

Ruutin päiväkotii

Härkösenkatu 1, 94100 KEMI



Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus

29.7.2016

Työnro 3511663

RI Petri Sippola
RI Henrik Turinen

Ruutin päiväkot

Härkösenkatu 1, 94100 KEMI

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistä	3
1.1	Tilaaja	3
1.2	Työn sisältö	3
1.3	Kohde ja lähtötiedot	3
1.3.1	Käyttäjäkyselyn tulokset	4
2	Tutkimusmenetelmät ja yleistä työn suorituksesta	4
2.1	Tutkimusmenetelmät, annetut viitearvot ja analyysilaboratorio	5
3	Rakennuksen vierustat	6
3.1	Havainnot	6
3.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	7
4	Alapohjarakenteet	9
4.1	Rakenne	9
4.2	Havainnot	10
4.3	Alapohjan kosteusmittaukset	11
4.4	Materiaalien mikrobinäytteet	13
4.5	Lattiabetonin VOC-näytteet	13
4.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	13
5	Kellarin perusmuurit ja seinät	14
5.1	Rakenne	15
5.2	Havainnot	16
5.3	Perusmuurin ja seinien kosteusmittaukset	17
5.4	Materiaalien mikrobinäytteet	17
5.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	18
6	Ulkoseinärakenteet	19
6.1	Rakenne	19
6.2	Havainnot	20
6.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	20
7	Välipohjarakenteet	21
7.1	Rakenne	21
7.2	Havainnot	21
7.3	Välipohjan kosteusmittaukset	21
7.4	Materiaalien mikrobinäytteet	22
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	22
8	Yläpohja- ja vesikattorakenteet	23
8.1.1	Rakenne	23
8.1.2	Havainnot	23

	8.1.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	26
9		Sisäilmatutkimukset.....	27
	9.1	Sisäilman hetkelliset olosuhdemittaukset	27
	9.2	Sisä- ja ulkoilman paine-erojen hetkellinen tarkastelu.....	27
	9.3	Ilmanvaihtojärjestelmän toiminta	28
	9.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	29
10		Yhteenveto.....	30

LIITTEET

Liite 1	Tutkimuskartta
Liite 2	Alapohjarakenteet
Liite 3	Mikrobianalyysi, materiaalinäytteet
Liite 4	VOC-analyysi, materiaalinäytteet

**Ruutin päiväkot
Härkösenkatu 1, 94100 KEMI**

Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus

1 Yleistä

1.1 Tilaaja

Kemin kaupunki
Tilapalvelu
Valtakatu 26
94100 Kemi

Tilaaajan yhteyshenkilönä kohteessa toimi tilapalvelupäällikkö Kaisa-Mari Immonen.

1.2 Työn sisältö

Toimeksiantona oli tutkia huonon sisäilman syitä ja antaa tilaajalle tietoa rakenteiden kunnosta korjaussuunnittelua varten. Tutkimusten perusteella pyritään löytämään oikeat toimenpiteet sisäilmaongelman korjaamiseksi. Tutkimukset kohteessa suorittivat RI Petri Sippola ja RI Henrik Turtinen A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä 14.6.2016.

1.3 Kohde ja lähtötiedot

Kohde on vuonna 1948 rakennettu 2-kerroksinen rakennus.

Perustiedot on kerätty tilaajan toimittamista asiakirjoista.

Kohde	Ruutin päiväkot
Osoite	Härkösenkatu 1, 94100 Kemi
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Tiili, Teräsbetoni
Rakennusvuosi	1948
Kokonais bruttokerrosala	1185 m ²
Kerrosluku	2 + Kellari

Ilmanvaihtojärjestelmät: Painovoimainen

Lähtötietoina saatujen rakennepiirustusten ja kenttätutkimuksessa tehtyjen havaintojen mukaan rakennuksen kantava runkorakenne on tiili-kevytbetoniseinä. Rakennuksen runko on perustettu maanvaraisten sokkelianturoiden varaan. Rakennuksen alapohja on maanvarainen teräsbetoni-laatta, jossa täyttökerroksena on hieno hiekka. Väli- ja yläpohjien kantava rakenne on teräsbetoni-laatta, joka on kannatettu väli- ja ulkoseiniin. Vesikaton runko on puurakenteinen. Kattomuoto on harjakatto.

Kohteeseen aiemmin tehtyjä, runkorakenteisiin liittyviä korjauksia lähtötietojen perusteella ovat:

- 1997 vesikaton, ikkunoiden ja ovien uusiminen. Julkisivun rappauskorjaus ja maalaus
- 2000 Matalan osan salaojan uusiminen ja yhden kellaritilan perusparannus (Oravapesä)

- 2009 kellarin vesivahingon korjaus
- 2012 parvekkeiden pinnoitus

1.3.1 Käyttäjäkyselyn tulokset

Käyttäjäkyselystä saadut tiedot:

- Tilassa 016 havaittu paha haju, tilassa työskennellessä ääni käheytyy
- Tiloissa 007-011 työskennellessä ääni käheytyy ja äänentuotto vaikeutuu, lisäksi yskää
- Tiloissa 001-004 havaittu paha haju, vaatteet ovat kosteita ja haju tarttuu niihin
- Tilassa 030 huono ilma, ääni käheytyy, jos tilassa työskentelee pitempään
- Tilassa 023 homeen haju
- Tilassa 025 outo haju, lisäksi seinä kupruilee
- Tilassa 031 kalusteet homehtuneet

Käyttäjäkyselystä saadut vauriohavainnot:

- Tilassa 011 on vuonna 1999 tai 2000 esiintynyt kosteusongelmia, lattialistan välistä kasvoi sieniä, jonka takia kellari asetettu käyttökieltoon ja remontoitu
- Vuonna 2004 tai 2005 vesi noussut ryhmätilaan
- Vuonna 2011 vesi noussut ryhmätilaan pääsiäisen aikoihin, tila asetettu käyttökieltoon ja remontoitu. Lattiarakenne uusittu ja lattialämmitys lisätty

2 Tutkimusmenetelmät ja yleistä työn suorituksesta

Sisätilat tarkastettiin aistinvaraisesti ja rakennuksen ulkopuolen tarkastelu tehtiin maasta käsin. Vesikaton ja yläpohjien kunto tarkasteltiin paikan päällä.

Tutkimukset tarkemmin ja näytteenottopisteiden lukumäärät:

- Pintakosteusmittaukset betonirakenteisiin alapohjiin ja seiniin pistokokein
- Suhteellisen kosteuden mittaukset ala- ja välipohjarakenteisiin – 6 mittauspistettä
- Suhteellisen kosteuden mittaukset perusmuureihin – 1 mittauspiste
- Materiaalinäytteen mikrobianalyysi – 4 näytettä
- Materiaalinäytteen VOC-analyysi – 1 näyte
- Rakenneavaukset seinä- ja lattiarakenteisiin – 7 kappaletta

2.1 Tutkimusmenetelmät, annetut viitearvot ja analyysilaboratorio

Tutkimus	Näytteenottomenetelmä	Viitearvot	Käytetty analyysilaboratorio
Materiaalien mikrobit	Laimennosviljelymenetelmä	<p>Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kosteusvaurioon mikäli materiaalinäytteen tulos ylittää seuraavat viitearvot</p> <p>-sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pmy/g tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia sienilajeja.</p> <p>-Aktinomykeettipitoisuus yli 3000 pmy/g</p> <p>-bakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g</p>	ScanLab Oy
Materiaalien Bulk-emissiomittaus (VOC)	Materiaalin VOC-emissioiden mittaaminen mikrokammioilla Micro-Chamber/Therma Extractor, μ CTE. Kammion kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA-putkeen, josta emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti. Tulokset on esitetty pitoisuutena grammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).	<p>Työterveyslaitoksen käyttämät viitearvot perustuvat laboratorion omaan vertailuaineistoon ja tutkimukseen. Viitearvot eri materiaalityypeille ovat seuraavat:</p> <p>PVC-materiaali, jossa pehmittimenä DEHP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TVOC 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ - 2-Etyyli-1-heksanoli 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ <p>PVC-materiaali, jossa pehmittimenä DINCH, DINP tai DIDP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TVOC 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ - 2-Etyyli-1-heksanoli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ - C9-alkoholit 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ <p>Tasotiteet ja betoni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TVOC 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ - 2-Etyyli-1-heksanoli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ <p>Linoleum:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TVOC 650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ - Propanihappo 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ 	Työterveyslaitos
Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus		Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaan rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila saa olla korkeampi kuin 25 °C.	
Rakennuksen painesuhteiden seuranta	Tutkittujen tilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden tutkittiin Tinytag-paine-eromittarilla. Rakennuksen ja ulkoilman välillä mitattuihin painesuhteisiin vaikuttavat rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä, rakennuksen sisälle lämpötilaeroista muodostuva paine-ero (savupiippuvaikutus) ja tutkimushetkellä vallinneet tuuliolosuhteet.	<p>Asumisterveysoppaan mukaan tilojen, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0...-2 Pascalia (Pa) alipaineinen ulkoilmaan nähden.</p> <p>Rakentamismääräyskokoelma D2 mukaan rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikrobin aiheuttamilta terveyshaitoilta. Alipaine ei kuitenkaan saa yleensä olla suurempi kuin 30 Pa.</p>	

3 Rakennuksen vierustat

Rakennuksen vierustat tarkasteltiin silmämääräisesti maanpinnalta. Havaitut vauriot valokuvattiin.

Rakennuspiirustusten perusteella rakennuksen uudella osalla on paikoin salaojat ja sadevesijärjestelmä. Vanhan osan vierustoilla ei havaittu salaoja- tai sadevesikaivoja, vaan sadevedet johdetaan betonikouruilla rakennuksen vierustalle.

3.1 Havainnot



Kuva 1. Ulosheittäjä on väärin suunnattu sekä liian lyhyt, joten roiskevesi on kastellut seinärakenteita. Sammalkasvusto kourussa viittaa siihen, että vesi ei poistu kourua pitkin tehokkaasti ja sadevedet imeytyvät rakennuksen vierustalle.



Kuva 2. Sadevedet virtaavat hallitsemattomasti pihalueella. Sorapintaan on muodostunut veden kulkureitti.



Kuva 3. Pintamaiden kallistukset ovat puutteelliset. Pintavedet aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta sokkeliin ja perusmuurin pintaan.



