



Mikko Väänänen

**SISÄILMAN LAADUN PARANTAMINEN 1980-LUVULLA RAKENNETUN RIVI-
TALON KORJAUSHANKKEESSA**

**SISÄILMAN LAADUN PARANTAMINEN
1980-LUVULLA RAKENNETUN RIVITALON
KORJAUSHANKKEESSA**

**Mikko Väänänen
26.1.2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu**

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriyö	45	+	8
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Talon- ja korjausrakentaminen	26.1.2012			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Oulun aikuiskoulutuskeskus	Mikko Ilmari Väänänen			
Työn nimi				
Sisäilman laadun parantaminen 1980-luvulla rakennetun rivitalon korjaushankkeessa				
Avainsanat				
Sisäilmasto, sisäilma, pientalon laatu.				

Opinnäytetyön tavoitteena oli antaa ohjeistus sisäilman laadun parantamiseen korjausrakentamishankkeessa. Tavoitteena oli myös arvioida Oulun rakennusvalvonnan tekemän Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän soveltuvuutta Oulun aikuiskoulutuskeskuksen korjausrakentamiskohteeseen Luotolaisentiellä Oulussa.

Opinnäytetyössä kerrottiin sisäilmaston ja sisäilman laadun vaikutuksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Työssä käsiteltiin sisäilmastoluokat ja niille asetettujen tavoitteiden toteuttaminen sekä esitettiin sisäilmaongelmien aiheuttamia terveyshaittoja. Tämän lisäksi käsiteltiin myös eri vuosikymmenten ja talotyyppien tyypillisiä sisäilmaongelmia sekä sisäilmaongelmia aiheuttavia riskirakenteita. Lisäksi opinnäytetyössä arvioitiin Oulun rakennusvalvonnan tekemän Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän soveltuvuutta Luotolaisentien korjausrakentamis-kohteeseen. Työssä annettiin myös ohjeistusta korjausrakentamisessa huomioonotettavista asioista sisäilman laadun optimoimiseksi.

Oulun rakennusvalvonnan tekemä Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä soveltui hyvin Luotolaisentien korjausrakentamis-kohteeseen, koska kohteessa on tarkoitus tehdä laajat korjaukset ja voidaankin puhua perusparannuskohteesta. Työssä tehtyä ohjeistusta voidaan soveltuvin osin käyttää apuna korjaushankkeen hyvää sisäilman laatua tavoiteltaessa.

Degree programme	Thesis	Number of pages	+	appendices
Civil Engineering	B. Sc	45	+	8
Line	Date			
Housebuilding and Renovating	26.1.2012			
Commissioned by	Author			
Oulu Adult Education Centre	Mikko Ilmari Väänänen			
Thesis title				
Indoor Air Quality Improvement in 1980s Row House Renovation Project				
Keywords				
indoor climate, indoor air, renovation				

The aim of the thesis was to present guidelines to indoor air quality improvement in a renovation project. The aim was also to assess the suitability of Oulu Building Office's instructions for technical quality control and assessment system of one-family houses for Oulu Adult Education Centre's renovation target at Luotolaisentie in Oulu.

This thesis describes the effects of indoor climate and air quality and the factors affecting the indoor air quality. The work dealt with the indoor climate classes and their respective targets and implementation. The work presents indoor air-related health problems and typical indoor air problems in different decades and building types. The work also presents typical risk structures that cause indoor air problems. The thesis also evaluated Oulu Building Office's instructions for technical quality control and assessment system of one-family houses for Oulu Adult Education Centre's renovation target at Luotolaisentie. The work provides guidance to what to take into account in terms of indoor air quality in renovation issues.

Oulu Building Office's instructions for technical quality control and assessment system for one-family houses was well suited for Luotolaisentie, because extensive repairs and renovations are intended to be made. The work instructions can be used to help the project that pursues good indoor air quality.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLTÖ	5
KÄSITTEET	7
1 JOHDANTO	10
2 SISÄILMA JA SISÄILMASTO	11
2.1 Sisäilma rakentamisessa	11
2.2 Sisäilman epäpuhtaudet	12
2.3 Sisäilman terveysvaikutukset	14
3 SISÄILMASTOLUOKITUKSET	16
3.1 Sisäilmastoluokkien tavoitearvoja	17
3.2 Rakennustöiden puhtausluokitus	19
3.3 Rakennusmateriaalien päästöluokitus	19
4 TYPILLISIÄ SISÄILMAONGELMIA	22
5 SISÄILMAKORJAUKSEN TOTEUTTAMINEN	26
5.1 Hankkeen lähtötiedot	27
5.2 Haastattelut ja kyselyt	27
5.3 Kuntoarvio ja kuntotutkimus	28
6 LUOTOLAISENTIE 12	29
6.1 Sisäilmaongelmat Luotolaisentiellä	30
6.2 B-talon kuntotutkimus	31
7 PIENTALON TEKNISEN LAADUN OHJAUS- JA ARVIONTIJÄRJESTELMÄ	33
7.1 Suunnittelu	34
7.1.1 Suunnittelun perusratkaisuissa huomioitavia tekijöitä	34
7.1.2 Ilmanvaihtolaite	36
7.1.3 Rakennusmateriaalit ja siivous	37
7.1.4 Rakenteet ja järjestelmät	38
7.2 Työmaatoteutus	38
7.2.1 Rakentamisen dokumentointi	39
7.2.2 Mittaukset ja säädöt	40
7.3 Asumisenaikainen käyttö	40
8 YHTEENVETO	42

LÄHTEET	44
LIITTEET	45

KÄSITTEET

- 2-etyyli-1heksanoli** on kaasumainen yhdiste, joka voidaan periaatteessa aistia makeahkona tai imelähkönä hajuna. Useain selvää hajua ei havaita. Oireiluja ovat mm. yleisoireilu, silmä-, nenä- sekä kurkkuoireet, limannousu, limakalvon ärsytys, hengitystietulehdus ja erilaiset hengitystieoireet, jopa lievää kuumeilua.
- Aldehydit** ovat ärsyttäviä, pahanhajuisia ja myrkyllisiä (esim. formaldehydi).
- Ammoniakki** voidaan aistia pistävänä tai mädäntyneen hajuna. Lähteenä voivat olla esim. rakennusmateriaalit, maalit, lakat, puhdistus- tai pesuaineet. Aiheuttaa sekä esteettisiä ongelmia että terveysoireita.
- Asbesti** on yleisnimitys terveydelle erittäin vaarallisille, kuitumaisille silikaattimineraaleille. Käytetty mm. rakennusmateriaaleissa. Voi aiheuttaa keuhkosairauksia.
- FLEC** eli Field and Laboratory Emission Cell on menetelmä, joka mahdollistaa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mittaamisen rakennusmateriaaleista, huonekaluista ja muista tuotteista.
- Formaldehydi** on silmiä ja hengitysteitä ärsyttävä, väritön ja pistävänhajuinen kaasu. Esim. luokittelematon tai pinnoittamaton lastulevy tai lastulevypintojen kosteusvauriot voivat aiheuttaa hajuja.
- Hiilidioksidi** on pääosin peräisin ulkoilmasta. Riittävän korkeapitoisuus aiheuttaa mm. väsymystä, päänsärkyä.

Hiilimonoksidi	eli häkää syntyy kaikkien hiilipitoisten aineiden epätäydellisen palamisen seurauksena. Häkää voi tulla mm. tulisijoista, kaasuliedestä tai tupakoinnista. Voi aiheuttaa häkämyrkytyksen.
Otsoni	on voimakas hapetin ja kemiallisesti aktiivinen. Pienetkin pitoisuudet ovat haitallisia. Voi syntyä mm. kopio-koneiden ja ilmanpuhdistimien toiminnasta. Ärsyttää silmiä ja hengitysteiden limakalvoja, sekä on epämiellyttävän hajuinen. Voi aiheuttaa haitallisia hapetusreaktioita.
PAH-yhdisteet	eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt. Voivat aiheuttaa syöpää tai mutaatioita. Voi joutua ihmiseen mm. tupakoinnin seurauksena.
Radon	on hajuton, mauton ja väritön radioaktiivinen jalokaasu. Kulkeutuu maaperästä ja rakennusmateriaalista huoneilmaan. Lisää mm. riskiä sairastua keuhkosyöpään.
Rikkioksidi	on merkittävimpiä ympäristön saasteita. Lisää varsinkin lasten silmä- ja nenäoireita sekä yskää ja päänsärkyä.
Styreeni	on helposti haihtuva ja palava neste. Teollisuuden käyttämä liuotinaine. Aiheuttaa välittömiä terveyshaittoja, kuten silmien sidekalvojen ja hengitysteiden limakalvojen ärsytys.
t_u	on ulkoilman 24 tunnin liukuva keskiarvo lähimmällä säähavaintopaikalla.
t_{umax}	on ulkoilman viiden tunnin enimmäisjakson lämpötilan keskiarvo.

