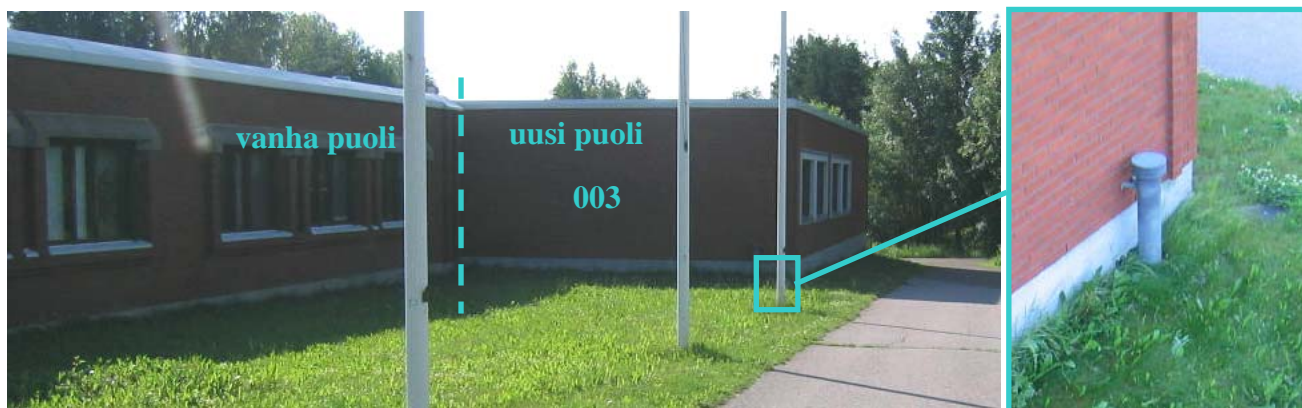
3. HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET

Vesikatolla ei tehty havaintoja merkittävistä vaurioista, joita esitiedoissa mainittu raskaiden esineiden katolla heittäminen olisi voinut aikaansaada. Molempien osien katoilla oli hyvä suojasingeli. Vanhan osan katolla se oli tosin paikoitellen epätasainen johtuen todennäköisesti katolla tapahtuneesta asiattomasta toiminnasta. Uudella osalla ei ollut lainkaan alipainetuulettimia. Vanhalla osalla sen sijaan oli alipainetuulettimia. Tuulettimet olivat teräsrakenteisia ja todennäköisesti jälkikäteen asennettuja. Uudella osalla kallistukset kattokaivoihin olivat varsin hyvät ja vanhalla osalla kohtuulliset. Rakennekuvien mukaan räystäs- ja ikkunaratkaisut ovat todennäköisesti toimivat. Missään tarkastellussa luokkahuoneessa ei ollut katossa tai seinässä kosteuden aiheuttamia jälkiä, vaikka osan huoneista yläpuolella on kattokaivo, josta viemärin vaakavedot kulkevat ontelolaatan onteloissa. Sekä uudella, että vanhalla puolella tiiliverhouksen alaosassa oli asianmukaiset avonaiset pystysaumamat.

Tilakohtaiset aistinvaraiset, merkkisavu- ja pintakosteushavainnot on eitetty seuraavassa tiloittain. Havaintojen yhteydessä on valokuvia oleellisimmista havainnoista (kuvat 11 – 20). Taulukoissa 1 – 5 on kosteusmittaustulokset ja paine-eromittaustulokset. Suhteellisen kosteuspitoisuuden (RH) ja lämpötilan (T) perusteella on taulukoihin aina laskettu ilman kosteussisältö (Abs). Kuvassa 21 on uuden osan ryömintätilan seurantamittausten tulokset kaaviomuodossa keskiarvotietoineen. Kuvassa 22 on vastaavat vesihöyrynsisällöt. Molemmissa kuvaajissa on vertailutietona Humittest Oy:n sääaseman tiedot.

Luokka 003

Novorite Oy:n raportissa on todettu, että kuvassa 11 ulkoapäin näkyvän uuden osan ikkunattoman seinän edessä lattian pintakosteusarvot ovat koholla. Vastaavasti lavuaarin ympäristöstä oli samansuuntaisia havaintoja. Molemmille aleille tehtiin viiltomittauksia omien pintakosteustarkastelujen pohjalta. Nurmikko on aivan kiinni sokkelissa ja maanpinnan kallistus seinän edustalla on lähes olematon. Kuvassa 12 näkyy kyseinen seinusta luokkatilassa ja siinä lattiapäällysteen alapuoliset mittaukset. Merkkisavuilla ei löydetty ilmavuotoa miltään seinustalta tai putkiläpivienneistä. Irrotetun jalkalistan takana oli kuitenkin hiekkaa ja pieneliöitä, jotka saattavat viitata jonkinlaiseen yhteyteen ryömintätilasta tai ulkoa sisälle. Huoneessa 003 korvausilmamäärä oli Lassila & Tikanoja Oy:n uudella puolella tekemien ilmanvaihtomittausten perusteella eniten vajaa. Tuloilma- ja poistoilmaventtiilit sijaitsevat vuorotellen huoneen käytäväseinällä. Lavuaarin viemäristä tuli lievää viemärinhajua huonetilaan.