Kuva 4. Syöksytorven ulosheittäjä on väärin suunnattu ja vesi ei kulkeudu suoraan kaivoon. Vesi on kuljettanut sadevesikaivon päälle maa-ainesta, joka estää veden virtauksen kaivoon ja tukkeuttaa sadevesijärjestelmää



Kuva 5. Syöksytorven alla ei ole sadevesikaivoa tai vesikourua ja pintamaiden kallistukset ovat puutteelliset. Pintavedet aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta seinärakenteeseen ja talon vierustalle.



Kuva 6. Nurmipinta ulottuu rakennuksen viereen. Multamaa aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta sokkelipintaan.



Kuva 7. Sadevesikaivossa on roskaa. Kaivon pohjalla ei ollut vettä, eikä sadevesijärjestelmän toimivuudesta ole varmuutta.

3.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Piha-alueiden pintarakenteet ja kuivatusjärjestelmät ovat puutteelliset. Pintamaiden kallistus on paikoin taloon päin viettävä ja pintavedet aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta seinärakenteisiin ja maaperään rakennuksen vierustalla. Sokkelipinnalla oli havaittavissa alkaneita kosteusvaurioita. Rakennuksen vierustalle jäävät pintavedet voivat kastella kellarin seinärakenteita ja aiheuttaa rakenteellisia vaurioita.

Rakennuksen matalan siiven salaojitus, sekä sokkelin vedeneriste on lähtötietojen mukaan uusittu vuoden 2000 peruskorjauksen yhteydessä. Korkean siiven osalta salaojituksen olemassaolosta ei saatu täyttä varmuutta. Sadevesikaivoja havaittiin rakennuksen eteläpäädyssä. Rakennuksen muilla osilla pintavedet johdetaan betonikouruilla rakennuksen vierustalle. Kourut ja sadevesikaivot olivat monin paikoin tukossa.

Tutkimukseen perustuvat toimenpide-ehdotukset:

- Pintamaiden kallistuspuutteiden korjaus rakennuksen ympärillä
- Lisätutkimus: Alapohjakosteuden johdosta salaojajärjestelmän kunto ja toimivuus tulisi tarkastaa esim. salaojakuvauksella
- Salaojajärjestelmän asennus puuttuville osille sekä perustus- ja seinärakenteiden suojaus vettä hyvin läpäisevällä sorastuksella
- Olemassa olevan sadevesijärjestelmän korjaus: kaivojen puhdistus ja siirto syöksytorvien alle, järjestelmän toimivuuden varmistaminen. Puuttuvien sadevesikaivojen asennus syöksytorvien alle

4 Alapohjarakenteet

4.1 Rakenne

Rakennuksen alapohjat ovat maanvaraisia betonilaattoja, joiden päälle on joissakin tiloissa rakennettu muita lattiarakenteita. Alapohjarakennetta tarkasteltiin rakenneavauskohdista, joita tehtiin tämän tutkimuksen yhteydessä 4 kappaletta. Muilta osin rakenteita tarkasteltiin lähtötietoaineistosta.

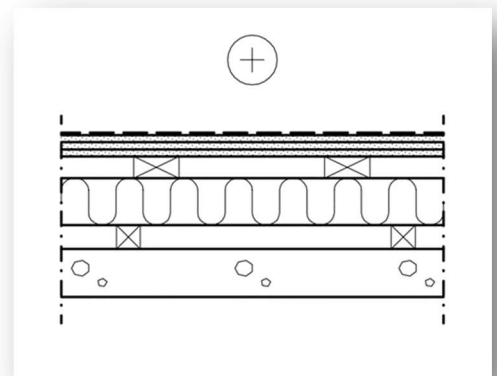
Rakennuksen alapohjat tutkittiin silmämääräisesti ja pintakosteusmittauksin. Lisäksi alapohjiin tehtiin 4 rakenneavausta, joista havainnoitiin lattiarakennetta ja sen toimivuutta, sekä otettiin mikrobi- ja VOC-näytteitä. Suhteellisen kosteuden mittauksia tehtiin muovimattolattioihin mittauspisteissä K1- K5. Merkittävät havainnot valokuvattiin. Tutkimukset on merkitty tutkimuskarttaan (liite 2).

Kellarin huoltotilojen lattiarakenne saatujen leikkauspiirustusten perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Maali
- Maanvarainen betonilaatta (mahdollisesti bitumivedeneriste laattojen välissä)

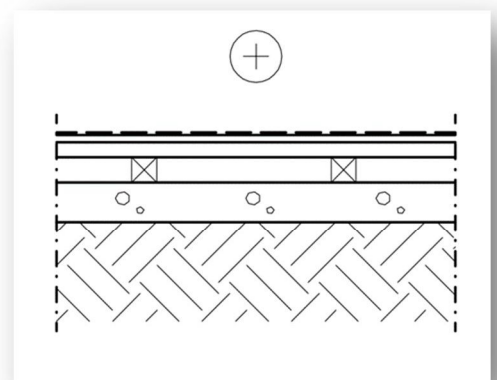
Kellarin ryhmähuoneen (011) lattiarakenne (rakenneavaus AP1) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Muovimatto
- 3*15 mm kartonkipintainen kipsilevy + lattialämmitys
- 45*95 mm koolaus
- 50*120 mm kannattimet + 100 mm villaeriste
- 50*50 rima
- Pikisively
- Vanha alapohjalaatta



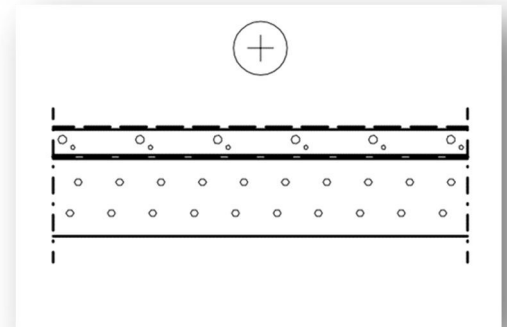
Kellarin kokoushuoneen (030) lattiarakenne (rakenneavaus AP2) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Muovimatto
- 12 mm lastulevy
- 28 mm raakaponttilaudoitus
- 50 mm koolaus + tuuletusväli
- 80 mm betonilaatta
- ~20 mm hieno hiekka
- maakostea hiekka



Kellarin naisten pukuhuoneen (004) lattiarakenne (rakenneavaus AP3) ylhäältä alaspäin lueteltuna:

- Keraaminen laatta
- 50 mm betonilaatta
- bitumisively
- ~150 mm kevytbetoni



4.2 Havainnot



Kuva 8. Tilan 011 lattian rakenneavaus (AP 1). Koolattu lattia on tehty maanvaraisen betonilaatan päälle. Alimpien koolauspuiden pinnassa havaittiin homeista kasvustoa ja tunkkainen haju, lisäksi koolauspuiden painokosteus on koholla. Mikrobianalyysin perusteella (näyte M3) rakenteessa on mikrobivaurio.



Kuva 9. Tilan 030 lattian rakenneavaus (AP 2). Muovimatolla päällystetty koolattu puulattia on rakennettu maanvaraisen betonilaatan päälle. Koolauspuun alapinnassa on kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 10. Porrashuoneessa viemäriputken kohdalla havaittiin maalipinnon kosteusvaurio ja kohonnut kosteus. Lattian vedeneriste on rikottu lattian avauksen yhteydessä. Paikkavaluun ei ole tehty vedeneristystä ja maaperän kosteus nousee pinnon alle.



Kuva 11. Kellarin huoltotilojen lattiat ovat maalattuja maanvaraisia betonilaattoja. Maalipinta on monin paikoin irtoillut todennäköisesti maaperästä nousseen kosteuden vuoksi.



Kuva 12. Kellarin wc- ja suihkutilojen lattiämateriaalina on käytetty muovimattoa. Naisten henkilökunnan wc:stä (tila 005) havaittiin korkea suhteellinen kosteus lattiämattom alla.



Kuva 13. Tilassa 004 on havaittu vaatteiden kostuvan ja paha haju tarttuu vaatteisiin. Syynä on todennäköisesti viereisen wc- ja suihkutilan lattiasta todettu korkea kosteus ja haju lattiämattom alla. Alapohjan rakenneavaus AP3.

4.3 Alapohjan kosteusmittaukset

Pintakosteusmittaukset

Pintakosteusmittaukset suoritettiin kellarin alapohjiin puulattioita lukuun ottamatta. Lattian pintakosteusmittauksen yhteydessä mitattiin myös muita rakenteita pistokoeluntoisesti. Kohonneet pintakosteusalueet on merkitty pintakosteuskarttaan (liite 1).

Pintakosteusmittaukset suoritettiin Gann Hydrotest LG3 pintakosteudenilmaisimella. Mittaus perustuu materiaalin sähkönjohtavuuteen. Mittausten tulokset ovat suuntaa-antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat kosteuspitoisuuden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuudesta. Tavanomainen kuiva rakenne näyttää yleensä pintakosteusarvoja 50...70. Yli 90 lukemat tavallisesti viittaavat korkeaan rakennekosteuteen.

Pintakosteusmittausten tulokset:

- Tiloissa 022-026 ja 030 lattiarakenne on maalattu maanvarainen betonilaatta. Pintakosteusarvot olivat näissä huoneissa kauttaaltaan 85...130, joka viittaa haitallisen korkeaan rakennekosteuteen. Lisäksi tiloissa 004, 015, 017 sekä käytävän seinän vierustoilla, lattiapinnalla havaittiin paikoin kohonneita pintakosteuslukemia 70...85. Rakennekosteudesta johtuvaa lattiamaalin vaurioitumista on monin paikoin havaittavissa.
- WC- ja suihkutiloissa lattiarakenne on muovimatolla päällystetty maanvarainen betonilaatta. Naisten wc:n (tila 005) pintakosteusarvot olivat 85...100, joka viittaa haitallisen korkeaan rakennekosteuteen tiiviin muovimaton alla. Muovimatto, liimaukset ja tasoitteet voivat vaurioitua ja aiheuttaa haitallisia päästöjä sisäilmaan.
- Muissa muovimattopintaisissa betonilaatoissa mitattiin paikallisesti pintakosteuslukemia 65...85, joka viittaa haitallisen korkeaan rakennekosteuteen muovimaton alla. Muovimatto, liimaukset ja tasoitteet voivat vaurioitua kosteudesta ja aiheuttaa haitallisia päästöjä sisäilmaan.
- Käytävän vierustalla, maalattujen kantavien betoniseinien alaosissa havaittiin paikoin kohonneita pintakosteuslukemia 75...90, joka viittaa haitalliseen rakennekosteuteen. Kosteusrasitus voi johtaa maali- ja mikrobivaurioihin.