- TVOC on lyhenne sanoista Total Volatile Organic Compounds, eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet.
- TXIB on viskositeetin alentaja muovimattojen valmistuksessa. Kohonneet pitoisuudet aiheuttavat nenä-, silmä- ja kurkkuoireita. TXIB on haituva orgaaninen yhdiste.
- Typen oksidit ovat pääasiassa ihmisen toiminnan aiheuttamia ilma-
saasteita. Lähteenä ovat mm. kaasukäyttöiset laitteet. Voivat ärsyttää hengitysteitä ja aiheuttaa mm. kudosa
vaurioita ja hengitystieallergiaa.
- VOC on lyhenne sanoista Volatile Organic Compounds, eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet.
- VVOC on lyhenne sanoista Very Volatile Organic Compounds, eli erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet.

1 JOHDANTO

Hyvä sisäilman laatu on tärkeä osa hyvää rakentamisen laatua. Se vaikuttaa ihmisten viihtyisyyteen sekä ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin. Lisäksi ihmiset viettävät suuren osan elämästään sisätiloissa, mikä entisestään korostaa sisäilman laadun merkitystä. Huolellisuus on tärkeää niin rakentamisen suunnittelussa kuin toteutuksessa hyvään sisäilman laatuun pyrittäessä.

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena tehdä ohjeistus, jonka avulla korjausrakentamiskohteessa saavutettaisiin mahdollisimman hyvä sisäilman laatu. Opinnäytetyössä pyritään myös arvioimaan Oulun rakennusvalvonnan tekemän pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän soveltuvuutta sisäilman laadun osalta esimerkkikohteeseen. Esimerkkikohteena on työn tilaajan, Oulun aikuiskoulutuskeskus Oy:n, korjausrakentamiskohde Luoto-laisentiellä Oulussa.

Työssä annetaan ohjeet mahdollisten sisäilmaongelmien selvittämiseen, hankesuunnittelusta käyttöönottoon. Korjausrakentamisen suunnittelun lähtökohtana ovat tiedossa olevat ongelmat. Kyseisessä rakennuksessa asuvat tai työskentelevät ihmiset ovat hyvä tiedonlähde mahdollisista sisäilmaongelmista. Haastattelut ja kyselyt antavat hyvät lähtökohdat kuntoarvioiden ja -tutkimusten tekemiselle. Kuntoarviot ja -tutkimukset toimivat pohjana korjaussuunnittelulle. Rakentamisen laatu ja huolellisuus ovat myös tärkeä osa hyvää sisäilman laatua tavoiteltaessa. Käyttöönoton yhteydessä on myös tärkeää ohjeistaa rakennuksen käyttäjää, jotta hyvä sisäilman laatu säilyy myös käytön aikana.

Työn tilaaja on OAKK. Ohjaukseen on osallistunut myös Oulun kaupungin rakennusvalvonta teknisen laadun soveltamisen näkökulmasta. Opinnäytetyö on tehty osana OAMK:n ja OAKK:n yhteistyötä.

2 SISÄILMA JA SISÄILMASTO

2.1 Sisäilma rakentamisessa

Sisäilma ja sisäilmasto ovat käsitteitä, joita pidetään usein samana tavoin. Sisäilmalla kuitenkin tarkoitetaan ilmaa, jota rakennuksissa hengitetään. Sisäilmasto taas muodostuu rakennuksen sisäilmasta ja muista siihen vaikuttavista fysikaalisista tekijöistä. Tällaisia fysikaalisia tekijöitä ovat muun muassa lämpötila-, kosteus-, valaistus-, ääni- ja ilmavirtaustekijät. (Puhakka 1996, 15.)

Periaatteessa sisäilma on ulkoilmaa, jonka laatu on heikentynyt. Sisäilman laatua heikentävät esimerkiksi ihmisen omasta toiminnasta, rakennuksen ulkoa ja itse rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet. Sisäilma, jossa epäpuhtauksien määrä kasvaa suureksi, huonontaa ihmisten viihtyisyyttä ja voi myös aiheuttaa terveysoireita. Huono sisäilman laatu voi aiheuttaa ihmisille epäviihtyisyys- ja ärsytysoireita sekä pahimmassa tapauksessa vakavia sairausoireita. (Puhakka 1996, 15-17.)

Hyvä sisäilman laatu on tärkeä osa arvioitaessa rakentamisen teknistä laatua. Sisäilman laatu vaikuttaa ihmisten viihtyvyyteen ja mikä tärkeintä, terveyteen ja hyvinvointiin. Ihminen viettää suuren osan elämästään sisätiloissa, mikä entisestään korostaa sisäilman laadun merkitystä rakentamisessa. Ihminen käyttää vuorokaudessa vähintään 15 000 litraa ilmaa, josta jopa 90% on sisäilmaa. (Ruotsalainen – Palomäki 2004, 4.)

Tärkeimmät sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät ovat kunnossa olevat rakenteet, ilmanvaihto ja lämpöolosuhteet. Hyvän sisäilman tunnusmerkkeinä voidaan pitää puhdasta ja raikasta ilmaa, jossa suurin osa rakennuksen käyttäjistä viihtyy. Sisäilman laatuun vaikuttaa myös useita muita tekijöitä, kuten esimerkiksi ilman kosteus, ääniolosuhteet ja valaistus. Yleisimpiä merkkejä huonosta sisäilmasta ovat ilman epämiellyttävät hajut, tunkkaisuus, veto-

suus, liian alhainen tai korkea lämpötila, kuiva ilma, melu ja ilman epäpuhtaudet. (Ruotsalainen - Palomäki 2004, 4.)

2.2 Sisäilman epäpuhtaudet

Yleisimpiä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat itse rakennusmateriaaleista peräisin olevat kaasumaiset ja hiukkasmaiset päästöt, kosteusvaurioiden aiheuttamat mikrobikasvustot, home- ja laho-ongelmat, ilmanvaihdosta peräisin olevat epäpuhtaudet, ihmisten oma toiminta ja maaperän radon. Näihin sisäilman laatuun vaikuttaviin tekijöihin voidaan vaikuttaa hyvällä suunnittelulla, rakentamisella ja huollolla sekä ihmisen omalla toiminnalla. (Puhakka 1996, 16.)

Rakennusmateriaaleissa käytetään useita kemiallisia yhdisteitä, jotta niiden teknisiä ominaisuuksia saataisiin parannettua. Tällaiset yhdisteet voivat olla peräisin joko luonnosta tai ne voivat olla keinotekoisia. Esimerkiksi lastulevyjä, liimoja, tasoitteita ja maaleja ei voida valmistaa ilman kemikaaleja. Herkimmille ihmisille materiaaleista vapautuvat aldehydit, orgaaniset yhdisteet tai ammoniakki voivat aiheuttaa herkistymisoireita. Terveille ihmisille oikein valmistetuista, käytetyistä ja käsitellyistä materiaaleista peräisin olevat epäpuhtaudet eivät yleensä aiheuta terveysongelmia. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

Kemiallisia epäpuhtauksia ovat

- aldehydit
- ammoniakki
- formaldehydi
- haihtuvat orgaaniset yhdisteet
- hiilidioksidi
- hiilimonoksidi
- otsoni
- PAH-yhdisteet
- radon

- rikkioksidi
- styreeni
- typen oksidit
- tupakansavu. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Sisäilmasto -> Kemialliset epäpuhtaudet.)

Ennen kaikkea rakennus- ja sisustusmateriaalit ovat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden lähteitä. Liikenteen pakokaasut ja ulkoilman saasteet lisäävät näiden yhdisteiden määrää sisäilmassa samoin kuin esimerkiksi kemikaalien käyttö ja ihmisen oma toiminta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrittämisellä ei kuitenkaan voida todeta sisäilman laadun olevan kunnossa. Paljon muita erilaisia haitallisia tekijöitä voi silti löytyä, vaikka VOC-määritysten todettaisiin olevan sisäilmaluokituksen mukaisessa parhaassa luokassa. Rakennuksessa voi siis silti olla sisäilmaongelma. Sisäilmastoluokituksen mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksien enimmäisarvot sisäilmassa ovat

- sisäilmastoluokka S1 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- sisäilmastoluokka S2 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- sisäilmastoluokka S3 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Sisäilmasto -> Kemialliset epäpuhtaudet.)

Asbesti on yleisnimi eräille mineraalikuiduille, joita esiintyy luonnossa. Asbestia on yleisesti käytetty rakennusmateriaaleissa ja eristeissä sen hyvän lämmöneristyskyvyn ja paloturvallisuuden takia. Asbestikuitujen on kuitenkin todettu aiheuttavan asbestoosia ja keuhkosyöpää, joten sen käyttö on nykyään kiellettyä. Hyväkuntoiset, ehjät asbestimateriaalit eivät aiheuta haittaa normaalikäytössä, mutta sen sijaan asbestipitoisten rakenteiden purku- ja korjaustöissä voi aiheutua terveysriskejä, mikäli suojausta ei hoideta kunnolla. Sisäilman asbestikuitupitoisuuden pitää olla alle 0,01 kuitua/ cm^3 . (Asu-
misterveysopas. 2003, 18.)