Kuva 11. Huoneen 003 vanhan osan puoleinen seinusta.



Kuva 12. Luokan 003 rakennekosteusmittaukset: vasemmalla muovimaton alapuolinen viiltomittaus, keskellä lattian porareikämittaus ja oikealla seinän alaosan porareikämittaus. Keskimmaisessä kuvassa näkyy huoneen ulkonurkassa oleva kaappi, jonka alle päässyt vesi (todennäköisesti lattian pesemisestä tullutta) on aiheuttanut jälkiä mattoon ja kaapin sileään alapintaan, joka on suoraan kiinni lattiassa.

Uuden osan ryömintätila

Ryömintätilan pohjalla oli kauttaaltaan sepeliä. Sepelissä oli runsaasti hienoaainesta ja se oli lähes kauttaaltaan aistinvaraisesti arvioiden kosteaa pintaan asti. Kosteimman näköistä sepeli oli ulkoseinustoilla. Huoneen 003 puoleisella osalla (moduulilinjojen A –B) välissä sepeli oli pinnaltaan hieman kosteampaa kuin linjalla B olevan aukon toisella puolella. Sepelissä oli melko voimakas maakellarimainen haju. Kuvassa 13 näkyy sokkelin vierustaa. Vain huoneen 003 erityisesti tarkastellulla seinustalla sokkelin ja alapohjan välistä styrox-saumaa ei ole tiivistetty uretaanilla (kuva 14). Muuten ryömintätilan lämmöneristys oli huolellisesti tehty. Merkkisavuilla tarkasteltuna kaikista korvausilma-venttiileistä tuli ilmaa ryömintätilaan ja kaikkialta ryömintätilasta savu kulkeutui kohti poistoilmapuhallinta. Huoneen 003 ulkonurkassa olevan tuubiputken liitos sokkeliin oli sisäpuolelta epätiivis (kuva 14). Ulkopuolella liitoksessa oli sokkelipintaan kiinnitetty bitumihuopa.

Poistoilmapuhaltimen ilmamäärä oli aistinvaraisesti arvioiden reilu. Putken päässä ei ollut kuvan 15 mukaisesti lainkaan venttiiliä. Lähes luokan 008 kohdalla tulee sokkelin alta kuvassa 15 näkyvät putket.



Kuva 13. Yleiskuva uuden puolen ryömintätilasta. Sepelin pinta oli kosteinta ulkoseinustoilla. Lämmöneristeiden väliset saumat on pääosin uretaanilla tiivistettyjä. Ryömintätilassa ei ollut yhtään orgaanista rakennusjätettä muutamaa laudankappaletta lukuun ottamatta. Laudankappaleet olivat aistinvaraisesti arvioituna vaurioitumattomia.



Kuva 14. Vasemmalla näkyy luokan 003 vanhan osan puoleisella seinustalla oleva tiivistämätön sokkelin sisäpuolisen lämmöneristeiden ja ontelolaatan alapuolisen lämmöneristeiden sauma. Oikeanpuoleisessa kuvassa näkyy luokan 003 ulkonurkassa sokkelin läpi tuleva tuubiputken ryömintätilan puolella oleva säätöpellillinen kanavan osa.



Kuva 15. Vasemmalla poistoilmakanavan alapää. Kuvassa näkyy myös ilman lämpötilaa ja kosteutta mittaava Testostor 175 – 2 tiedonkeruulaite. Laitteen yläpuolella on jokin lähetin, joka saattaa esimerkiksi mitata ryömintätilan olosuhteita ja säättää puhaltimen toimintaa tarvittaessa. Oikealla moduulilinjaa D alta ryömintätilaan tulevat putket, joiden alapuolella on vesilammikko.

Luokka 008

Pintakosteusarvot olivat kauttaaltaan normaaleja. Merkkisavuilla ei löydetty ilmavuotokohtia seinän takana olevasta ilmastointikonehuoneesta, lattian rajoista eikä lavuaarin viemäriputken läpiviennistä. Viemäristä tuli kuitenkin hieman viemärihajuja. Lassila & Tikanoja Oy:n tekemien ilmanvaihtomittauksen perusteella luokkaan tulee hieman liian vähän korvausilmaa. Lisäksi huone on pituus-suuntainen käytävältä poispäin, joten käytävän seinässä vierekkäin olevat tulo- ja poistokanavat aiheuttavat ainakin osittain ilman kulkeutumista suoraan tulokanavasta poistokanavaan ilman, että ilma ei ainakaan huoneen toisessa päässä vaihdu kovinkaan tehokkaasti.