Suhteellisen kosteuden mittaukset

Alapohjan suhteellisen kosteuden mittauksia suoritettiin kellarissa ja 1.kerroksessa mittapisteesä K1-K6. Mittauspisteet on merkitty tutkimuskarttaan (liite 1).

Suhteelliset kosteudet ja lämpötilat mitattiin Vaisala HM42 -mittalaitteella varustettuna HM42 -mittapäällä. Mittalaitteen ja mittausmenetelmän mittaustarkkuus on ± 3 RH%. Kriittisenä kosteutena kosteusvaurioiden kannalta lattiamaton ja betonilaatan välissä pidetään 85 RH%. Virhemarginaalit ja kosteuden ajallinen vaihtelu huomioon ottaen 80 RH% kosteutta voidaan pitää haitallisen korkeana. Eristetilassa ja puurakenteen yhteydessä ilmatilan kriittinen kosteus on 75 RH%. Virhemarginaalit huomioon ottaen ± 3 RH% kriittisenä kosteutena voidaan pitää 70 RH% mittaustuloksia. Tavanomainen kosteus hyvin toimivassa maanvaraisessa lattiarakenteessa on alle 65 RH%:

Suhteellisen kosteuden mittaustulokset:

- Mittapisteesä K1 (tila 009) lattian koolaustilasta mitattiin suhteellinen kosteus 84,1 RH %. Kosteus puurakenteen yhteydessä on korkea ja lattiamateriaalissa on kosteusvaurioriski.
- Mittapisteesä K2 ja K3 (tila 011) lattian koolaustilasta mitattiin suhteellinen kosteus 52,7 RH % ja 62,4 RH %. Suhteellinen kosteus rakenteessa ei ole haitallisen korkea.
- Mittapisteesä K4 (tila 005) muovimaton ja betonilaatan välissä mitattiin suhteellinen kosteus 87,0 RH %. Pintakosteuslukema samassa kohdassa oli 95. Kosteus rakenteessa on haitallisen korkea ja lattiamateriaalissa on kosteusvaurioriski.
- Mittapisteesä K5 (tila 011) mitattiin suhteellinen kosteus lattian koolaustilasta 58,6 RH %. Suhteellinen kosteus rakenteessa ei ole haitallisen korkea.

Piikkikosteusmittaukset

Tilan 011 koolatun puulattian kannatusriman painokosteutta mitattiin Gann Hydrotest LG3-mittalaitteella ja Gann M18- puuanturilla. Mittaustulos perustuu kahden mittauspiikin välisen sähkömagneettisen konduktanssin mittaamiseen. Mittaustulos saadaan painoprosentteina.

Piikkikosteusmittauksen tulokset:

- Alimman kannatusriman painokosteus oli 14...16 P%. Lukema viittaa kohonneeseen painokosteuteen lattiarakenteen kannatusrimassa, minkä syy on puurakenteeseen maaperästä nouseva kosteus, sekä korkea suhteellinen kosteus muovimaton ja maanvaraisen betonilaatan välissä.

4.4 Materiaalien mikrobinäytteet

Alapohjiin tehtiin rakenneavauksia yhteensä 3 kappaletta. Avatuista alapohjarakenteista otettiin materiaalinäytteitä mikrobimäärytyksiä varten yhteensä 2 kappaletta.

Näytteenottoaikat M1 ja M3 on merkitty tutkimuskarttaan (liite 1). Alapohjan näytteet otettiin lattian puisista kannatusrakenteista. Tulokset näytteistä ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Mikrobianalyysin tulokset ja tulkinta:

- Näytteessä M1 bakteeripitoisuus, aktinomykeettipitoisuus tai sieni-itiöpitoisuus eivät ylitä viitearvoja. Mikrobikasvusto on tavanomainen.
- Näytteessä M3 bakteeripitoisuus ja aktinomykeettipitoisuus eivät ylitä viitearvoja. Home- ja hiivasienten pitoisuus ylittää viitearvon yli 3-kertaisesti. Lisäksi näytteessä esiintyy runsaasti kosteusvauriota indikoivaa sienilajia (*Aspergillus versicolor*), joka on tutkimusten perusteella mykotoksinen, eli homemyrkyjä tuottava. **Näytteessä on vahva viite kosteusvauriosta.**

4.5 Lattiabetonin VOC-näytteet

Alapohjan lattiabetonin VOC-yhdisteitä mitattiin Bulk-emissiomittauksella materiaalinäytteistä yhteensä 1 kappaletta. Näyte sijoitettiin kosteusmittauksen perusteella kohtaan, jossa on kohonnut kosteus. Tavoitteena oli selvittää mattojen kosteusvaurion betoniin aiheuttamat haitalliset yhdisteet.

VOC-näyte otettiin kellarin wc/pukutilasta 005. Lattiamaton avauksen perusteella lattiamatto oli huonosti kiinni lattiabetonissa ja siitä erittyi voimakas homeen haju. Lattiamaton VOC-yhdisteitä ei tutkittu, koska kosteusvaurio lattiassa on ilmeinen, eikä lattiamaton voida olettaa toimivan kellarin lattiamateriaalina.

Lattiabetonin VOC-näyte V1 on merkitty tutkimuskarttaan (liite 1). Analyysitulokset löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 3.

Lattiabetonin VOC-näytteen analyysitulokset:

- Näytteen V1 TVOC-pitoisuus $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ei ylitä lattiabetonille ja tasoitteelle annettua viitearvoa $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Yksittäisen yhdisteen 2-etyyli- 1-heksanolipitoisuus on $3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, joka ei ylitä lattiabetonille ja tasoitteelle annettua viitearvoa $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Näytteessä ei ole viitteitä kosteusvauriosta.

4.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen betonirakenteisissa maalatuissa alapohjissa havaittiin kosteutta kellarin käytävän reunustalla ja huoltotiloissa lukuun ottamatta tiloja 014 ja 016. Kohonneiden kosteuksien syynä on todennäköisesti maaperästä kapillaarisesti nouseva kosteus, joka on aiheuttanut maalipintojen halkeiluja ja irtoilua. Lattiarakenteessa mahdollisesti olevien bitumivedeneristeiden eristyskyky on paikoin heikentynyt.

Muovimattolattioita voidaan pitää yleisesti riskirakenteena kellaritiloissa, jossa rakennekosteudet voivat herkästi nousta eri syistä. Muovimattolattioissa ei yleisesti havaittu kosteutta pintakosteusmittausten perusteella. Naisten wc-tilassa (005) havaittiin kohonnut pintakosteus koko tilan laajuudelta. Muovimaton alta mitattu suhteellinen kosteus 87,0 RH % antaa viitteen kosteudesta alapohjassa. Lattiamaton alla todettiin voimakas homeen haju, joka voi olla syynä tiloissa koettuun pahaan hajuun. Tilan 005 lattiabetonissa ei todettu, että maton alla olevat vauriotuotteet olisivat imeytyneet lattiabetoniin. Syynä rakenteen korkeaan kosteuteen on todennäköisesti maaperästä kapillaarisesti tai diffuusion avulla nouseva kosteus, joka ei pääse kuivumaan tiiviin muovimaton läpi. Rakennuksen vierustan puutteellinen pintavesien ohjaus ja puuttuva sadevesijärjestelmä lisäävät alapohjan kosteusrasitusta.

Puurakenteista lattiaa voidaan pitää yleisesti riskirakenteena kellaritiloissa, jossa rakennekosteudet voivat herkästi nousta eri syistä. Kohteessa puurakenteisissa lattioissa havaittiin kohonneita kosteuksia eteisessä (009), jossa suhteellinen kosteus muovimaton alapuolella oli 84,1 RH %. Kyseisessä paikassa on lähtötietojen mukaan havaittu kostealla säällä vesivuotoja seinää pitkin, joka voi olla osasyynä lattiakosteuteen. Rakenneavauksien ja mikrobianalyysin perusteella myös muissa puulattioissa on kosteusongelmia, vaikka suhteellinen kosteus muovimaton alla ei muissa kohdissa ylittänyt viitearvoja. Yleinen syy näihin ongelmiin on alapohjan vanhentunut tai riittämätön kosteuskatko. Maaperästä kapillaarisesti nouseva kosteus pääsee puulattian alle eristetilaan. Tiivis muovimatto kuitenkin estää alapohjan kosteuden kuivumisen sisäilmaan.

Toimenpide-ehdotukset alapohjarakenteisiin:

Tässä kohdassa annetut toimenpide-ehdotukset on annettu todettujen kosteusvaurioiden ha rakennuksessa koettujen sisäilmaongelmien ratkaisua varten.

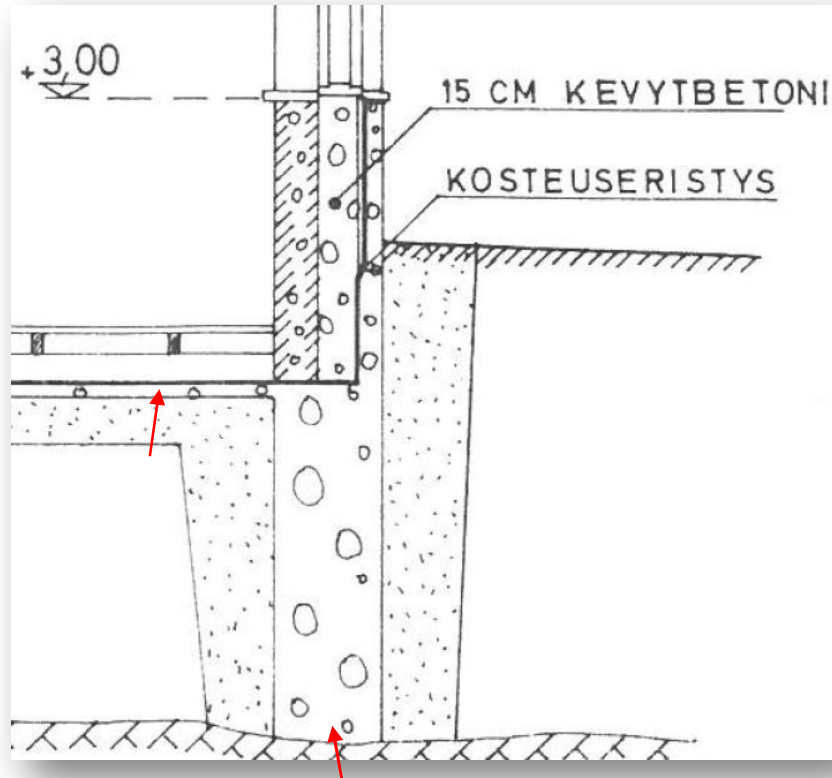
- Kellarin maalattujen alapohjien maalipinnoitteiden uusiminen kosteuden kestäväällä maalilla mikrobikasvun ehkäisemiseksi. Pinnoitteen valinnassa on muistettava, että pinnoitteen tulee olla hengittävä, jotta alapohjan rakennekosteus pääsee kuivumaan sisätiloihin
- Puukoolatut lattiarakenteet puretaan kokonaisuudessaan ja korvataan kosteutta kestäväällä materiaalilla ja rakenneratkaisuilla. pintamateriaalin tulee olla hengittävä, jotta alapohjan rakennekosteus pääsee kuivumaan sisätiloihin materiaalin läpi
- Kellarin kaikki muovimatot puretaan. Mahdollisten kosteusvaurioiden vuoksi kaikki tasoitteet poistetaan ja lattian betonipinnat hiotaan ennen uuden lattiapinnan tekemistä. Uuden pintamateriaalin tulee olla kosteutta kestävä ja vesihöyryä läpäisevä materiaali.
- Naisten pukutilan keraamisen laatoituksen uusiminen. Vanhassa laatoituksessa havaittiin sauma- ja kiinnitysvaurioita. Laatoituksen tekninen käyttöikä on täyttymässä