Riittävässä kosteudessa rakenteiden ja rakennusmateriaalien pinnoille voi alkaa ilmestymään home- ja mikrobikasvustoa. On hyvä muistaa, että märkänä kaikki materiaalit ovat alttiita homehtumiselle. Ilman välityksellä leviävät

homeitiöt pääsevät hengitysilman mukana elimistöön ja voivat näin aiheuttaa allergiaa ja astmaa sekä lisää alttiutta hengitystiesairauksille. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

Veden seisoessa pitkään suotuisissa olosuhteissa voi muodostua mikrobiongelmia. Esimerkiksi, jos ilmastokäytössä käytettävää vettä ei kierrätetä ja keitetä, ne voivat toimia terveydelle haitallisten bakteerien kasvualustana. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

2.3 Sisäilman terveysvaikutukset

Huono sisäilman laatu vaikuttaa ihmisten viihtyvyyden lisäksi myös terveyteen. Ihmiset reagoivat epäpuhtauksiin eri tavoin, toiset herkemmin kuin toiset. Monet sisäympäristön tekijät aiheuttavat yleisten oireiden, kuten päänsärky-, nuha- ja yskäoireiden lisääntymistä. Huono sisäilma voi aiheuttaa ihmisille vakavia sairauksia. Sisäilman epäpuhtauksista esimerkiksi tupakan savun ja radonin on todettu lisäävän riskiä sairastua keuhkosityöpään. Viihtyvyydellä on myös suuri merkitys sisäilman laatua arvioitaessa. Viihtyvyyteen vaikuttavia haittoja ovat epämiellyttävät hajut, melu ja epämiellyttävä valaistus. (Sisäilmayhdistys. 2000, linkit Perustietoa -> terveysvaikutukset.)

Huonon sisäilman aiheuttamia terveysvaikutuksia ovat erilaiset oireilut, sairaudet ja viihtyisyys Haitat (Sisäilmayhdistys. 2007, linkit Terveelliset tilat -> Terveysvaikutukset -> sisäilmaoireet).

Huonon sisäilman aiheuttamia yleisimpiä oireiluja ovat

- allergiaoireet
- ärsytysoireet silmissä, nenässä, kurkussa tai nielussa
- nenän kuivuus, tukkoisuus tai nuha
- väsymys.

Sairauksia, joita sisäilmaongelmat voivat esimerkiksi aiheuttaa ovat

- hengitystieinfektiot

- keuhkosityöpi
- allerginen nuha, astma ja silmän sidekalvontulehdukset
- homepölykeuhko ja muut keuhkosairaudet.

Viihtyisyyshaittoja, joita huono sisäilma aiheuttaa ovat

- epämiellyttävät hajut
- melu
- epämiellyttävä valaistus.

Suurin osa sisäilman ongelmista ei kuitenkaan ole varsinaisia sairauksia vaan lähinnä henkilön kokemia haittoja. Näillä koetuilla haitoilla on kuitenkin suuri merkitys ihmisten viihtymiseen ja työtehoon. Sisäympäristössä on useita tekijöitä, jotka aiheuttavat yleisten oireiden lisääntymistä. Tärkeimpänä tekijänä näistä voidaan pitää ilman lämpötilaa. Mekanismit altistuksen ja oireiden välillä on kuitenkin epäselvä ja myös ihmisten väliset erot ovat suuria. (Sisäilmayhdistys. 2000, linkit Perustietoa -> terveystvaikutukset.)

3 SISÄILMASTOLUOKITUKSET

Sisäilmastoluokitus on ensisijaisesti tarkoitettu uudisrakennuksen käyttäjän, omistajan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden apuvälineeksi sisäilmastotavoitteiden määrittämiseen, mutta luokitusta voidaan soveltaa myös peruseränsäntökohteiden tavoitteiden asettelussa. Luokitus sisältää kolme laatuluokkaa: S1, S2 ja S3. Näistä luokista S1 on paras ja S3 huonoin. Sisäilmasto tavoitteiden asettaminen pienentää riskiä terveyttä ja viihtyvyyttä vaarantavien ongelmien syntymiseen. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 7–8.)

Sisäilmastoluokituksessa annetaan jokaiselle luokalle tietyt tavoitearvot lämpöolosuhteiden, ilman laadun, ääniolosuhteiden ja valaistuksen osalta. S1- ja S2-luokan laatutavoitteiden saavuttaminen vaatii M1-rakennusmateriaalien käyttämistä sekä P1-luokan rakennustöitä ja ilmanvaihtojärjestelmää. Nämä luokat antavat ohjeita hyvän sisäilmaston saavuttamisen varmistamiseksi. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 15.)

S1-luokka, eli yksilöllinen sisäilmasto, on sisäilmasto luokista paras ja tarkoittaa käytännössä sitä, että tilan käyttäjä hallitsemaan lämpöoloja yksilöllisesti. Tiloissa on viihtyisät lämpöolot eikä niissä esiinny vetoa tai ylläampemistä. Ilman laatu tilassa on erittäin hyvä eikä siellä ole havaittavia hajuja. Tiloissa tai rakenteissa, jotka ovat yhteydessä sisäilmaan, ei ole sen laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Tilojen ääniolosuhteet ovat erittäin hyvät ja käyttötarkoituksen mukaiset. Tiloissa on yksilöllisesti säädettävät, erittäin hyvät, valaistusolosuhteet. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 8.)

S2-luokan, hyvän sisäilmaston, tilan sisäilman laatu on hyvä, eikä siinä esiinny häiritseviä hajuja. Tiloissa tai rakenteissa, jotka ovat yhteydessä sisäilmaan, ei ole sen laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolosuhteet ovat hyvät. Kesäpäivinä on mahdollista, että tapahtuu ylläampemistä. Vetoa ei yleensä ole. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat hyvät ja käyttötarkoituksen mukaiset. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 8.)

S3-luokan, eli tyydyttävän sisäilmaston, tilat täyttävät rakennusmääräysten vähimmäisvaatimukset sisäilman laadun, lämpöolojen, ääni- ja valaistusolosuhteiden osalta. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 8.)

3.1 Sisäilmastoluokkien tavoitearvoja

Sisäilmaston teknisiä arvoja käytetään sisäilmaston tavoitetason määrittelyssä, kun rakennushanketta suunnitellaan. Tavoitearvot koskevat niin sanottua oleskeluvyöhykettä. Oleskeluvyöhykkeellä käsitetään alue, joka ulottuu lattianpinnasta 1,8 metrin korkeuteen sekä 0,6 metrin päähän seinistä. Äänitasoja tarkasteltaessa alue on joko 1,2 metrin tai 1,5 metrin korkeudessa lattian pinnasta. Muita, kuten ilma- ja askelääneneristävyyden sekä jälkikaiunta-ajan, mittauksia tehdään kansainvälisten standardien mukaisesti. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 9.)

Lämpöolosuhteiden tavoitearvoja annetaan taulukon 1 mukaisesti muun muassa tilan operatiivisen lämpötilan mukaan. Operatiivisella lämpötilalla tarkoitetaan lämpötilaa, jonka ihminen tuntee tietyssä huonetilassa. Arvoja annetaan tilan lämpöolosuhteiden pysyvyyden, vähimmäisarvojen, enimmäisarvojen ja sallitun poikkeaman mukaan. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 9.)

TAULUKKO 1. Lämpöolosuhteiden tavoitearvoja

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C] $t_u \leq 10$ °C $10 < t_u \leq 20$ °C $t_u > 20$ °C	21,5 $21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)$ 24,5	21,5 $21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)$ 24,5	21 $21 + 0,4 \times (t_u - 10)$ 25
Sallittupoikkeama tavoitearvosta [°C]	±1,5	±1,0	±1,0
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]	$t_{op} + 1,5$	$t_u \leq 10$ °C: $t_{op} + 1,5$ $10 < t_u \leq 20$ °C: $21,5 + 0,4 \times (t_u - 10)$ $t_u > 20$ °C: 27	$t_u \leq 15$ °C: 25 $t_u > 15$ °C: $t_{umax} + 5$

Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	20	20	18
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjäajasta] • asunnot	90%	80%	---

Ilman laadun tavoitearvoja annetaan esimerkiksi hiilidioksidipitoisuuden, radonpitoisuuden ja olosuhteiden pysyvyyden mukaan. Olosuhteiden pysyvyyttä tutkitaan hiilidioksidipitoisuuden yhden tunnin liukuvaa keskiarvoa apuna käyttäen. Tavoitearvoja on esitetty taulukossa 2. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 11.)

TAULUKKO 2. Tavoitearvoja hiilidioksidi- ja radonpitoisuuden sekä olosuhteiden pysyvyydestä

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1200
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	<100	<100	<200
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjäajasta] • Asunnot	90%	80%	---

Sisäilmastoluokkien S1, S2 ja S3 mukaan asetetuista ääniolosuhteiden akustisen suunnittelun tavoitearvoista on esimerkkejä taulukossa 3. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 12.)

TAULUKKO 3. Ääniolosuhteiden tavoitearvoja

Tila ja suure	Merkintä	Yksikkö	S1	S2	S3
Asuinhuone					
Ilmaääneneristys luku kahden asunnon välillä	R'_w	dB	≥58	≥55	≥55
Askeläänitasoluku ympäröivistä tiloista	$L'_{n,m}$	dB	≤49	≤53	≤53
LVIS-laitteiden äänitaso asuinhuoneissa	$L_{A,eq}$	dB	≤24	≤28	≤28
LVIS-laitteiden äänitaso keittiössä	$L_{A,eq}$	dB	≤33	≤33	≤33
Rakennuksen ulkopuolisten lähteiden äänitaso					

päiväsaikaan klo 7-22	L _{A,eq,07-22}	dB	≤30	≤35	≤35
Rakennuksen ulkopuolisten lähteiden äänitaso yöaikaan klo 22-7	L _{A,eq,22-07}	dB	≤25	≤30	≤30

3.2 Rakennustöiden puhtausluokitus

Rakennustöiden puhtausluokituksella on tarkoituksena varmistaa tilojen puhtaus, kun ne luovutetaan käyttäjälle. Tarkoituksena on myös varmistaa, ettei sisäilmaan kulkeudu rakentamisesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Tilojen tulisi olla niin puhtaita, että ne voidaan ottaa käyttöön heti luovutuksen jälkeen. Puhtausluokkia on kaksi: P1- ja P2-luokka. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 20.)