Alustatilan tuuletuksen poistokanavan kattoläpiviennin läheiset rakenteet opetusvälinevarastossa

Läpivienti on korjattu vuodon havaitsemisen jälkeen. Läheisissä rakenteissa pintakosteusarvot olivat enää vain aavistuksen koholla, joten rakenteisiin ei todennäköisesti ole jäänyt vettä, joka enää ainakaan haitallisesti kostuttaisi rakenteita. Tarkasteluissa ei havaittu vaurioituneita materiaaleja, joita pitäisi uusita. Putken ja yläpohjan alapinnan välinen liitos ei ole ilmatiivis.

Vanhan puolen maanvaraiset luokat 151 ja 152

Kosteusmittausporauksissa lattiarakenteeksi todettiin n. 7 cm betonia ja sen alapuolinen styrox-lämmöneriste. Täyttö styroxin alapuolella oli hienohkoa hiekkaa. Rakenteessa ei havaittu muovikalvoa. Lattian pintakosteusarvot olivat hieman koholla vain huoneen 150 vastaisen pilarin ympäristössä, johon tehtiin viiltomittaus. Seinien alaosissa tai jalkalistoissa ei ollut merkkejä vaurioista. Lattian ja seinän rajakohdassa oli kaikkialla selvä rako. Merkkisavutarkasteluissa ei havaittu oleellisia ilmavirtauksia huonetilaan päin em. raosta tai putkiläpiviennin ympäristöistä. Ilmanvaihdon tulo- ja poistosäleiköt olivat vuorotellen käytävän seinällä kuten uudellakin osalla. Kaikista venttiileistä tapahtui aistinvaraisesti arvioiden selvää ilmavirtausta oikeaan suuntaan.

Luokat rajoittuvat samaan tasaiseen nurmialueeseen kuin uuden puolen luokka 003, ks. kuva 16. Sokkeli oli hyväkuntoinen. Se madaltuu huoneen 151 nurkan 40 cm:stä huoneen 152 nurkan 20 cm:iin. Vain kuvaan 16 nuolella merkityssä yhdessä kohdassa oli paljon muurahaisia tiiliverhouksen avonaisessa pystysaumassa. Ko. kohtaan tehtiin seinän mittauspiste.



Kuva 16. Luokkien 151 ja 152 seinusta. Nurmikko on kiinni sokkelissa ja maanpinta on likimäärin lattiapinnan korkeudella. Nuolen kohdalla on paljon muurahaisia.

Pienelle sisäpihalle rajoittuva maanvarainen luokka 168

Sisäpihan kaivo on huoneen edustalla, joten sokkeliin saattaa kohdistua kohtuullinen kosteusrasitus vesien valuessa kohti kaivoa. Lattia on selvästi maanpintaa ylempänä, 55 cm. Aulan 144 puoleisessa ulkonurkassa lattian pintakosteusarvot ovat selvästi koholla, joten lattiasta lähtevän ikkunan eteen tehtiin viiltomittaus. Ikkunan ympärökset olivat sisäpinnasta varsin epätiivit. Raotetun jalkalistan takaa nähdyt rakenteet olivat hyväkuntoisia. Luokan ilmanvaihtuvuus oli aistinvaraisesti arvioiden melko hyvä.

Pienelle sisäpihalle rajoittuva ryömintätilallinen luokka 160 ja ryömintätila luokan alapuolella

Luokan edessä on ryömintätilan tuuletuksen tuubiputki. Opettajan pöydän alapuolella lattian pintakosteusarvot ovat koholla, joten kohtaan tehtiin viiltomittaus ja kohtaa hyödynnettiin myös paine-eromittausputken sijoittamiseen. Sokkelikorkeus huoneen kohdalla on noin 30 cm. Merkkisavuilla ei löydetty oleellisia ilmavuotoja huonetilaan päin. Luokan ilmanvaihtuvuus oli aistinvaraisesti arvioiden melko huono. Poistoilmamäärä vaikutti vähäiseltä, joten sisäilma oli tunkkainen. Merkkisavutarkasteluissa ei löydetty oleellisia ilmavuotokohtia. Huoneessa ei havaittu normaalista poikkeavia hajuja.