5 Kellarin perusmuurit ja seinät

Kellarin perusmuureja tarkasteltiin aistinvaraisesti ja pintakosteusmittauksin. Merkittävät havainnot kuvattiin. Pintakosteusmittauksen perusteella kosteat alueet on merkattu tutkimuskarttaan (liite 1). Perusmuurin rakenneavauksia tehtiin 2 kappaletta.

5.1 Rakenne

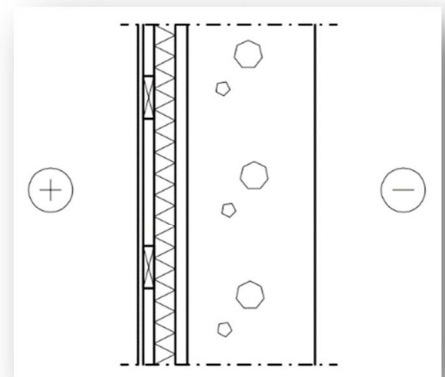
Piirustusten perusteella perusmuurit ovat massiivisia tiili/betoniseiniä, joissa paikoin on käytetty lämmöneristeenä Tojalevyä.



Kellarin perustusleikkaus alkuperäisistä piirustuksista. Maaperän kosteus pääsee nousemaan kapillaarisesti ja diffuusion kautta alapohjaa ja perusmuuria pitkin.

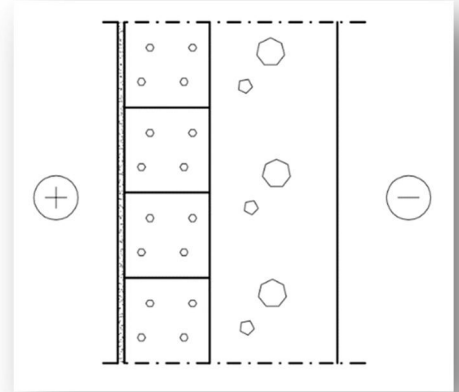
Kellarin ryhmätälän (030) seinärakenne (rakenneavaus PM1) sisältä ulospäin lueteltuna:

- 10 mm lastulevy
- 20 mm vaakakoolaus
- 50 mm Tojalevy
- 28 mm pystykoolaus
- Betoni



Kellarin ryhmätilän (030) seinärakenne (rakenneavaus PM2) sisältä ulospäin lueteltuna:

- 10 mm pintarappaus
- 200 mm Siporex-harkko
- betoni



5.2 Havainnot



Kuva 14. Tilan 030 perusmuurin rakenneavaus (PM1). Tilassa havaittiin selkeästi voimakas haju, joka voi johtua Tojalevyn vaurioitumisesta.



Kuva 15. Maaperän kosteus on noussut porrashuoneen seinille ja aiheuttanut vaurioita pintarappaukseen. Tilassa on kostea ilma ja tunkkainen haju, eikä tilassa ole ilmanvaihtoa.



Kuva 16. Tilassa 026 on havaittu voimakas haju, joka voi johtua Tojalevyn vaurioitumisesta. Tojalevyn alapinta on yhteydessä alapohjaan, joka voi päästä vaurioittamaan puumateriaalia.



Kuva 17. Ikkunakarmin yläreunassa on ilmavuodon aiheuttamaa tummentumaa. Alipaineen aiheuttama ilmavirtaus voi tuoda sisäilmaan epäpuhtauksia rakenteista.



Kuva 18. Seinän maalipinta kupruilee rakennekosteuden seurauksena. Kosteus nousee seinälle todennäköisesti rakenteita pitkin alapohjasta.



Kuva 19. Tilan 011 perusmuurin rakenneavaus (PM2). Pahvipintaisen putkieristeen sisäpinnalla on asbestipitoinen kangas.

5.3 Perusmuurin ja seinien kosteusmittaukset

Pintakosteusmittaukset

Kellarin perusmuurin ja seinien alaosien kosteutta mitattiin pintakosteusmittarilla. Laajamittaisesti kohonnutta kosteutta ei havaittu. Normaalisti pintakosteudet olivat 50...70 tasolla. Seinien alareunojen pintakosteudet ovat koholla ainakin kellarin pääkäytävällä sekä paikoin tiloissa 024 ja 025. Kosteiden kohtien pintakosteuslukema oli välillä 80...100. Pintakosteat seinien alareunat on merkitty pintakosteuskarttaan.

Syynä seinien kosteuteen on maaperästä kapillaarisesti ja diffuusion avulla nouseva kosteus. Kosteus pääsee osittain kuivumaan seinä- ja lattiapinnoilta, joten pintakosteus on kohonnut vain lyhyeltä matkalta.

Suhteellisen kosteuden mittaukset

Kellarin maanvastaisen seinän ilmatilan suhteellista kosteutta mitattiin tilassa 030 mittauspisteessä K7. Mittauspisteessä ilman suhteellinen kosteus oli 51,9 RH % lämpötilan ollessa 16,4 °C. Mittauksen perusteella ei ole syytä epäillä kosteusvauriota seinärakenteessa. On kuitenkin muistettava, että mittaustulos kertoo vain hetkellisen kosteustilanteen seinärakenteessa ja tilanne voi muuttua kosteusrasituksen ollessa korkea.

5.4 Materiaalien mikrobinäytteet

Perusmuuriin tehtiin 2 rakenneavausta. Avatuista perusmuureista otettiin 1 materiaalinäyte mikrobimäärityksiä varten. Näyte analysoitiin laimennosviljelymenetelmällä käyttäen kolmea eri maljatyyppiä.

Näytteiden tulkinnat tehdään Asumisterveysohjeen ja -oppaan (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, 3. korjattu painos 2009) -mukaan. Laimennosviljelymenetelmällä kosteusvaurion viitearvot näytteissä ovat 100 000 pmy/g bakteeripitoisuudelle, 500 pmy/g aktinomykeettipitoisuudelle ja 10 000 pmy/g sieni-itiöpitoisuudelle. Alle 10 000 pmy/g pitoisuudessa mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon. Yksikkö tarkoittaa mikrobikasvuston pesäkettä tutkittavan materiaalin grammaa kohden (pmy/g).

Näytteenottopaikka M2 on merkitty tutkimuskarttaan (liite 1). Perusmuurin näyte otettiin koo-
lauspuusta ja Tojaeristeestä. Tulokset näytteistä ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Mikrobianalyysin tulokset ja tulkinta:

Näytteessä M2 bakteeri-, aktinomykeetti- tai sieni-itiöpitoisuus eivät ylitä kosteusvaurion vii-
tearvoja. Näytteen mikrobikasvusto on tavanomainen.

5.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimusten perusteella kellarin perusmuurin kosteusteknistä toimintaa on syytä parantaa. Kellarin tiloissa esiintyvien hajuhavaintojen syynä voi olla kosteusvaurioituneet seinäpinnat, erityisesti Tojalevy. Tojalevy on suoraan yhteydessä alapohjaan, joten maaperästä alapoh-
jaan nouseva kosteus on voinut vaurioittaa Tojalevyä. Kellarin rakenteissa on syytä suosia yksinkertaisia hengittäviä rakenteita, jotka kestävät toistuvaa kosteusrasitusta.

Toimenpide-ehdotukset kellarin perusmuureihin ja seiniin:

- Kantavien väliseinien ja perusmuurien kosteusvaurioituneet pinnat, tasoitteet ja tojalevy-
rakenteet puretaan vähintään alaosista. Alaosissa käytetään kosteutta kestävää raken-
netta (kivi, sementtilaastit) pintamateriaalit mukaan lukien. Kaikkia vaurioita ei pystytä
sililmääräisesti havaitsemaan, joten parhaaseen lopputulokseen päästään tekemällä
korjaus kauttaaltaan korjattaviin tiloihin.
- Salaojakorjausten yhteydessä perusmuuriin tehdään ulkopuolinen veden- ja lämmöneris-
tys
- Kosteuden kapillaarista nousua perusmuurien ja kantavien väliseinien kohdalla voidaan
ehkäistä injektio/imeytys -menetelmällä (porareikämenetelmä), jossa betoniin imeytetään
tiivistävää ainetta. Ongelmana menetelmässä on, että täysin tiivistä ratkaisua ei todennä-
köisesti saada aikaiseksi. Injektointi- imeytyksestä huolimatta pinnoiteratkaisussa tulee
ottaa huomioon mahdollinen rakennekosteus tulevaisuudessa.