P1-luokan mukaisessa rakentamisessa pyritään sisäilmastoluokkien S1 tai S2 mukaiseen hyvään sisäilmanlaatuun. P1-puhtausluokassa annetaan esimerkiksi sallittuja pölykertymiä eri pinnoille. P1-luokassa annetaan ohjeita muun muassa rakennustarvikkeiden kuljetukseen, varastointiin ja suojaukseen sekä tilojen osastointiin ja siivoukseen. Ohjeissa on eritelty rakennustyön aikainen siivous ja loppusiivous. P1-luokan mukaisessa rakentamisessa on myös tärkeää, että tavoitteista, suunnitelmista ja luokituksista tiedotetaan työmaan työntekijöitä. Työntekijöille jaetaan kirjallinen tiedote sisäilmasto-, puhtaus- ja materiaaliluokista. Urakoitsijoille ja työntekijöille järjestetään ennen töiden aloittamista koulutustilaisuus, jossa selvitetään sisäilmastotavoitteet ja niiden toteuttamisen ohjeet ja tehtävät. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 20 – 22.)

P2-luokassa rakennustöiden puhtaudelle ei ole asetettu erityisvaatimuksia, vaan luokka vastaa normaalia hyvän rakentamisen mukaista käytäntöä. P2-luokan mukaisesti rakennetun kohteen sisäilmastoluokitusavoitteena on sisäilmastoluokka S3. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 20.)

3.3 Rakennusmateriaalien päästöluokitus

Rakennusmateriaalien päästöluokituksella pyritään vaikuttamaan rakennus- ja sisustusmateriaaleista peräisin olevien erilaisten kemikaalien määrään

huoneilmassa. Epäpuhtauspitoisuuksiin pyritään ensisijaisesti vaikuttamaan materiaalivalinnoilla ja toissijaisesti ilmanvaihtoa lisäämällä. Luokitus antaa vaatimukset tiloissa käytettäville materiaaleille hyvän sisäilman laadun kannalta. Tavoitteena on löytää mahdollisimman vähäpäästöisiä materiaaleja, jotta ilmanvaihdon tarve voidaan pitää kohtuullisena. Luokituksessa asetetaan vaatimukset materiaalien emissiolle eli huoneilmaan kulkeutuville kemiallisille päästöille. Ainoa vaatimus, joka kohdistuu tuotteiden koostumukseen, on vaatimus laastien, silotteiden ja tasoitteiden kaseiinittomuudesta. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 32 ja rakennustieto, linkit rakennustieto -> M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö)

Rakennusmateriaalien päästöluokkia on kolme: M1, M2 ja M3. Luokista paras on M1 ja M3 huonoin. Pyrittäessä sisäilmastoluokkiin S1 tai S2 on rajoitettava luokkiin M2 ja M3 luokkiin kuuluvien materiaalien käyttämistä. Liitteessä 1 on esitelty osa M1-päästöluokkaan kuuluvista materiaaleista. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 32.)

M1-luokkan merkki kertoo materiaalin vähäpäästöisyydestä. M1-luokan tuotteisiin voidaan rinnastaa pinnoittamattomina materiaaleina seuraavat materiaalit:

- tiili
- luonnonkivi
- keraaminen laatta
- lasi
- metalli
- käsittelemättömät puusta valmistetut laudat ja hirret, poislukien kova-puulajit. (Rakennustieto, linkit rakennustieto -> M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö)

Materiaaleille, jotka on testattu puolueettomassa laboratoriossa ja ovat täytäneet neljän viikon iän vakioituissa testiolosuhteissa, on asetettu taulukon 4 mukaisia epäpuhtauspäästövaatimuksia. (Rakennustieto, linkit rakennustieto -> M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö)

TAULUKKO 4. Materiaaliluokkien epäpuhtauspäästövaatimuksia

Tutkittavat ominaisuudet	M1 [mg/m ² h]	M2 [mg/m ² h]
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio	< 0,2	< 0,4
Formaldehydin (HCOH) emissio	< 0,05	< 0,125
Ammoniakin (NH ₃) emissio	< 0,03	< 0,06
IARC:n luokittelun mukaisten luokkaan 1 kuuluvien karsinogeenisten aineiden emissio	< 0,005	< 0,005
Haju (aistinvaraisen arvioinnin tulos > +0,1)	ei haise	ei haise merkittävästi

M3-luokkaan kuuluvien materiaalien päästöt ylittävät M2-luokan mukaiset päästövaatimukset. Materiaaleille, joita ei ole testattu ei anneta luokitusmerkintöjä. (Ruotsalainen – Säteri 2008, 32-33.)

4 TYYPILLISIÄ SISÄILMAONGELMIA

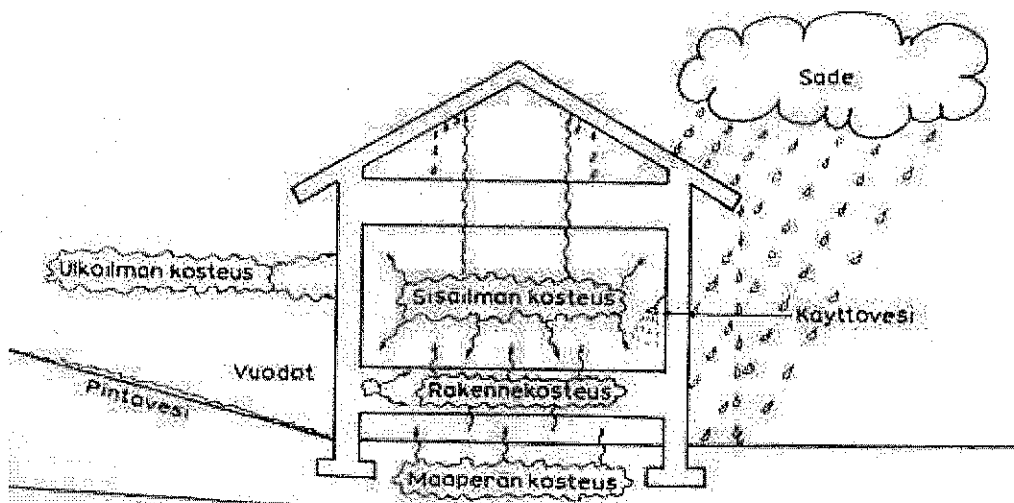
Eri aikakausien taloilla on kyseiselle aikakaudelle tyypillisiä sisäilman laatua heikentäviä ongelmia. Kyseiset ongelmat ovat yleensä seurausta sen aikakauden rakennustavoista. On tyypillistä, että saman aikakauden rakennuksissa ongelmien takana on useita samankaltaisia syitä. (Ruotsalainen – Palonen – Jokiranta – Seppänen 1997, 24.)

Esimerkiksi erilaisilla kattotyypillä on omat tyyppiongelmansa. Painovoimaisen ilmanvaihdon riittämättömyys on usein ongelma matalissa rakennuksissa, kun taas korkeissa ongelmia aiheuttavat ylipaine yläkerroksissa ja viistosateen aiheuttama kosteuskuormitus ikkunoihin ja seiniin. Tasakattoisissa rakennuksissa ongelmia tuottaa sulamis- ja sadevesien poisto. Harjakattoisissa rakennusten ullakkotiloissa painovoimaisen ilmanvaihdon hormit voivat jäättyä talvella, mistä aiheutuu ilman takaisinvirtausta. (Ruotsalainen ym. 1997, 26.)

Tyypillisiä riskialttiita rakenneratkaisuja ovat

- läpiviennit vesikatossa
- eristämätön tuuletusväli
- eristämättömät kanavat yläpohjassa
- räystäättömyys
- matalasokkeli
- sadevesien poiston puuttuminen
- tarkastuskaivojen puuttuminen
- kaseiinipitoiset tasoitteet. (Ruotsalainen ym. 1997, 26.)

Rakennuksiin kohdistuu monia eri kosteusrasituksia, kuten esimerkiksi maaperän kosteus. Kuvassa 1 onkin esitetty esimerkkejä rakennukseen kohdistuvista kosteuslähteistä. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Kosteustekninen toiminto -> Kosteus lähteet.)



KUVA 1. Esimerkkejä rakennukseen kohdistuvista kosteusrasituksista

Useat sisäilmaston ongelmat ovatkin peräisin kosteusvaurioista. Taulukossa 7 on kuvattu tyypillisiä kosteusvauriokohtia eri aikakausien rakennuksille. (Ruotsalainen ym. 1997, 27.)