Vanhan osan ryömintätilan pohjalla oli hienojakoisempaa materiaalia kuin uudella osalla. Maanpinta oli paikoitellen märkää pintaansa asti. Ryömintätilassa ei ollut orgaanista materiaalia eikä tilan ilmassa ollut normaalista poikkeavia hajuja. Lämmöneristykset oli erittäin huolellisesti tehty. Kuvassa 17 on yleiskuvaa luokan 168 alapuolisesta ryömintätilasta. Korvausilmaputkesta tuli ilmaa ryömintätilaan. Tilan ilman kosteuspitoisuus oli aistinvaraisesti arvioiden hieman korkeampi kuin uudella puolella.



Kuva 17. Vanhan osan ryömintätilaa. Oikealla etualalla katossa näkyy alapohjan yli vallitsevan paineeron mittausputki ($\varnothing 16$ mm).

Kellarin yläpuolella sijaitsevat luokat 121 ja 120

Luokkien edessä on E-porras, josta pääsee kellaritiloihin. Asfaltoitu piha laskee em. portaille päin. Luokista ei mistään löydetty kohollaan olevia pintakosteusarvoja tai normaalista poikkeavia hajuja. Luokkien ilmanvaihto oli aistinvaraisesti arvioiden niukka. Luokan 121 alla on lämmönjakohuone, sähköpääkeskus ja varasto. Jokaiseen tulee oma tuuletusputki ulkoa sokkelin läpi D-portaan viereiseltä seinustalta, jolla maanpinta viettää hyvin rakennuksesta poispäin. Kuvassa 18 on molemmat em. seinustat. Luokan 120 alapuolella on väestönsuoja

Kellaritilat ovat todella hyväkuntoiset. Lämmönjakohuoneesta ei ole yhtään läpivienttiä yläpuoliseen luokkaan ja tuuletuskanavasa on poistopuhallin kuvan 19 mukaisesti. Ainoa läpivienti kellarista luokkaan 121 näkyy myös kuvassa 19. Putken ympäristöstä eikä mistään muustakaan kohdasta todettu merkkisavutarkasteluissa ilmavuotoa kellarista huonetilaan.



Kuva 18. Vasemmalla kellariin johtavat portaat luokkien 120 ja 121 edessä. Oikealla kellaritilojen tuuletusputket.



Kuva 19. Tuuletusputkeen asennettu kanavapuhallin ja viemärin läpivienti kellarista yläpuoleiseen luokkaan.

Kellarin yläpuolella sijaitseva luokka 130

Luokasta ei mistään löydetty kohollaan olevia pintakosteusarvoja tai normaalista poikkeavia hajuja. Asfalttipiha luokan edessä on lähes vaakasuora ja huoneiden 129 ja 130 välisen seinän kohdalla oleva pintavesikouru viettää paikoitellen rakennukseen päin. Luokan ulkoseinustalla on kellarin johtavat portaat. Luokan ilmanvaihto oli aistinvaraisesti arvioiden hyvä. Alapuolinen suuri kellarivarasto oli hyväkuntoinen ja siisti. Kellarissa on kuvassa 20 näkyvä koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Em. kuvassa näkyy myös erittäin siistit ja tiiviit putkiläpiviennit kellarin katossa.



Kuva 20. Vasemmalla kellarin ilmanvaihtojärjestelmää ja oikealla putkiläpivientejä.

Entisen talonmiehen asunnon pesuhuone ja sauna

Viimeiseen viiteen vuoteen tilojen ollessa esiopetuskäytössä pesuhuoneessa ei ole käyty suihkussa. Sauna on ollut em. ajan varastona. Poistoilmanvaihto oli aistinvaraisesti arvioiden hyvä. Pesuhuoneen pintakosteusarvot olivat kaikilla pinnoilla alhaiset. Saunan puolella pesuhuoneen vastaisen seinän edessä lattian pintakosteusarvot olivat hieman kohollaan. Raotetun paneelin takana seinärakenne oli aistinvaraisesti arvioiden ainakin hieman vaurioitunut.

Taulukko 1. Huoneen 003 viiltomittaustulokset (V1 – V5) ja seinän ruuvinreikämittaukset (S1 – S3 noin 4 cm:n syvyydellä) 2.7.2004. S1 ja S2 ovat elementtibetonissa ja S3 elementin kiinnityskohdan huokoisemmassa massassa.

Mittapiste nro	mittapää nro	T (°C)	RH (%)	Abs. g/m ³
<i>sisäilma</i>	<i>h7</i>	20,1	60,4	10,5
V1	<i>h5</i>	18,2	75,6	11,8
V2	<i>h10</i>	18,9	73,8	12,0
V3	<i>h8</i>	19,0	70,7	11,5
V4	<i>h3</i>	19,0	71,5	11,7
V5	<i>h4</i>	19,0	73,0	11,9
S1	<i>h6</i>	18,6	67,4	10,7
S2	<i>h9</i>	18,7	67,0	10,7
S3	<i>h6</i>	18,8	59,1	9,5

Taulukko 2. Huoneen 003 porareikämittaustulokset 5.7.2004.