6 Ulkoseinärakenteet

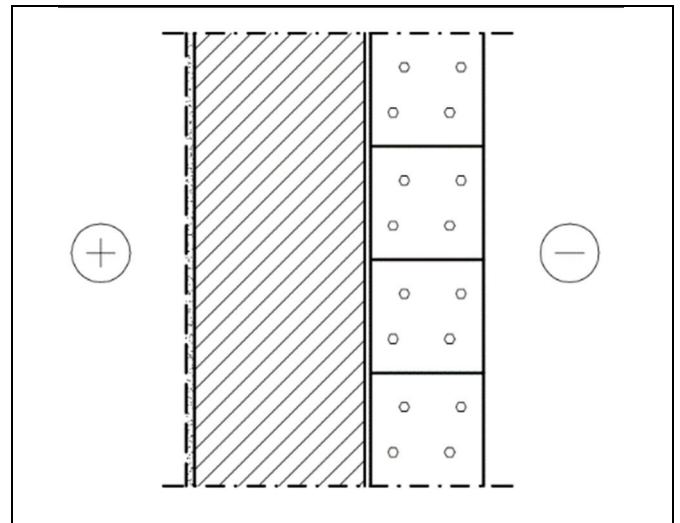
Ulkoseinärakenteisiin tehtiin 1 kappaletta rakenneavauksia, joista tarkasteltiin ulkoseinärakennetta.

6.1 Rakenne

Rakennuksen ulkoseinät ovat massiivirakenteisia, pääosin tiili-betoniseiniä. Pintarakenteet vaihtelevat tiloittain. Ulkoseiniä tarkasteltiin rakenneavauskohdista, joita tehtiin yhteensä 3 kappaletta.



Kuva 20. Tilan 105 ulkoseinän rakenneavaus (US1) Ulkoseinä on massiivirakenteinen, tiilen ja Siporex-harkon välissä on 10 mm ilmarako



Kuva 21. Rakenneavaus US1, rakennetyyppi

Tilan 105 1.kerroksen seinärakenne (rakenneavaus US1) sisältä ulospäin lueteltuna:

- Maali
- 15 mm rappaus
- 300 mm tiilimuuri
- 10 mm ilmarako
- Siporex-harkko

6.2 Havainnot



Kuva 22. Ilmanvaihtokanavan läpivienti on avoin. Sadeves pääsee raosta kastelemaan seinärakenteita.



Kuva 23. Ilmanvaihtokanavaan pellitys ei suojaa läpivientiä viistosateelta. Seinärappaus on vaurioitunut ikkunapenkin viereltä.

6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteissa ei tutkimusten perusteella havaittu laajamittaisia korjaustarpeita. Massiivinen ulkoseinä toimii pääosin hyvin. Korjaustarpeita havaittiin läpivienneissä.

Korjausehdotukset ulkoseinille:

- Läpivientien pellitysten parantaminen vedenpitäviksi

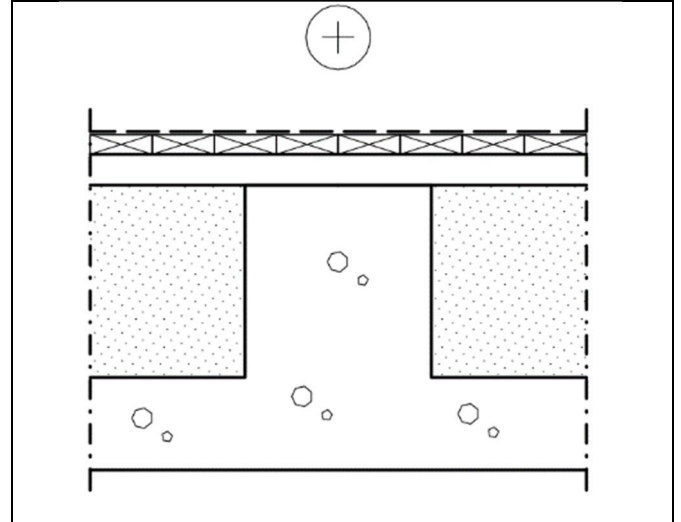
7 Välipohjarakenteet

7.1 Rakenne

Välipohjassa on betonipalkisto, jonka päälle on tuettu puurakenteinen, muovimatolla päällystetty lattia. Välipohjiin tehtiin 1 rakenneavaus, josta tarkasteltiin välipohjarakennetta.



Kuva 24. Tilan 005 välipohjan rakenneavaus (VP1). Sahanpurueristeestä havaittiin mikrobivaurioindikaattori *Aspergillus Versicolor*.



Kuva 25. Rakenneavaus VP1, Rakennetyyppi

Välipohjan rakenne rakenneavauskohdista tehtyjen havaintojen mukaan ylhäältä alaspäin luetteluna:

- Lattiamatto
- 25 mm levy
- 30 mm umpilaudoitus
- 50 mm sekundäärikannattimet
- 360 mm betonipalkisto + sahanpurueriste
- Betoni

7.2 Havainnot

Välipohjan rakenteissa ei havaittu näkyviä vaurioita tai akuuttia riskiä niiden syntymiselle.

7.3 Välipohjan kosteusmittaukset

Suhteellisen kosteuden mittaukset

Välipohjan eristetilaan suoritettiin 3 kappaletta suhteellisen kosteuden mittauksia. Mittaukset suoritettiin tilassa 120 ja 105.

Suhteellisen kosteuden mittaustulokset

Välipohjan suhteellisen kosteuden mittaustulokset mittapisteissä K8-K10:

MITTAUSPISTE	SUHTEELLINEN KOSTEUS [RH %]	LÄMPÖTILA [°C]
K8	37,5	22,2
K9	34,3	23,1
K10	31,2	22,6

Mittaustulosten perusteella välipohjan eristetilän olosuhteissa ei ole merkkejä kosteusvauriosta. Tulokset eri tilojen välillä ovat saman tyyppisiä. Välipohjan rakenne on toimiva ja sahanpurueriste tasaa mahdollista kosteusolosuhteiden vaihtelua.

7.4 Materiaalien mikrobinäytteet

Välipohjiin tehtiin 1 rakenneavaus. Avatusta välipohjasta otettiin 1 materiaalinäyte mikrobimäärityksiä varten.

Näytteenottoa paikka M4 on merkitty tutkimuskarttaan (liite 1). Välipohjan näyte otettiin sahanpurueristeestä. Tulokset näytteistä ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Mikrobianalyysin tulokset ja tulkinta:

Näytteessä M4 bakteeri-, aktinomykeetti- tai sieni-itiöpitoisuus eivät ylitä kosteusvaurion viitearvoja. Näytteessä todettiin yksittäinen pesäke kosteusvauriota indikoivaa sienilajia (*Aspergillus versicolor*). Yksittäisen pesäkkeen perusteella ei voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Toimenpide-ehdotukset tutkimusten perusteella:

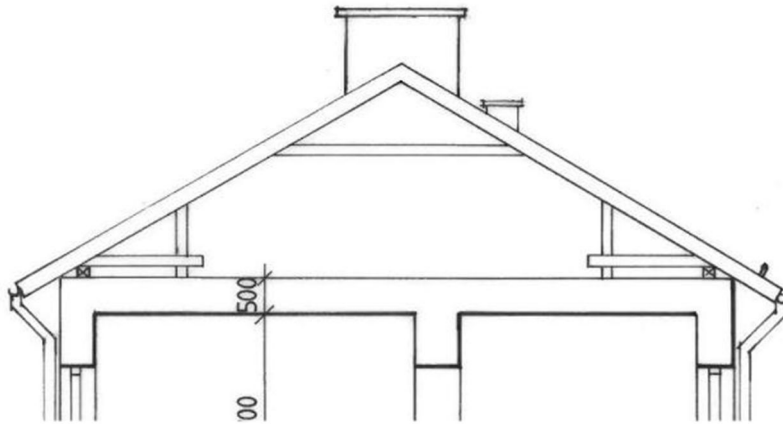
- Tilan 005 hajuhaitan syytä ei löytynyt tutkimuksilla. Vähäinen viite mahdollisesta kosteusvauriosta saatiin näytteen perusteella. Välipohjan mahdollista kosteusvauriota voidaan selvittää välipohjan lisätutkimuksilla (mikrobinäytteet).

8 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Vesikaton yläpohjaa tarkastettiin vain silmämääräisesti vesikatolta ja ullakkotiloista. Systemaattista kuntotutkimusta yläpohjarakenteisiin ei tehty.

8.1.1 Rakenne

Vesikaton alusrakenteena on paikallaan rakennettu puinen kehäristikko. Alusrakenne on tuettu betoniholviin. Vanhan osan yläpohjassa on sora/ purueristys, uudella osalla ei ole lämmöneristettä. Vesikate on tiilirakenteinen.



Yläpohjan ja vesikaton leikkauskuva alkuperäisistä piirustuksista

8.1.2 Havainnot



Kuva 26. Vanhan osan yläpohjassa eristeenä on käytetty soraä sekä sahanpurua. Yläpohjan puurakenteissa on vuotojälkiä. Ilmeisesti viemärin tuuletusputki on tuotu yläpohjatilaan



Kuva 27. IV-putken läpiviennin ympärillä on vuotojälkiä. Läpivienti ei ole tiivis, joten vesivuodot ovat mahdollisia myös tulevaisuudessa. Lisäksi putken eristys on puutteellinen



Kuva 28. Yläpohjan tuuletus ei toimi räystäällä. Tuuletusrako on ummessa



Kuva 29. Vanhan osan kehärstikon pystytuissa on vuotojälkiä. Vuoto on tapahtunut todennäköisestä vesikatteen läpi



Kuva 30. Vanhan osan harjalla on vuotojälkiä. Umpilaudoituksen päällä on mattohuopa, joka näyttää olevan limitetty harjan yli



Kuva 31. Vanhan osan yläpohjan tuuletus tapahtuu päädyn tiiliseinän raoista. Raot ovat paikoitellen suuria, joten sadevesi- ja lumi saattavat päästä yläpohjatilaan



Kuva 32. Uuden osan yläpohjassa ei ole lämmöneristettä. Umpilaudoituksen pinnassa on kosteusvaurio. Tutkimushetkellä pinnat olivat kuivia



Kuva 33. Putken läpiviennin ympärillä on merkkejä kosteudesta. Vuoto on tapahtunut joko vesikatteen läpiviennistä tai putkesta.



Kuva 34. Savupiipun läpivienti on vuotanut. Savupiipun läpivienti ei ole tiivis, joten vesikatolla valuva vesi voi siirtyä yläpohjaan



Kuva 35. Uuden osan välipohjan tuuletus tapahtuu holvin ja seinän rajapinnassa olevan putken kautta. Holvin vedenpoisto toteutuu samalla putkella. Yläpohjan tuuletus on arviolta vähäinen.