TAULUKKO 7. Tyypillisiä kosteusvaurioiden syitä eri aikakausille

Rakennusajankohta	Kosteusvaurion syy
1950-luku	<ul style="list-style-type: none"> • Asumiskäyttöön otetut salaojattomat kellaritilat • Putkistovuodot
1960-luku	<ul style="list-style-type: none"> • Vesikaton vuodot <ul style="list-style-type: none"> - tasakaton vuodot • Puutteet märkätilojen seinien vesi- ja kosteuseristyksissä • Laite- ja putkivuodot • Alapohjan kosteusvauriot <ul style="list-style-type: none"> - pesuhuoneen lattia - matalat sokkelit ja salaojituksen puutteet
1970-luku	<ul style="list-style-type: none"> • Puutteet märkätilojen seinien vesi- ja kosteuseristyksissä • Puuverhoiltujen ulkoseinien kosteusvauriot räystäättömissä talois- sa • Kondensointi poistoilmakanavien puutteellisen eristyksen johdosta • Vesikaton vuodot <ul style="list-style-type: none"> - tasakaton vuodot - läpivientien vuodot - kattopeltien saumat • Laite- ja putkivuodot • Alapohjan kosteusvauriot <ul style="list-style-type: none"> - pesuhuoneen lattia

1980-luku	<ul style="list-style-type: none"> • Puutteet märkätilojen seinien vesi- ja kosteuseristyksissä • Puuverhoiltujen ulkoseinien kosteusvauriot räystäättömissä taloissa • Kondensointi poistokanavien puutteellisen eristyksen johdosta • Vesikaton vuodot <ul style="list-style-type: none"> - läpivientien vuodot - vesikaton taitteet • Laite- ja putkivuodot • Alapohjan kosteusvauriot <ul style="list-style-type: none"> - pesuhuoneen lattia - matalat sokkelit ja salaojituksen puutteet
-----------	--

Ilmanvaihtojärjestelmien huollon ja tarkastusten laiminlyönnit aiheuttavat useita eri sisäilmaongelmia. Tyypillisiä ongelmia ovat riittämättömät siirtoilmareitit, venttiilien ja kanavien likaantuminen ja ilmavirtojen säätämättömyys. Edellä mainituista ongelmia voidaan välttää riittävällä ja huolellisella huollolla. Siirtoilmareittien riittävyys tulisi muistaa ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. (Ruotsalainen ym. 1997, 31.)

Painovoimaiselle ilmanvaihdolle tyypillisiä ongelmia ovat

- hormien tukokset ja vuodot
- väärä ilman virtaussuunta
- puutteellinen tuloilma
- liian tiivis ulkovaippa
- korvausilman aiheuttama veto lämmityskaudella
- korvausilman riittämättömyys leudolla säällä
- ilmanvaihdon riittämättömyys kosteissa tiloissa. (Ruotsalainen ym. 1997, 31.)

Koneellisella poistolla varustetun rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä ongelmia ovat

- rakenneaineisten hormien vuodot
- liiallinen alipaineisuus
- riittämätön korvausilman saanti
- korvausilman aiheuttama veto lämmityskaudella
- korvausilman suodattamattomuus

- korvausilmaelinten aiheuttama melu
- poistoilmajärjestelmän aiheuttama melu
- äänen kulkeutuminen asuntojen välillä poistoilmakanavissa
- asuntokohtaisen ilmanvaihdon puutteellinen käyttö ja huolto. (Ruotsalainen ym. 1997, 31.)

Koneellisesta tulo ja poisto ilmanvaihdosta aiheutuvia tyypillisiä ongelmia ovat

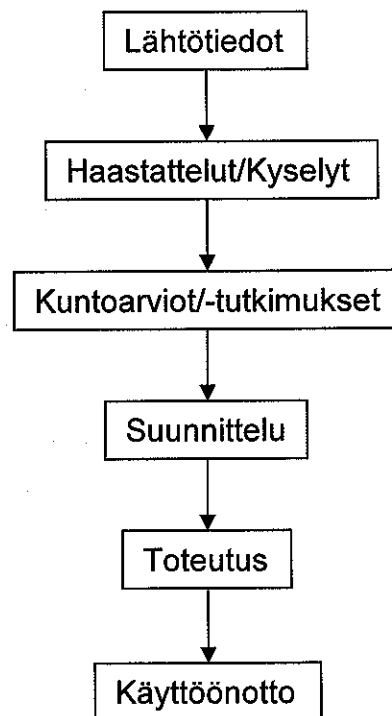
- järjestelmän aiheuttama melu
- tuloilman puutteellinen suodatus
- tuloilmakanavien likaisuus
- asunnon ylipaineisuus
- ilmanjaon aiheuttama veto
- tuloilmaelinten ympäristön likaantuminen
- asuntokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän puutteellinen käyttö ja huolto. (Ruotsalainen ym. 1997, 31.)

Useat tyypilliset sisäilman epäpuhtaudet ovat peräisin viallisista ja vääristä materiaalivalinnoista. Ulkoilman epäpuhtaudet aiheuttavat myös sisäilmaongelmia, jos tuloilman suodatuksen riittävydestä ei huolehdita. Siivouksen puute altistaa myös rakennukset ja siellä olevat ihmiset useille eri sisäilmaongelmille. Huolellisella suunnittelulla, riittävällä huollolla ja siivouksella voidaan välttää paljon epäpuhtauksista johtuvia sisäilmaongelmia. (Ruotsalainen ym. 1997, 30.)

5 SISÄILMAKORJAUKSEN TOTEUTTAMINEN

Korjausrakentamisella pyritään yleisesti parantamaan rakennuksen tai sen osien kuntoa. Sisäilma ongelmia selvittäessä aivan aluksi on hyvä selvittää, onko tila sille suunnitellussa käyttötarkoituksessa ja käytetäänkö talotekniikkaa suunnitellusti. (Ruotsalainen ym. 1997, 13.)

Kuvasta 2 näkee, miten korjausrakentamishanke etenee aina lähtötietojen hankinnasta käyttäjän ohjeistukseen.



KUVA 2. Korjaushankkeen eteneminen

Korjausrakentamisen lähtökohtana ovat rakennukseen tai sen osiin kohdistetut kuntoarviot tai -tutkimukset. Ennen kuntoarvioiden tai -tutkimusten tekoa on kuitenkin oltava hyvät lähtötiedot kohteesta. Myös kyselyiden ja haastattelujen teko auttaa kuntoarvioiden ja -tutkimusten teossa. Esimerkiksi asukaskyselyt tai -haastattelut antavat hyvät lähtötiedot olemassa olevista

ongelmista. Huolellisesti tehdyt kuntotutkimukset antavat hyvät lähtökohdat korjauksen suunnittelulle ja toteutukselle.

5.1 Hankkeen lähtötiedot

Sisäilmaongelmia tutkittaessa olisi hyvä saada seuraavia lähtötietoja:

Rakennuksen taustatiedot

- koko
- rakentamis- ja peruskorjausvuodet
- rakenteet
- ilmanvaihtotapa, vyöhykejako ja käyttöajat
- lämmönjakotapa.

Rakennuksen kunto

- tehdyt selvitykset
- tehdyt ja suunnitellut korjaukset
- ilmanvaihdon- ja lämmitysjärjestelmän säädöt
- hoito- ja huoltotoiminta.

Tiedossa olevat ongelmat

- laiteviat
- rakenneviat
- kosteusvauriot
- sisäilmasto-ongelmat. (Ruotsalainen ym. 1997, 12.)

Liitteessä 2 on nähtävillä lomake, joka on täytetty Luotolaisentien esimerkkikohteesta saatujen lähtötietojen perusteella.

5.2 Haastattelut ja kyselyt

Asukaskyselyillä saadaan aikaiseksi yleiskuva rakennuksen ongelmista. Asukkaiden sisäilmastoon liittyvät valitukset ja oireilut selvitetään asukas-

kyselyn avulla. Myös rakennuksen ja sen laitteiden viat selviävät kyselyllä. Avainhenkilöiden, kuten isännöitsijän, huoltomiehen tai hallituksen puheenjohtajan, haastattelulla voidaan myös selvittää jo tiedossa olevia ongelmia, tehtyjä korjauksia ja muita kuntoarvion tai -tutkimuksen tekoa helpottavia asioita. Liitteenä 3 on kuvitteellisesti tehty kysely ja haastattelu. (Ruotsalainen ym. 1997, 14.)

5.3 Kuntoarvio ja kuntotutkimus

Kuntoarviot ja kuntotutkimukset tehdään saatujen lähtötietojen ja kyselyjen perusteella. Kuntotutkimuksessa on tarkoituksena selvittää rakenteiden korjaustarve. Tutkimuksessa tulee selvittää, mitä rakenteita on käytetty ja mitkä ovat kyseisten rakenteiden riskit, vauriot, niiden tyyppi, aste, laajuus, syyt, vaikutukset ja eteneminen sekä syntymekanismi. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää toimenpiteet vaurion ja sen syiden poistamiseksi sekä arvioida tarvetta lisätutkimuksille ja jälkiseurannalle. Liitteessä 4 on Ositum Oy:n Luotolaisentien 12:sta kohteesta tekemä materiaalien mikrobitutkimus. Lisäksi liitteessä 5 on kohteeseen tehty asbestianalyysi ja liitteessä 6 FLEC-analyysi. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Ongelmien tutkiminen -> Peruseriaatteet.)