Mittapiste nro	Syvyys/ (cm)	mittapää nro	T (°C)	RH (%)	Abs. g/m ³
	<i>sisäilma</i>	19	19,6	62,3	10,5
PR1 <i>lattiassa</i>	5	138	18,4	92,9	14,6
	10	44	18,5	94,4	14,9
	20	253	18,0	93,8	14,4
SP1 <i>seinässä</i>	2	49	19,0	66,8	10,9
	6	142	19,0	73,6	12,0
	12	78	18,7	71,9	11,5

Taulukko 3. Muiden tilojen viiltomittaustulokset 13.8.2004.

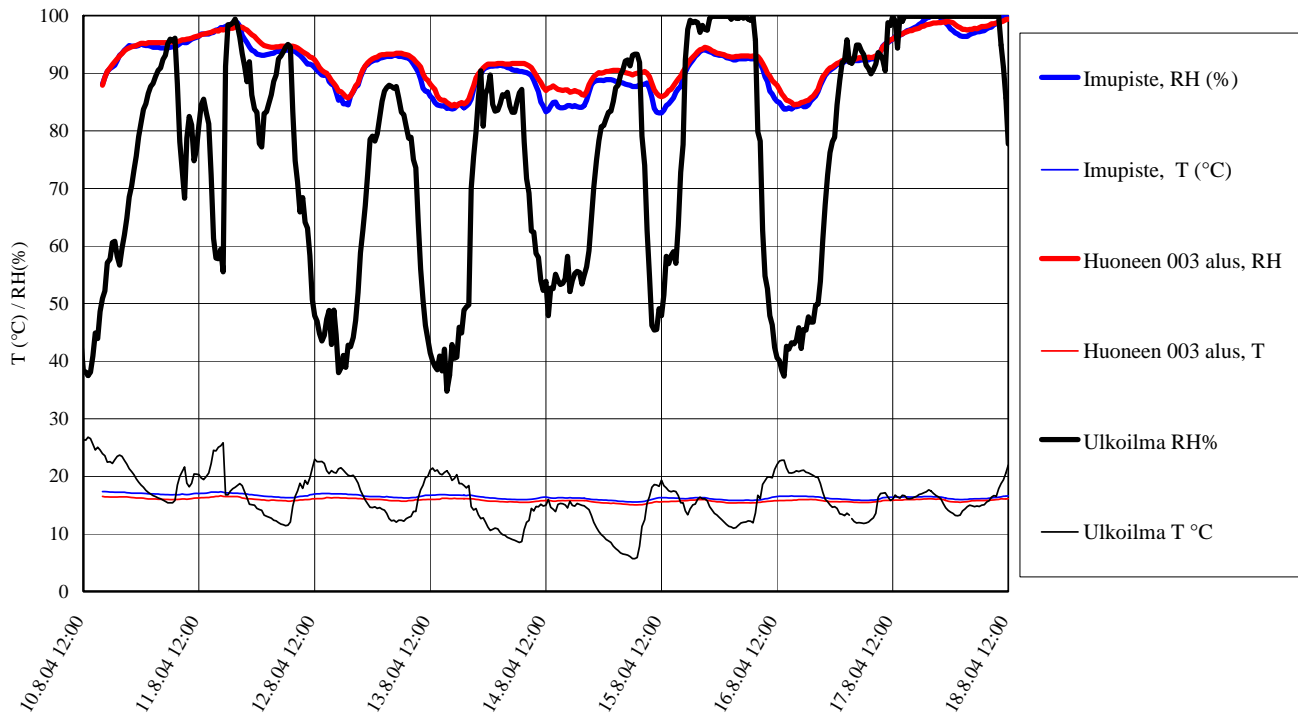
Mittapiste nro	mittapää nro	T (°C)	RH (%)	Abs. g/m ³
<i>sisäilma (h151)</i>	244	24,1	33,5	7,3
V6 (h151)	<i>h8</i>	23,4	80,4	16,9
V7 (h151)	<i>h1</i>	24,6	68,5	15,4
V8 (h152)	<i>h3</i>	23,2	71,9	14,9
V9 (h152)	<i>h7</i>	24,3	69,6	15,4
<i>sisäilma (h168)</i>	244	23,4	37,1	7,8
V10 (h168)	<i>h1</i>	22,3	80,9	16,0
<i>sisäilma (h160)</i>	213	24,6	33,0	7,4
V11 (h160)	<i>h3</i>	24,6	75,4	17,0

Taulukko 4. Muiden tilojen porareikämittaustulokset 16.8.2004. yläp. on yläpinta.