Kuva 36. Tiilikatteessa on haljonneita tiliä. Sadevesi aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta aluskatteelle ja voi aiheuttaa kosteusvaurioita yläpohjaan ja kantaviin rakenteisiin



Kuva 37. Sadevesikouruun on kertynyt roskaa. Toimivuuden varmistamiseksi kouru tulisi puhdistaa.



Kuva 38. Tuuletusputken läpivienti ei ole tiivis. Sadevesi voi tunkeutua katto - ja yläpohjarakenteisiin



Kuva 39. Läpiviennin pellitys on puutteellinen ja juureen jää iso rako. Vesi pääsee tunkeutumaan katon ja yläpohjan rakenteisiin aiheuttaen kosteusvaurioriskin



Kuva 40. Kattosillan pään kiinnitys on puutteellinen. Silta on vinossa ja aiheuttaa turvallisuusriskin katon käyttäjille

8.1.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimusten perusteella yläpohjista tai vesikatosta ei löytynyt laajaa kosteusongelmaa tai sen aiheuttajaa. Paikalliset vähäiset vesivuotokohdat on mahdollisesti paikattu, koska rakenteissa ei todettu kosteutta tutkimusten yhteydessä. Yläpohjien siisteydessä on parannettavaa vanhalla osalla, jossa oli paljon sinne kuulumatonta roskaa. Vesikaton läpivienneissä havaittiin ongelmia tiivistyksessä, jotka olivat johtaneet pieniin vesivuotoihin. Myös vesikatteessa olevat haljonneet tiilet lisäävät kosteusvaurion riskiä.

Toimenpide-ehdotukset yläpohjille ja vesikatteelle

- Yläpohjan tuuletusta harjalla voidaan parantaa esim. alipaineventtiileillä, koska harjalla ei ole tuuletusreikiä
- Yläpohjassa kulkevat putket lämpöeristetään kondenssikosteuden estämiseksi
- Yläpohjassa oleva ylimääräinen rakennusjäte poistetaan

- Vesikatteen rikkoutuneet tiilet vaihdetaan ehjiin
- Vesikatteen läpiviennit korjataan niin, ettei vesi kulkeudu kattorakenteisiin
- Vesikaton kulkusiltojen ja tikkaiden kiinnitykset korjataan turvallisiksi
- Vesikourut puhdistetaan ja niiden kallistukset tarkastetaan

9 Sisäilmatutkimukset

Rakennuksessa suoritettiin sisäilman olosuhdemittauksia sekä paine-eromittauksia pistokoeluontoisesti. Mittaukset suoritettiin hetkellisesti, joten niiden tulokset kertovat vain mittaushetkellä vallinneet olosuhteet sisäilmassa. Näiden mittausten lisäksi tehtiin havaintoja ilmanvaihdon toiminnasta aistinvaraisesti ja merkkisavun avulla.

9.1 Sisäilman hetkelliset olosuhdemittaukset

Sisäilman olosuhdemittauksia suoritettiin pistokoeluontoisesti kellarin tilassa 008 ja 1.kerroksen tilassa 106. Olosuhdemittausten tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa:

TILA	SUHTEELLINEN KOSTEUS [RH %]	LÄMPÖTILA [°C]
008	44,0	21,1
106	36,5	22,3

Mittaustulosten perusteella sisäilman olosuhteet ovat suositellulla tasolla. Kellarin sisäilman korkeampaa suhteellista kosteutta selittää alempi lämpötila ja aiemmin havaitut puutteet alapohjien kosteusteknisessä toiminnassa. Ilmanvaihdon ansiosta sisäilman kosteus ei pääse nousemaan rakennekosteudesta huolimatta.

9.2 Sisä- ja ulkoilman paine-erojen hetkellinen tarkastelu

Sisä- ja ulkoilman paine-eroja tarkasteltiin kellarin tiloissa 004 ja 011 sekä 1.kerroksen tiloissa 106 ja 117. Lisäksi tutkittiin ilman virtaussuuntia kellarin ja 1.kerroksen välillä. Paine-eromittausten tulokset on esitetty seuraavissa taulukossa:

TILA	PAINE-ERO ULKOILMAAN NÄHDEN [Pa]
004	-21
011	-12

TILA	PAINE-ERO ULKOILMAAN NÄHDEN [Pa]
106	-50...-54
117	-50

Mittaustulosten perusteella kellarin huoneet ovat reilusti alipaineisia ulkoilmaan nähden. 1.kerroksen mittauksissa paine-ero on erityisen suuri. Sisätilojen alipaineisuus aiheuttaa imuvoiman rakenteisiin ja vuotoilmavirtausta voi tapahtua pienistäkin vuotokohdista. Vuotoilman mukana rakenteista voi kulkeutua epäpuhtauksia ja hajuhaittoja sisäilmaan. Mittaushetkellä vallinnut kova tuuli mahdollisesti vaikutti osaltaan lopputulokseen, mutta sillä ei ole merkittävää vaikutusta johtopäätöksiä tehdessä. Mittaukset ovat pistokoeluontoisia, joten pitempiäaikainen paine-erojen seuranta täytyy suorittaa eri tutkimuksessa.

9.3 Ilmanvaihtojärjestelmän toiminta

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmässä on erilliset tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet, jotka ovat alkuperäisiä. Järjestelmässä ei ole lämmön talteenottoa.



Kuva 41. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäinen



Kuva 42. Tuloilmakanava on nurkassa ja virtaus suuntautuu kattopinnoille. Tuloilmavirtaus oli mitaushetkellä heikko



Kuva 43. Poistoilmakanavan päästä puuttuu säätöventtiili, poistoilmavirtaus oli tutkimushetkellä normaali



Kuva 44. Tuloilman pääkanavan läpiviennissä on ilmapuotoja. Sisäilman voimakas alipaine on syytä ilmapuotoihin. Mahdollisesti myös sadevesi pääsee raoista kellaritiloihin (kts. kuva 31)



Kuva 45. 1.kerroksen huoneissa tuloilma on heikko, eikä seinäventtiilin ilmavirtaus riitä vaihtamaan ilmaa koko huoneesta

Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksessa selvitettiin myös ilman kulkua kellarin ja 1.kerroksen välillä. Tutkimuksissa havaittiin, että ilmavirtaus kulkee 1.kerroksesta kellarin päin. Havainnot tehtiin 1-kerroksesta kellarin porraskäytäviin vievissä oviaukoissa. Ilmavirtaukset voivat muuttua lämpötilojen, rakennuksen toiminnan ja ilmanvaihdon käyntiaikojen mukaan vuorokauden aikana.

9.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilmatutkimuksen perusteella havaittiin, että tilat ovat reilusti alipaineisia ulkoilmaan nähden. Tuloilman virtaukset ovat heikkoja etenkin 1. kerroksessa, mutta myös kellarissa. Tilojen alipaine voi aiheuttaa tiloissa hajuhaittoja ja sisäilmaongelmia.

Toimenpide-ehdotukset tutkimusten perusteella:

- Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotus, jolla vähennetään hallitsematonta ilmavuotoa rakenteista ja tilojen välillä.
- Tuloilman pääkanavan läpiviennin tiivistys vesi- ja ilmatiiviiksi
- Tuloilmakanavien jatkaminen tilojen keskeisille paikoille, jotta ilmavirtaus huuhtelee koko huoneen

10 Yhteenveto

Toimenpide-ehdotukset kuntotutkimusten perusteella on mainittu rakennusosittain. Rakennuksessa todettujen ongelmien ja vaurioiden perusteella kiireellisimpänä toimenpide-ehdotuksena pidetään kellarin puurakenteisten lattioiden ja perusmuurin alaosien kosteusvauriokorjausta sekä ilmanvaihdon säätämistä, koska niihin liittyvät vauriot ja puutteet ovat todennäköinen syy kohteen sisäilmaongelmiin. Toimenpide-ehdotukset kiireellisyyssjärjestyksessä:

1. Kellarin lattioiden ja perusmuurien alaosien kosteusvauriokorjaukset
2. Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotus
3. Sadevesiviemäröinnin ja pintavesien ohjauksen parantaminen
4. Vesikatteen läpivientien tiivistys, yläpohjan tuuletuksen parantaminen ja rikkoutuneiden tiilien uusiminen

Toimenpide-ehdotuksista 1.- ja 2.- kohdan korjaukset suositellaan tehtäväksi 1 vuoden sisällä. 3.- ja 4. – kohdan korjaukset suositellaan tehtäväksi 1-2 vuoden sisällä.

Yleistä kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkamisesta

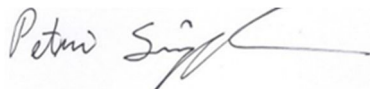
Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkutöissä syntyvien epäpuhtauksien leviäminen muihin tiloihin tulee estää riittävällä suojauksella (purkutyöalueen osastointi muoviseinin ja alipaineistus) sekä huolehdittava työntekijöiden suojauksesta.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännökset. Korjaustöistä on laadittu ohje Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Menetelmät.

Tämä raportti ja toimenpide-ehdotukset on tarkoitettu korjaussuunnittelun lähtötietoaieiksi. Tutkimusraportin perusteella ei ole syytä ryhtyä toimenpiteisiin. Hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi huolellinen suunnittelu on tärkeä vaihe hankkeen onnistumisen kannalta. Suunnitelmissa tulee ottaa huomioon tutkimustulokset. Suunnitelmissa määritellään korjausmenetelmät ja laadulliset tavoitteet sekä laadunvarmistusmenetelmä.