Rakenteiden tutkimiseen voidaan käyttää seuraavia menetelmiä:

- aistinvaraiset menetelmät
- mittaukset rakenteiden pinnalta
- mittaukset rakenteiden sisältä
- rakenteiden avaaminen, endoskooppitutkimus ja purkaminen
- materiaalinäytteiden otto ja analysointi
- mikrobitutkimukset. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Ongelmien tutkiminen -> Peruseriaatteet.)

6 LUOTOLAISENTIE 12

Tämän opinnäytetyön esimerkkikohteena käytettävä rakennus, Luotolaisentie 12 B-talo, on 1980-luvun alussa rakennettu rivitalo. Rakennus on yksi neljästä 6-7 huoneiston kaksikerroksista rivitaloista. Rivitalojen huoneistot ovat kooltaan noin 80 m². Kohteen rakentajana on toiminut rakennusliike Rakennusvoima Oy. Kohteen asunnoista tuli vuokra-asuntoja, kun Sivakka-yhtymä Oy osti kohteen. (Kantola 2011, 9.)

Lukuisten ongelmien vuoksi Sivakka-yhtymä Oy päätti luopua Luotolaisentie 12:sta. OAKK osti kohteen omien koulutustavoitteidensa vuoksi. Kohteen nykytilan perusteella OAKK on lähtenyt tekemään suunnitelmia kohteen korjaamiseksi. (Kantola 2011, 9.)

OAKK perusti Luotolaisentie 12 kohteesta taloyhtiö Myrskyluodon, joka on myöhemmin tarkoitus jakaa neljään omaan taloyhtiöön. Urakkasopimuksen korjausurakoinnista taloyhtiö teki Oulun Osaamiskeskus Oy:n kanssa. Kohdetta hyväksikäyttäen OAKK pyrkii kouluttamaan oppilaistaan korjausrakentamisen ammattilaisten lisäksi sähkö- ja maanrakennusalan ammattilaisia. Luotolaisentie 12 on OAKK:n mielestä juuri sopiva kohde tähän tarkoitukseen. OAKK:n itselleen asettamat teemat rakentamisessa ovat kohteen energiatehokkuus ja asumisen laatu. (Kantola 2011, 10.)

Vuokra-asukkaille on ennen korjausten aloittamista pidetty asukas-info, jossa asukkaille on tiedotettu kohteen uudesta omistajasta sekä OAKK:n omista tavoitteista ja suunnitelmista. OAKK on pitänyt asukkaille suullisen kyselyn siitä, mitä he haluaisivat muuttaa huoneistoista ja niiden tasosta, mikäli he omistaisivat osakkeita kohteesta. Asukkaiden mielestä etenkin alakertojen tulisi olla avarampia ja väljempää. (Kantola 2011, 10.)

Urakoitsijan purettua vanhoja rakenteita on selvinnyt, että rakenteissa on paljon puutteita ja rakentaminen on ollut huolimatonta. Nämä puutteet voivat aiheuttaa vaurioita rakenteisiin sekä tehdä kohteesta epäterveellisen asua.

Puutteilla on myös vaikutuksensa kohteen energiatehokkuuteen. Tyypillisimpiä havaintoja olivat

- reiät höyrinsulkumuoveissa
- huolimattomasti asennetut lämmöneristeet
- aluskatteen puuttuvat korokerimat
- kosteuden merkit yläpohja rakenteissa
- alakerran muovimatto on kosketuksissa kosteaan betoniin
- ulkoverhousstiilen takana olevan tuuletusraon tukkeutuminen muurauslaastista. (Kantola 2011, 10-11.)

6.1 Sisäilmaongelmat Luotolaisentiellä

Luotolaisentie 12 A-talossa havaittuja sisäilmaongelmia ovat aiheuttaneet rakenteiden mikrobivauriot, rakenteiden läpi kulkeutuneet ulkoilman epäpuhtaudet ja rakennusmateriaalien haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Rakennusmateriaaleissa on ollut havaittavissa vauriota, jotka ovat johtuneet kyseisistä ongelmista. Samanlaisia ongelmia ja vaurioita on ollut havaittavissa myös muissa Luotolaisentie 12:n taloissa, myös B-talossa. (Kantola 2011, 16.)

Ilmavuotoja rakenteissa on aiheuttanut vuotava höyrinsulkumuovi. Talojen rakenteet ovat olleet osin tummuneita ja vaurioituneiden näköisiä. Ilman epäpuhtaudet tummentavat rakenteita ilman virratessa rakenteiden läpi. Ulkoseinän lämmöneristeissä on ollut havaittavissa merkkejä ilmavuodoista. Sisäilman kohdatessa kylmempää pintoja sen sisältämä kosteus tiivistyy rakenteeseen. Mahdollisia mikrobikasvustoja alkaa muodostua, kun rakenne on pysynyt riittävän pitkään kosteana ja sopivassa lämpötilassa. (Kantola 2011, 16-17.)

Mikrobitutkimuksen A-taloon tehneen Ositum Oy:n tekemän tutkimuksen mukaan Luotolaisentie 12 A-talon toisen kerroksen runkopuusta ja yläpohjaeristeestä on havaittu asetettujen viitearvojen ylittäviä mikrobimääriä. Mikrobin määrä ulkoseinäneristeessä ja alaohjauspuussa on ollut tavanomainen. Ositum Oy:n tekemän Materiaalien mikrobitutkimuksen tulokset löytyvät liitteestä 4. (Kantola 2011, 17.)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, sisäilman VVOC/VOC-näytteistä on havaittu epätavanomaisia pitoisuuksia etanolia, etikkahappoa ja alfa-pineeniä. Näytteissä on havaittu myös 2-etyyliheksanolia, joka on mikrobivaurioita indikoiva yhdiste. 2-etyyliheksanolia sisäilmaan voi päästä myös kosteuden vaurioittamasta muovimatosta. Epätavanomaisia 2-etyyliheksanolipitoisuuksia on havaittu molemmissa FLEC-näytteissä. Mikrobin aineenvaihduntatuotteita on myös havaittu edellä mainituissa FLEC-näytteissä. Luotolaisentielle tehdyt FLEC-analyysit ovat liitteessä 6. (Kantola 2011, 18.)

Muovimatossa olevien muovien ja kumien pehmitin aineiden hajotessa muodostuu 2-etyyliheksanolia. Emäksinen kosteus ja ammoniakki määrällä betonilla aiheuttavat edellä mainitun reaktion. 2-etyyliheksanoli huonontaa sisäilman laatua aiheuttamalla makeahkoa hajua sisäilmaan. Reaktion kerran alkaessa määrällä betoni- ja muovimattopinnalla ei se pysähdy, vaikka pinnat olisivat kuivia. (Kantola 2011, 18.)

6.2 B-talon kuntotutkimus

Insinööritoimisto Instaro Oy on tehnyt kuntotutkimuksen Luotolaisentien B-talosta. Instaro Oy:n kuntotutkimuksessa on todettu, että seinistä löytyneet vähäiset mikrobivauriot johtuvat ulkoseinän alaosan heikosta tuulettuvuudesta ja ulkopuolisesta kosteusrasituksesta. Tiiliverhouksen takana oleva tuulettuväli on täynnä laastipurseita, jotka estävät rakenteiden tuulettuvuuden. (Rasi-Koskinen 2011, 8.)

Rakennuksen ulkoseinien alaohjauspuu on hyvin lähellä maanpinnan tasoa. Instaro Oy:n tekemässä kuntotutkimuksessa todetaankin, että ulkoseinien alaohjauspuun sijainnin olevan ongelma ja syy siihen, että maaperän kosteus pääsee nousemaan kapilaarisesti betonisokkeliin ja seinän alaosan rakenteisiin. Tutkimuksessa on huomioitu myös, että sisäilman kosteus saattaa aiheuttaa kosteusrasitusta päästessään höyrynsulun epätiivelyskohdista rakenteeseen ja tiivistyessään rakenteen kylmille pinnoille. Instaro Oy:n te-

kemän kuntotutkimuksen tulokset löytyvät liitteestä 7. (Rasi-Koskinen 2011,
8.)

7 PIENTALON TEKNISEN LAADUN OHJAUS- JA AR- VIONTIJÄRJESTELMÄ

Oulun rakennusvalvonnan tekemän Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä on hyvä apuväline suunniteltaessa hanketta koskevia laatu- ja työmaatoteutusvalintoja sekä asumisenaikaista opastusta. Järjestelmä antaa hyvät lähtökohdat suunnittelulle, työmaatoteutukselle ja käyttäjien ohjeistukselle. Kyseinen järjestelmä on tarkoitettu uudisrakentamista varten, mutta tässä opinnäytetyössä järjestelmää on sovellettu korjauskohteeseen. Järjestelmän avulla esitetään korjauksen suunnittelussa, työmaatoteutuksessa ja asukkaiden ohjeistuksessa huomioonotettavia seikkoja, joilla sisäilman laatua voidaan parantaa ja ylläpitää. (Pientalon tekninen laatu Tähtiluokitus. 2006, 9.)

Liitteestä 8 löytyvät Pientalon laatu -kortiston kysymykset pientalonrakentajille. Kysymyksien perään on liitetty analyysi, jossa arvioidaan kysymyksen soveltuvuutta Luotolaisentien korjauskohteeseen. Kysymysten alle on myös lisätty laatikko, josta löytyy kommentit kysymysten soveltuvuudesta ja toteutuksen mahdollisuudesta Luotolaisentiellä. Kysymysten soveltuvuus on arvioitu seuraavalla pisteytyksellä:

- 1 = ei sovellu
- 2 = soveltuu melko hyvin
- 3 = soveltuu hyvin.