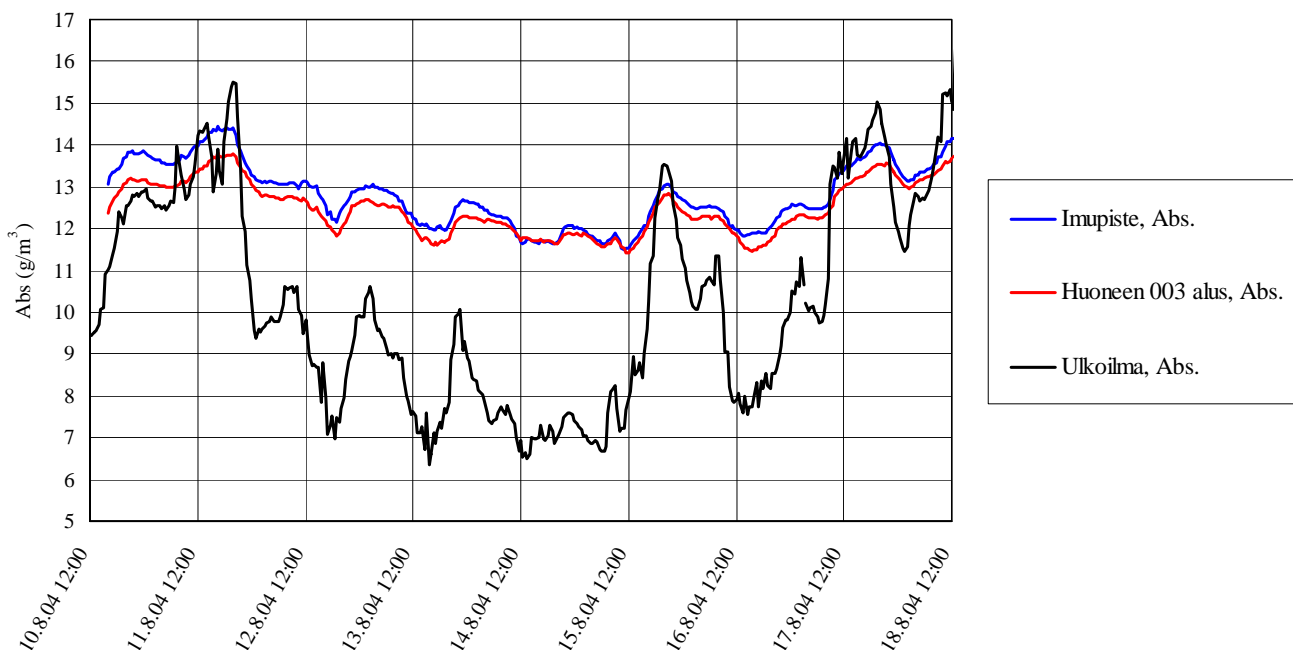
Mittapiste nro	Syvyys/ rakenne	mittapää nro	T (°C)	RH (%)	Abs. g/m ³
luokka 151 lattia viiltoimittauskohta V7	<i>ilma</i>	135	22,1	47,4	9,2
	1,5	43	22,5	60,2	12,0
	4	11	22,9	75,2	15,4
	styrox yläp. 5 cm täytössä	95	22,4	79,4	15,8
		319	19,6	96,5	16,3
		141	21,9	58,5	11,3
luokka 151 seinä 4 cm lattiasta viiltoimittauskohta V7	3	207	21,6	57,9	11,0
	8	301	21,4	40,6	7,6
	<i>ilma</i>	134	21,7	49,4	9,4
	1,5	244	21,5	65,7	12,4
luokka 152 lattia viiltoimittauskohta V9	4	49	22,1	73,2	14,3
	styrox yläp. 5 cm täytössä	213	22,2	76,2	15,0
		208	19,0	93,2	15,2

Taulukko 5. Paine-eron mittaustulokset. Negatiivinen paine-ero tarkoittaa ylipainetta huonetilaan, eli ilma pyrkii virtaamaan huoneesta pois mitattuun kerrokseen päin (r-tila = ryömintätila).