Oulussa 29.7.2016

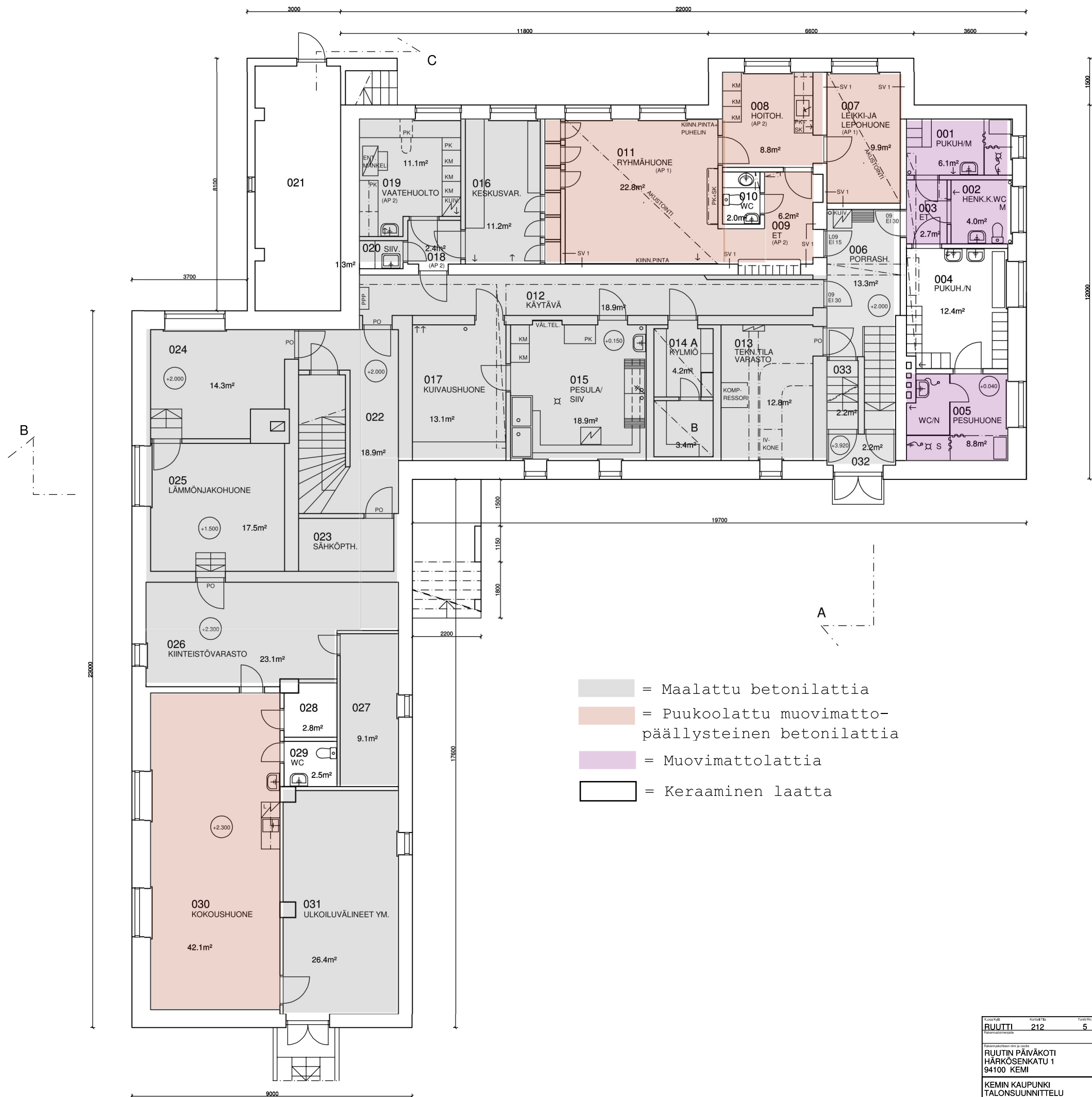
A-Insinöörit Suunnittelu Oy



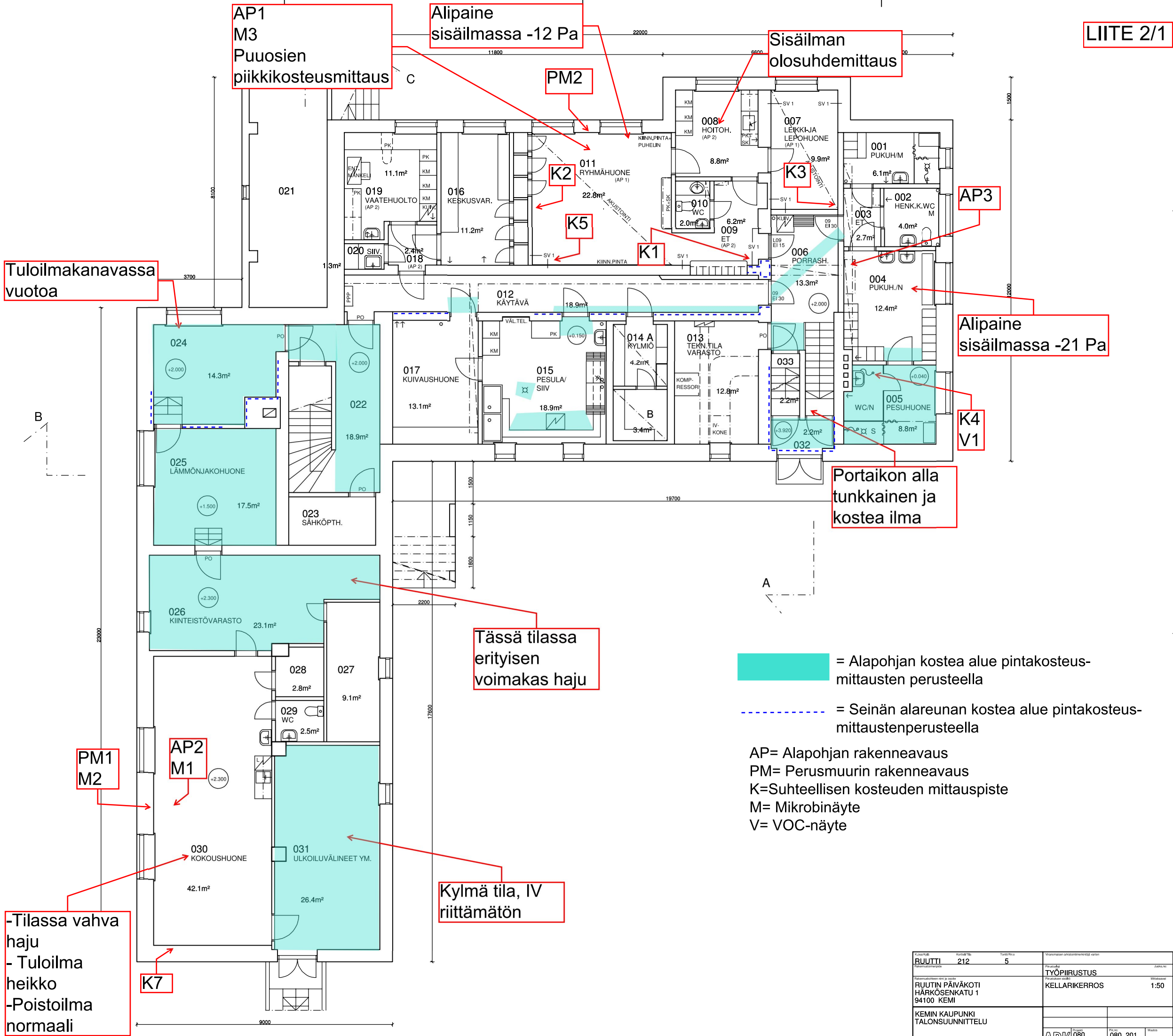
RI Petri Sippola



RI Henrik Turtinen



Kaupunki	Kortti/tila	Tontti/tila	Vierasmiesarkkiteeritoimisto Arki	
RUUTTI	212	5	Projekti	Jäseniä
Projektin nimi			TYÖPIIRUSTUS	
RUUTIN PÄIVÄKOTI HÄRKÖSENKATU 1 94100 KEMI			Projektin osat	Muutos
			KELLARIKERROS	1:50
KEMIN KAUPUNKI TALONSUUNNITTELU				
KEMI 15.10.2009	ARKI	080 S.V.	080_201	080_201



= Alapohjan kostea alue pintakosteusmittausten perusteella

= Seinan alareunan kostea alue pintakosteusmittausten perusteella

AP= Alapohjan rakenneavaus
 PM= Perusmuurin rakenneavaus
 K=Suhteellisen kosteuden mittauspiste
 M= Mikrobinäyte
 V= VOC-näyte

Kaustili	Korttelin nro	Tontin nro	Wanomuksen arkistointimerkki ja vuosi
RUUTTI	212	5	
Projektin nimi			Projekti
RUUTIN PÄIVÄKOTI HÄRKÖSENKATU 1 94100 KEMI			TYÖPIIRUSTUS
KEMIN KAUPUNKI TALONSUUNNITTELU			Maastokartta
			KELLARIKERROS 1:50
KEMI 15.10.2009			
ARK		080	080 201
		S.V.	080 201

- Tuloilma heikko
- Poistoilma voimakas

K10 (VP eristetila)