Esimerkiksi kysymys, onko talotekniikka- ja tilasuunnittelussa huomioitu mahdollisuus sivuasunnon erottamiseen, ei sovellu eikä ole mahdollinen toteuttaa Luotolaisentien kohteessa, koska sivuasunnon erottaminen ei ole kyseisessä kohteessa mahdollista. Kysymys, pidetäänkö rakennuskohteessa ajantasaisista "Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirjaa" tai vastaavaa kyseessä olevalle rakennuskohteelle laadittua asiakirjaa, taas soveltuu ja on mahdollinen toteuttaa Luotolaisentien kohteessa. Kohteessa pidetäänkin esimerkiksi työmaapäiväkirjaa ja seurataan kosteudenhallintasuunnitelmaa.

Pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä soveltuu Luotolaisentien kohteeseen pääosin hyvin, koska kyseessä on laaja peruserinnotus. Pääosin kaikki kysymyksissä esitetyt asiat ovat toteutettavissa Luotolaisentiellä. Kuitenkaan tiettyyn sisäilmastoluokkaan pyrkiminen ei ole realistista, koska kyseessä on korjauskohde eikä kaikkia materiaaleja ja rakenteita vaihdeta. Tilojen muutoksen ja jakamiset ovat rivitalokohteessa rajoitetusti toteutettavissa.

7.1 Suunnittelu

Korjausrakentamisen suunnittelulla on tärkeä osa hyvän sisäilman laadun varmistamisessa. Huolellinen suunnittelu edesauttaa saavuttamaan hyvän sisäilman laadun. Suunnittelun lähtökohtana on kuntotutkimuksissa esille tulleiden vikojen ja vaurioiden korjaaminen. Korjaussuunnittelun aluksi tilaajan olisi myös hyvä sopia suunnittelijan kanssa korjauksen laatutavoitteista. Kun sisäilmakorjausta suunnitellaan, olisi hyvä sopia esimerkiksi se, mitä sisäilmastoluokkaa korjauksilla tavoitellaan. Sisäilmastoluokka tavoitteen asettaminen antaa jo oivat lähtökohdat esimerkiksi materiaalivalintojen, rakenteiden ja käyttöönotettavien laitteiden suunnittelulle. (Kilpeläinen – Hekkanen – Seppälä – Riippa 2006, 49.)

Käytännössä korjausrakentamisessa ei voida kuitenkaan seurata esimerkiksi sisäilmastoluokka S1:en laatutavoitteita kaikilta osin, vaan tavoitteiden asettelu täytyy suhteuttaa korjauksen laajuuteen. On aina eteenpäin, kun pyritään määritettyihin tavoitteisiin korjattavien rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden osalta. Esimerkiksi kaikissa korjauksissa ei tehdä ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä korjauksia, joten tältä osin kohde ei välttämättä täytä S1-luokan mukaisia vaatimuksia.

7.1.1 Suunnittelun perusratkaisuissa huomioitavia tekijöitä

Ensimmäisenä suunnittelua aloitettaessa tulee päättää, mihin laatutasoon suunnittelulla pyritään. Sisäilmaston laatutasoja ovat S1, S2 ja S3. Rakennut-

taja määrittelee yhdessä suunnittelijoiden kanssa laatutasot sisäilmaston ilman puhtaudelle, ilmanvaihdolle, äänitasolle ja lämpöolosuhteille. Valitun laatutason mukaan valitaan pintamateriaalit ja rakenteelliset ratkaisut sekä ilmanvaihdon ja lämmityksen tekniset järjestelmät ja tuotteet. (Kilpeläinen ym. 2006, 49.)

Mahdollisuuksien mukaan tekniset järjestelmät tulisi sijoittaa niin, että niitä on helppo uusia, huoltaa ja puhdistaa. Lämmin tekninen tila on paras paikka ilmanvaihtokojeen sijoittamiselle. Kojeita joudutaan mahdollisesti vaihtamaan, koska kojeiden käyttöikä on 20-30 vuotta. Paras paikka ilmavaihtokanavien sijoitukselle on ulkovaipan lämminpuoli. Tällöin ne ovat muun muassa helpommin huollettavissa ja puhdistettavissa. (Kilpeläinen ym. 2006, 50.)

Suunnitelmissa on huolehdittava, että ilma pääsee siirtymään huoneesta toiseen. Yleensä ilma johdetaan asunnoissa makuu- ja olohuoneisiin sekä muihin oleskelutiloihin ja poistetaan varasto-, WC-, pesu- ja keittiötilojen kautta. Ilma virtaa huoneesta toiseen esimerkiksi reilujen kynnysrakojen tai erillisten siirtoilmasäleikköjen kautta. Suunnitelmiin tulee merkitä siirtoilma-reitit ja niiden mitoitus. Näitä reittejä ei saa sulkea, sillä mikäli reittejä suljetaan, ei ilmanvaihto toimi suunnitellusti. Asukkaan olisi hyvä olla tietoinen näistä reiteistä ja ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta. Nykyiset entistä tehokkaammat ilmanvaihdot ja suuremmat ilmamäärät vaativat entistä väljempiä reittejä siirtoilmalle. (Kilpeläinen ym. 2006, 51.)

Tuloilmavirrat tulee suunnitella käyttötarkoituksen ja henkilömäärien mukaisesti. Mitoituksen perusteena oleva suurin henkilömäärä tulisi olla merkittynä suunnitelmiin, jotta riittävät tuloilmavirrat saataisiin ainoastaan perussäätöä tarkastamalla. (Kilpeläinen ym. 2006, 51.)

Huoneiden välinen ääneneristys on hyvä ottaa huomioon jo korjausta suunniteltaessa. Mikäli mahdollista, ääneneristystä voidaan ottaa huomioon esimerkiksi huonetilojen sijoittelussa. Ääneneristystä voidaan parantaa myös käyttämällä hyvin ääntä eristäviä rakenteita. Tällöin kynnysrakojen ja siirtoil-

masäleikköjä ei voida käyttää, koska ääni kulkisi näitä reittejä pitkin huoneesta toiseen. Hyvin ääntä eristäviä rakenteita käytettäessä on järjestettävä huoneeseen huonekohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto sekä asennettava huoneiden välisiin ilmanvaihtokanaviin äänenvaimentimet tai käyttää ainakin hyvin ääntä vaimentavia siirtoilma säleikköjä huoneiden välisissä seinissä. (Kilpeläinen ym. 2006, 51.)

Etelään päin suunnatut ikkunat tulisi suojata aurinkosuojilla. Ilmastointi tulee ottaa varjoisesta paikasta. Ilmanvaihdon poistoilmaventtiili olisi, normaali-poistojen lisäksi, hyvä olla ainakin kahdessa seuraavista tiloista:

- tuulikaappi
- ulkovaatteiden säilytyskaappi
- keittiön jätökaappi. (Kilpeläinen ym. 2006, 52.)

7.1.2 Ilmanvaihtolaite

Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto on oleellinen osa kohteen energiatehokkuutta. Ilmanvaihtokoneen tehosäätimessä tulisi olla merkittynä ja ohjeistettuna ainakin tehostettu-, normaali- ja minimi-ilmanvaihtoa osoittavat asetukset. Ilmanvaihtoa ei saa koskaan pysäyttää. Pysäytetty tai liian pieni ilmanvaihto aiheuttaa kosteusvaurio- ja terveystarpeita. Tämän asian tärkeys ja ilmanvaihtokoneen käyttö tulee ohjeistaa asukkaille selkeillä käyttöohjeilla. Minimi-ilmanvaihtoa pienemmän tehon käyttö olisi hyvä estää tai vähintäänkin ohjeistaa kielletyksi. (Kilpeläinen ym. 2006, 52.)

Ilmanvaihtokoneiden toiminta testataan tosissaan vasta kovilla pakkasilla. Kovalla pakkasella poistoilman sisältämä vesihöyry jäätyy helposti lämmöntalteenottokennon kylmiin pintoihin. Tämän estämiseksi tehdyt toimet voivat aiheuttaa ongelmia. Ilmanvaihtolaitteiston toimivuus pakkasella on hyvä tarkistaa jo laitteistoa valittaessa. (Kilpeläinen ym. 2006, 53.)

Automaatiikalla voidaan ohjata ilmanvaihdon toimintaa sen hetkisten tarpeiden mukaan. Näin ilmanvaihdonohjaus helpottuu käsisäätöiseen ilmanvaihtoon verrattuna. Yleensä ilmanvaihdon tehokkuutta ohjataan antureilla, jotka

mittaavat ilman suhteellista kosteutta tai hiilidioksidipitoisuutta. Ihanne tilanne olisi se, että säätöautomaatiikka olisi tilakohtainen. Kaikissa tiloissa täytyy kuitenkin olla vähintään perussäädetty minimi-ilmanvaihto. (Kilpeläinen ym. 2006, 54.)