mittapiste	paine ero (pa) ovi kiinni	paine ero (pa) ovi auki	sijainti	mistä/mihin
Δp1	+1,2...+1,4	+0,3...+0,9	luokan 003 ulkonurkka	huone/r-tila
Δp2	+0,3...+1,1	-0,6...-0,2	luokan 003 sisänurkka	huone/r-tila
ΔpS1	-0,3...+0,4	-1,7...-1,0	luokan 003 seinä vanhan osan suuntaan	huone/ulkoseinäeriste
Δp3	-0,7...-0,2	-0,9...-0,7	luokan 008 keskikohta	huone/r-tila
Δp4	-0,1...+0,1	-0,2...+0,2	luokan 151 keskikohta	huone/maaperä
Δp5	0	0	luokan 151 ulkoseinusta	huone/maaperä
ΔpS2	+0,1...0,8	0...+0,7	luokan 151 ulkoseinä	huone/ulkoseinäeriste
Δp6	+0,1...+0,2	-0,2...-0,1	luokan 152 keskikohta	huone/maaperä
Δp7	0	0	luokan 152 ulkoseinusta	huone/maaperä
ΔpS3	+0,8...+1,2	+0,7...+1,9	luokan 152 ulkoseinä	huone/ulkoseinäeriste
Δp8	-0,1...+0,1	-0,1...+0,3	luokan 168 keskikohta	huone/maaperä
Δp9	0,0...+0,1	0,0...+0,1	luokan 168 ulkoseinusta	huone/maaperä
Δp10	-0,2...+0,1	-0,6...0,0	luokan 160 keskikohta	huone/r-tila



Kuva 21. Uuden osan ryömintätilan seurantamittaustulokset. Mittausjakson keskiarvot olivat: poistopuhaltimen alapuolella 16,4 °C ja 91,4 %RH, luokan 003 alapuolella 15,9 °C ja 92,2 %RH. Vastaavat ulkoilman keskiarvot Humittest Oy:n sääasemalla Helsingin Pakilassa olivat mittausten aikana 16,0 °C ja 76,0 %RH.



Kuva 22. Uuden osan ryömintätilan seurantamittaustulokset. Mittausjakson keskiarvot olivat: poistopuhaltimen alapuolella 12,8 g/m³, luokan 003 alapuolella 12,5 g/m³. Vastaava ulkoilman keskiarvo Humittest Oy:n sääasemalla Helsingin Pakilassa oli mittausten aikana 10,2 g/m³.

TULOSTEN TARKASTELU, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Luokka 003

Lattiapäällysteen alapuoliset kosteuspitoisuudet eivät ole niin korkeita, että lattiapäällysteestä tai sen kiinnittämiseen käytetyistä liimoista tulisi päästöjä huonetilaan. Kosteus nousee kuitenkin erittäin voimakkaasti sokkeliin ja siitä betonialapohjan reunaan. Betonissa ei kuitenkaan kasva mikrobeja. Näin ollen todennäköisin epäpuhtauksien alkuperä on ryömintätilasta ja jopa ulkopuolisesta sokkelinvierustäytöstä kulkeutuvat epäpuhtaudet. Epäpuhtauksien kulkeutumista edesauttaa epätasapainoinen ilmanvaihto, jolloin osa korvausilmasta tulee hallitsemattomasti rakojen kautta. Paine-eromittauksissa näkyvä selvästi, että ryömintätilan koneellisesta poistosta huolimatta ryömintätila todetulla ongelmaseinustalla on selvästi ylipaineinen huonetilaan nähden. Asia paranee vain osittain oven avaamisella, joten oven aukipitäminen ei tehdyn mittauksen perusteella poista ongelmaa.

Koska tiiliseinän alata tuleva bitumikermi on todennäköisesti nostettu betoniseinän ulkopintaan, ei sokkelin eristetilasta todennäköisesti ole ilmayhteyttä sisälle esimerkiksi ikkunapuitteiden epätiiveyskohtien kautta. Todennäköisin ilmankulkeutumisreitti on näin ollen ontelolaatan reunavalun ja ontelolaatan väliin usein syntyvästä halkeamasta. Tämä ilmareitti tulee sulkea tiivistämällä ryömintätilan puolelta sokkelin sisäpinnan ja ontelolaatan alapinnan välinen eristeiden sauma uretaanivaahdolla. Lisäksi jalkalistan taakse tulee asentaa elastinen saumausmassa tiivistämään em. ilmareitti myös huonetilan puolelta. Samalla kannattaa tiivistää myös lavuaarin viemäri ehdottoman hajutiiviiksi. Jalkalistan takana oleva seinänosa on syytä desinfioida ennen tiivistystä.

Vanhan osan puoleisen seinustan kosteuskuormitusta tulee lisäksi vähentää tekemällä maanpinta rakennuksesta pois päin viettäväksi. Aivan seinustalla ei myöskään saa olla vettä pidättävää materiaalia, kuten nurmikkoa.

Ryömintätilan kosteus seuranta tehtiin todennäköisesti lähes kosteimpaan vuodenaikaan. Noin 90 RH%:n kosteuspitoisuus ryömintätilassa on kuitenkin sen verran korkea, että ryömintätilan tuulettuvuutta on suositeltavaa parantaa vähintään jakamalla poisto ryömintätilaan asennettavalla haaralla myös keskisokkelin toiselle puolelle. Ryömintätilasta mitattu 2,5 g/m³ kosteuslisä ulkoilmaan nähden on periaatteessa vuodenaikaan nähden normaali, mutta esimerkiksi sepelissä oleva maakellarin haju todennäköisesti pieneni mikäli sepelin pinta saataisiin pysymään kuivana.