VP1
M4

US1

Alipaine sisäilmassa -
50...54 Pa

Sisäilman
olosuhdemittaus

- Ilmavuoto kellarista
ylöspäin
- Ei ilmanvaihtoa,
seinät
kosteusvaurioituneet

Alipaine
sisäilmassa -54
Pa

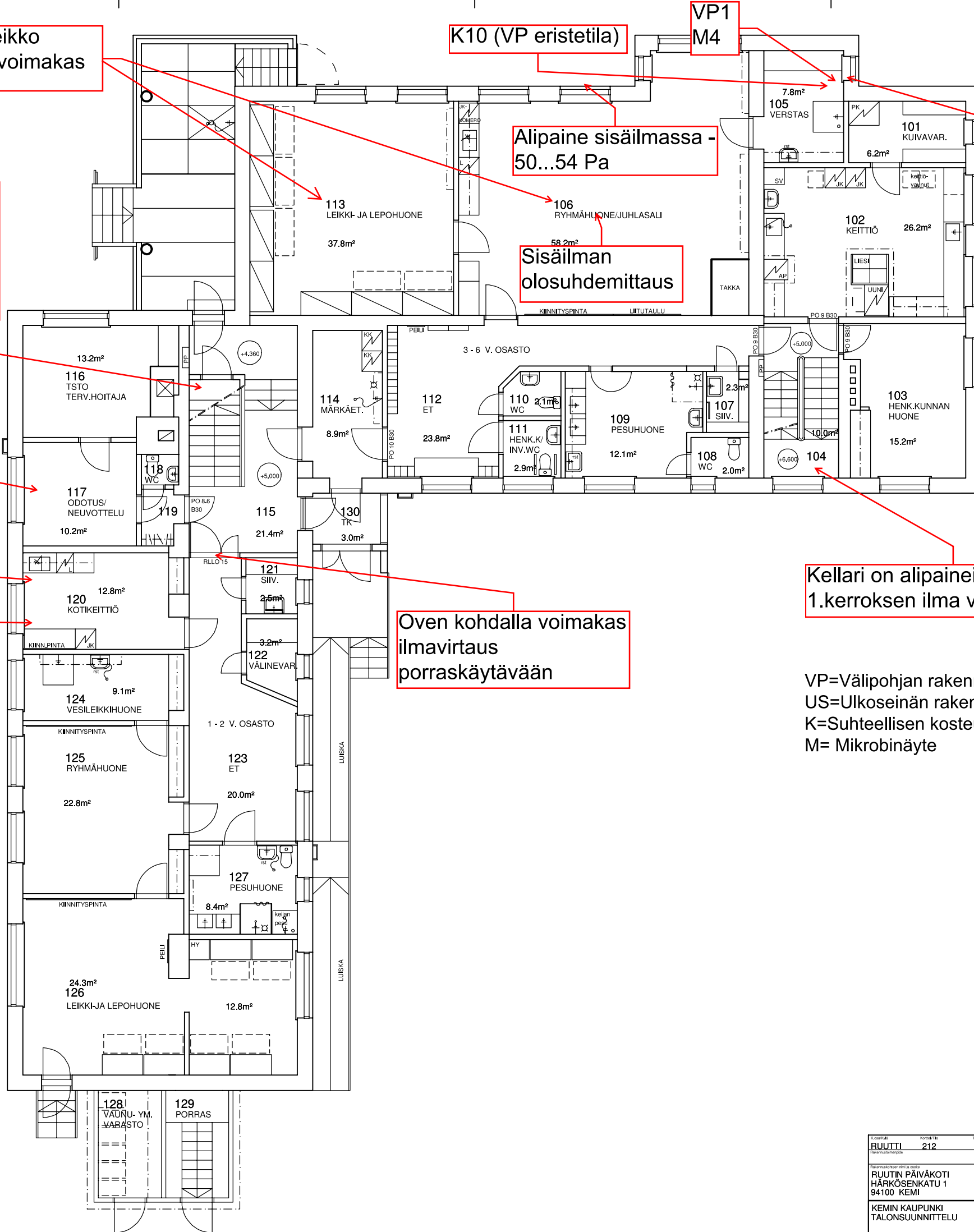
K8 (VP eristetila)

K9 (VP eristetila)

Oven kohdalla voimakas
ilmavirtaus
porraskäytävään

Kellari on alipaineinen,
1.kerrosn ilma virtaa kellarin

VP=Väli­pohjan rakenne­eristys
US=Ulko­seinän rakenne­eristys
K=Suhteellisen kosteuden mittaus­piste
M= Mikro­binäyte



Kaupunki	Normi/tila	Tontti/ku	Vierasmies arkkitehtitoimisto varten	
RUUTTI	212	5	Projekti	TYÖPIIRUSTUS
RUUTIN PÄIVÄKOTI HÄRKÖSENKATU 1 94100 KEMI			Prosessin vaihe	1. KERROS 1:50
KEMIN KAUPUNKI TALONSUUNNITTELU				
KEMI 06.11.2009			ARK	080 080 202 080 080 202

A-Insinöörit Suunnittelu OyMaksaja
A-Insinöörit Suunnittelu OyYrtypellontie 6
90230 OuluPL 28480
00021 Laskutus

Näytetiedot	Näyte	Materiaalinäyte		
	Näyte otettu	14.06.2016	Näytteen ottaja	Petri Sippola
	Saapunut	15.06.2016	Näytteenoton syy	Tutkimuspyyntö
	Tutkimus alkoi	15.06.2016		
	Viite	Ruutin päiväkotia/P.Sippola		

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	1448-1 RUU M1 puukoolaus lattiarakenne	1448-2 RUU M2 seinän tojaeriste+koo laus	1448-3 RUU M3 puukoolaus lattiarakenne	1448-4 RUU M4 sahanpuru lattiarakenne
Bakteerit	* Tryptoni-hiivauute-gl ukoosi -agar	pmy/g	Arv.300	Arv.200	<100	<100
Aktinomykeetit	* Tryptoni-hiivauute-gl ukoosi -agar	pmy/g	<100	<100	<100	<100
Sienipitoisuus	*					
- Hiivat	* 2% Mallasuuteagar	pmy/g	<100	<100	<100	<100
- Hiivat	* Dikloran-glyseroli (DG18) -agar	pmy/g	<100	<100	<100	<100
- Homeet	* 2% Mallasuuteagar	pmy/g	Arv.900	<100	33 000	<100
- Homeet	* Dikloran-glyseroli (DG18) -agar	pmy/g	<100	<100	32 000	Arv.100
Suoramikroskopointi	Valomikroskopointi		Ei todettu	Ei todettu	Ei todettu	
Homeen tunnist.	* Valomikroskopointi		Tunnistettu:		Tunnistettu:	Tunnistettu:
Aspergillus versicolor					Arv.7 000	Arv.100
Penicillium			Arv.900		Arv.29 000	

* =menetelmä akkreditoitu. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Menetelmä Bakteerit: STM Asumisterveysohje 2003:1 ja Asumisterveysopas 2009 -ohjeiden mukainen laimennosviljelymenetelmä. Kasvatus +25 °C:ssa 7 vrk. Määrittäysraja 100pmy/g.
Aktinomykeetit: STM Asumisterveysohje 2003:1 ja Asumisterveysopas 2009 -ohjeiden mukainen laimennosviljelymenetelmä. Kasvatus +25 °C:ssa 14 vrk. Määrittäysraja 100pmy/g. Kuuluu tärkeimpiin home- ja kosteusvaurioindikaattoreihin (Asumisterveysasetuksen soveltamisopas Osa IV Valviran ohje 8/2016).
Sienipitoisuus: STM Asumisterveysohje 2003:1 ja Asumisterveysopas 2009 -ohjeiden mukainen laimennosviljelymenetelmä. Kasvatus +25 °C:ssa 7 vrk. Määrittäysraja 100pmy/g.
Aspergillus versicolor: Kuuluu tärkeimpiin home- ja kosteusvaurioindikaattoreihin (Asumisterveysasetuksen soveltamisopas Osa IV Valviran ohje 8/2016)

Lausunto Materiaalissa voidaan katsoa olevan mikrobikasvustoa, jos home- ja hiivasientien yhteenlaskettu pitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien 3 000 pmy/g. Materiaalin sienikasvusto viittaa materiaalin kosteus- ja mikrobivaurioon. Jos bakteeripitoisuus on vähintään 100 000 pmy/g, se viittaa materiaalissa olevaan bakteerikasvuun. Pelkkä suuri bakteeripitoisuus voi johtua myös materiaalin

Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite: PL 19, 90015 Oulun kaupunki

Käyntiosoite: Tutkijantie 4F, 90590 Oulu

likaisuudesta.

Jos home- ja hiivasienten yhteenlaskettu pitoisuus on alle 10 000 pmy/g, kiinnitetään huomiota lajistoon. Tavallisimmin esiintyvät sienet materiaaleilla ovat Penicillium, Aspergillus ja Cladosporium, ja hiivat. Vaurioituneissa materiaaleissa on usein ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeita. Kyseisiä mikrobeita harvemmin löytyy vauriotomissa materiaaleissa. Osa kosteusvaurioindikaattorimikrobeista vaatii runsaan kosteuden. Kuitenkin, myös tavanomaiset lajit kasvavat kostuneilla materiaaleilla. Aktinomykeetit kuuluvat kosteusvaurioindikaattorimikrobeihin (alle 3000 pmy/g löydösten merkitys).

Löydökset voivat viitata mikrobikasvustoon, jos home- ja hiivasientien yhteenlaskettu pitoisuus on 5 000 - 10 000 pmy/g ja joko havaitaan kosteusvaurioindikaattorimikrobeita tai sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia tai sukua). Mikäli esiintyy useita kosteusvaurioindikaattorimikrobeita pieninä pitoisuuksina voi se viitata vanhaan kuivuneeseen vaurioon tai toisaalta sieni-itiöiden kerääntymiseen materiaaliin ajan myötä.

Mikäli home- ja hiivasienet ovat alle määrittämissä tai todetaan vain yksittäisiä pesäkkeitä, voi kyseessä olla kuivunut kasvusto tai vaurioitumaton näyte. Tällöin näyte analysoidaan lisäksi suoramikroskopoinnilla, jolloin kuivunut tai kuollut kasvusto voidaan mahdollisesti havaita (soveltuu vain koville materiaaleille).

Lämmöneristeisiin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, voi kerääntyä sieni-itiöitä ilman että ne ovat muodostaneet varsinaista kasvustoa. Kuitenkin, rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä todetun mikrobikasvuston on usein todettu liittyvän todellisiin kosteusvaurioihin.

Mikrobitutkimusten virhelähteitä ovat mikrobikasvun epätasaisuus materiaalilla, aktiivista kasvua ei ole aina enää jäljellä vauriokohdassa ja menetelmän tekninen mittausepävarmuus.

(STMa 545/2015 ja Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV Valviran ohje 8/2016).

1448-1: Näytteessä ei todettu edellä esitettyjä ohjearvoja ylittäviä mikrobipitoisuuksia.

1448-2: Näytteessä ei todettu edellä esitettyjä ohjearvoja ylittäviä mikrobipitoisuuksia.

1448-3: Näytteen sienipitoisuus ylittää 10 000 pmy/g. Näytteessä todettiin Aspergillus versicolor -homesientä. Materiaalissa on mikrobikasvustoa.

1448-4: Näytteessä todettiin yksi pesäke Aspergillus versicolor -homesientä.



Leena Erkkilä, puh 044 7036740
Toimitusjohtaja

Tiedoksi

Petri Sippola A-Insinöörit @

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Petri Sippola
Kiviharjunlenkki 1 E
90220 OULU



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Näytteen kerääjät: Petri Sippola
Analyysin kuvaus: VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla,
Tulopvm.: 16.06.2016
Käsittelijä(t): Susanna Mansikkaviita, Kim Kuusisto

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta, kyseiset aineet mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

CK16-03686-1 Näyte/keräin: 255067
Mittauspaikka: RUU V1,
Mittauskohde: lattiabetoni, P:8,27g
Analysointipvm.: 210616/KKU
Ilmamäärä: 4,34 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
2-Etyyli-1-heksanoli	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

Tulosten tarkastelu

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektrietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteet on kerätty Tenax-Carbograph 5TD -adsorptioputkiin.

Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320¹ µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propanihappo 100 µg/m³g

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 336845

22.06.2016

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Kim Kuusisto
laboratorioanalyytikko
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.