Em. tiivistysten lisäksi erityisen tärkeätä on tasapainottaa tilan ilmanvaihto, ettei se ainakaan ole alipaineinen, eli mieluummin hieman suurempi tulo kuin poisto.

Huoneen nurkassa oleva kaappi tulee nostaa jalolle, jotta sen ja muovimaton välissä ei pääse pysymään lattian vesipesujen jälkeen haitallisen pitkään mikrobikasvun edellytyksiä.

Luokka 008

Ryömintätilan ilmalla ei ole samanlaista pyrkimystä huonetilaan kuin luokassa 003. Rakenteissa ei myöskään havaittu mitään vaurioita tai epäpuhtauksia. Näin ollen sisäilman laatua voidaan todennäköisesti parantaa riittävästi varmistamalla ilmanvaihtuvuus myös pitkänomaisen huoneen ikkunan puoleisestakin päästä. Huoneen 003 kohdalla esitetyt tiivistystoimenpiteet voidaan toki varmuuden vuoksi tehdä myös tässäkin luokassa.

Uuden puolen opetusvälinevarasto

Alustatilan poistoilmakanava tulee tiivistää huolellisesti yläpohjan alapintaan.

Luokat 151 ja 152

Luokan 150 vastaisen keskipilarin ympärillä on pienellä alueella niin korkea kosteuspitoisuus, että vuonna 1985 käytössä olevissa tasoitteissa ja muovimatoissa saattaa alkaa syntyä terveydelle haitallisia yhdisteitä. Löydös on kuitenkin niin rajallinen, että todennäköisimmin sisäilman laatua heikentää maanvaraisen laatan ja seinän välisestä avoimesta raosta huonetilaan kulkeutuvat maaperän epäpuhtaudet. Silti lattiamaton paikallinen korjaaminen paremmin kosteutta sietävällä päällysteellä on suositeltavaa.

Tehtyjen kosteusmittausten perusteella maaperän kosteuspitoisuus ei em. poikkeusta lukuun ottamatta haitallisessa määrin pääse lattiapäällysteen alle, vaikka maanpinta huoneiden ulkopuolella onkin likimain lattiatasolla ja maanpinta ei juurikaan vietä rakennuksesta pois päin.

Jotta maaperän epäpuhtauksia ei kulkeutuisi huonetiloihin voidaan näin ollen ensitoimenpiteenä tiivistää lattian ja seinän väliset raot. Koska tällöin saattaa kuitenkin rakenteiden kosteuspitoisuudet hieman nousta lattian ja seinän välisen raon ummistuessa, tulee vähintään ulkoseinustalle tulevaa kosteus-kuormitusta pienentää parantamalla pintavesien ohjailua talon seinustalta.

Mikäli ongelma ei poistu pelkällä tiivistyksellä, tulee alapohjarakenteen koneellisen alipaineistamisen mahdollisuutta selvittää ns. koealipaineistuksilla.

Luokka 168

Luokan ulkonurkassa on samanlainen paikallinen liiallisen kosteuspitoisuuden alue kuin luokissa 151 ja 152. Tässäkin luokassa suurempi ongelma saattaa kuitenkin olla suora ilmayhteys maaperästä huoneeseen, joten rakojen tiivistäminen on todennäköisesti tärkein toimenpide. Lisäksi tulee tarkistaa ikkuna-seinän alaosien kunto.

Luokka 160

Luokan sisäilmaongelman aiheuttaja on todennäköisimmin huonosti toimiva ilmanvaihto. Luokan alapuolelta ryömintätilasta tehtyjen havaintojen perusteella ryömintätilan tuulettuvuutta on suositeltavaa parantaa.

Kellarin yläpuoliset tilat 121, 120 ja 130

Tiloissa ei todettu muita epäkohtia kuin todennäköisesti riittämätön ilmanvaihto. Pintavesikourun kaatoa luokan 130 edustalta tulee tarvittaessa parantaa.

Entisen talonmiehen asunnon sauna ja pesuhuone

Saunan ja pesuhuoneen välisen seinän alaosan kunto tulee tarkistaa ja mahdollisesti vaurioituneet rakennusmateriaalit tulee poistaa.

Kaikki mittauskohdat tulee paikata asianmukaisesti, ettei niistä pääse kulkeutumaan epäpuhtauksia huonetiloihin ja ettei niiden kautta pääse vettä rakenteisiin.

Helsingissä 1.10.2004

Humittest Oy

Sami Niemi

tutkimuspäällikkö

Gsm: 050-5967904

Liitteet: 1. viiltomittausmenetelmä ja 2. porareikämittausmenetelmä