S2-sisäilmastoluokassa tulisi olla vähintäänkin F7-tason tuloilmasuodatin. Mikäli näin ei ole, olisi ilmanvaihtokoneen hyvä olla sellainen, että siihen voi vaihtaa F7-tason suodattimen. Ilmanvaihtokoneessa olisi myös hyvä olla huollosta ja vioista ilmoittava järjestelmä. Ilmanvaihdon ahtautumisesta ilmoittava järjestelmä on myös oiva apu hyvän sisäilman laadun ylläpitämiseen. Lämmöntalteenoton automaattisesti kesäaikaan ohittava järjestelmä on hyvä ominaisuus ilmanvaihtokonetta valittaessa. Laitetta tilattaessa on hyvä varmistaa, että toimitukseen kuuluvat puhdistusvälineet tai ainakin kattavat ohjeet puhdistusta varten. (Kilpeläinen ym. 2006, 54.)

Laskennallisesti olisi hyvä tarkistaa, että suunnitellulla käyttöajan teholla tulo- ja poistoilmanvaihdon ominaissähköteho (SFP) on maksimissaan 2,5 kW/(m³/s). Tulisi myös tarkastaa, että ilmanvaihtokoneen ominaisuudet vastaavat varmasti haluttua ja määriteltyä tarvetta. (Kilpeläinen ym. 2006, 55.)

7.1.3 Rakennusmateriaalit ja siivous

Sisäilmaston laadun kannalta merkittävimpiä ovat vähäpäästöiset lattiapäällysteet ja lakat, sisäverhouslevyt, tapetit ja yleensäkin kaikki materiaalit, jotka ovat välittömästi kosketuksessa sisäilmaan. S1-sisäilmastoluokkaa pyrittäessä sisäpinnoissa käytettyjen materiaalien, pinnoitteiden ja täydentävien rakennusosien (listat, ovet yms.) tulisi olla M1-luokiteltuja. Myös kiintokalusteiden hankintaa tehtäessä olisi hyvä huomioida kalusteiden materiaaliluokitus. (Kilpeläinen ym. 2006, 55-56.)

Keskuspölynimuri olisi hyvä sijoittaa asuintilojen ulkopuolelle. Keskuspölynimurin äänenvaimentimen tulisi olla RakMk:n ohjeiden mukainen. (Kilpeläinen ym. 2006, 56.)

Siivousohjeistuksessa olisi hyvä huomioida erikseen, mikäli asunnossa on erityisjärjestelyjä vaativia ratkaisuja, kuten lattiasta yli kolmen metrin korkeudella olevia ikkunoita tai ilmanvaihtoventtiilejä. Kaikkien pintojen tulisi olla sileitä ja nihkeäpyyhinnän tai ainakin imuroinnin kestäviä. Rakenteiden ja asennusten tulisi olla suunniteltu ja tehty niin, että ne ovat puhdistettavissa ja siivottavissa. (Kilpeläinen ym. 2006, 56.)

7.1.4 Rakenteet ja järjestelmät

Suuret ikkunat voivat aiheuttaa talvisin kylmähaittoja ja kesäisin lämpöhaittoja. Näihin haittoihin voidaan vaikuttaa rajoittamalla ikkunoiden kokoja ja käyttämällä matalan U-arvon omaavia ikkunoita sekä sijoittamalla lämpöpatterit ikkunoiden alle. Isoista lattiaan saakka ulottuvista ikkunoista aiheutuvien haittojen korjaaminen on jälkikäteen hankalaa ja kallista. Kesäisin ulkoa tuleva auringon säteily saattaa nostaa sisäilman lämpötilaa, jonka kuitenkin tulisi pysyä asetettujen tavoitearvojen mukaisena. Suunnittelussa tähän voidaan vaikuttaa rajoittamalla ikkunoiden kokoa, määrää ja suuntausta. Ikkunoissa voidaan myös käyttää selektiivisiä laseja, jotka heijastavat suurimman osan säteilystä takaisin ulos. Halpoina ratkaisuina on hyvä käyttää säleverhoja, mutta myös ulkopuoliset aurinkosuojat ovat käyttökelpoisia. (Kilpeläinen ym. 2006, 56-57.)

Olisi myös hyvä tietää alueen radonpitoisuus. Rakennuksen ollessa radon-alueella olisi hyvä huolehtia alapohjan tiivistyksestä, mutta usein korjausrakentamisessa tämä ei ole mahdollista. Radonalueella alapohjassa tulisi olla radon-ohjeiden mukainen radonputkisto, joka on varustettu poistopuhaltimella ja -putkella vesikaton yläpuolelle. Tarvittaessa huoneilman radonpitoisuus voidaan mitata. (Kilpeläinen ym. 2006, 57.)

7.2 Työmaatoteutus

Korjauskohteissa osastointi ja puhtaus ovat erityisen tärkeitä, myös jälkisiivous on tärkeää. Työmaatoteutuksessa pystytään varmistamaan mahdollisimman hyvään sisäilman laatuun pääsemistä esimerkiksi toteuttamalla

työt puhtausluokka P1:n mukaisesti. Työmaalle tehty kirjallinen laatusuunnitelma auttaa työmaahenkilöstöä seuraamaan asetettuja laatutasoja. Työmaan puhtausosastointi ja siivoustyöt tulisi suorittaa puhtausluokka P1:n mukaisesti, jotta pystytään varmistamaan, ettei synny työmaatoteutuksen aikaisia sisäilmahaittoja. P1-luokan mukaiset vaatimukset ja perusteet on selvittää jokaiselle rakennuksessa työskentelevälle kirjallisesti. Urakassa olisi hyvä olla mukana työnjohtajia ja -tekijöitä, joilla on aikaisempaa S1- tai S2-sisäilmastoluokkaa tavoittelevista hankkeista. (Kilpeläinen ym. 2006, 58.)

7.2.1 Rakentamisen dokumentointi

Rakennustyömaan toteutuksen eri vaiheet on hyvä dokumentoida esimerkiksi valokuvaamalla ja muistiinpanoilla. Dokumentoinnista on huomattavaa hyötyä rakentamisen jälkeisessä käytössä, huollossa ja korjauksissa. Huoltokirja on asiakirja, johon koko talon historia tulisi merkitä rakennusvaiheen alusta lähtien. Huoltokirjasta on merkittävää hyötyä esimerkiksi talokauppojen yhteydessä. Huoltokirjaan tulee merkitä kaikki rakennusvaiheessa tehdyt muutokset, jotka poikkeavat suunnitelmista. Tämän lisäksi huoltokirjaan tulee merkitä rakennusvaiheen jälkeiset muutokset, korjaukset ja huollot. Huoltokirjaan tulee laittaa myös rakennuksen teknisten laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet. Kaikki rakentamisen aikaiset muutokset tulee muistaa päivittää loppupiiirustuksiin ja asiakirjoihin. (Kilpeläinen ym. 2006, 59.)

Rakennuksella olisi hyvä olla urakoitsijoista riippumaton, rakennuttajan eduista huolehtiva valvoja. Kohteesta on hyvä pitää valvonta- ja tarkastuspöytäkirjaa. Ilmanvaihtojärjestelmän säädöt ja mittauspöytäkirjat tulisi tehdä tarvittaessa myös äänitasoista. Ilmanvaihtokoneen energiatehokkuus pitäisi tarkastaa normaalin käyttöajan teholla. Lisäksi tulisi varmistaa, että sen ominaissähköteho on alle $2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Lämmitysjärjestelmä tulisi perussäätää ja tarkistaa mittauksin. (Kilpeläinen ym. 2006, 59.)

7.2.2 Mittaukset ja säädöt

Suunnittelun ja asentamisen jälkeen järjestelmät tulee vielä säätää ennen käyttöönottoa. Tässä vaiheessa tarkastetaan, että esimerkiksi tulo- ja poistoilmavirrat jakautuvat huoneiden kesken suunnitellusti. Ylipainetta rakennukseen ei saa syntyä. Nämä säädöt perustuvat mittauksiin, joista tulee laatia mittauspöytäkirja. Oikein säädetty ja toimiva ilmavaihto on paras takaus hyvälle sisäilman laadulle. Tilojen tulisi olla puhtaita ennen käyttöönottoa, tämän toteavat IV-urakoitsija ja valvoja. Tehostetun, normaalin käyttöajan ja minimi ilmanvaihtotasojen ilmavirrat tulee mitata ja tarkistaa. (Kilpeläinen ym. 2006, 60.)

IV-urakoitsijan ja valvojan tulisi yhdessä todeta myös, että laitteiden ja järjestelmien äänitasot ovat suunnitelmien ja tavoitetasojen mukaisia. Huonelämpötilat ja lämmitysjärjestelmän perustasot olisi hyvä tarkistaa ja mitata talvikaan. Lämpökuvauksella olisi hyvä tarkistaa, että tilojen pintojen alin lämpötilaindeksi olisi vähintään 65 %. Tämä on asumisterveysohjeen mukainen hyvä taso. (Kilpeläinen ym. 2006, 60.)

7.3 Asumisenaikainen käyttö

Rakennuksen ilmavaihtoa olisi hyvä pitää tehostusasennossa vähintään puolen vuoden ajan rakennuksen valmistumisesta, jotta saataisiin materiaali- ja pölyhaittoja vähennettyä. (Kilpeläinen ym. 2006, 61.)

Ainoastaan puhdas ja toimiva ilmanvaihtojärjestelmä voi taata puhtaan ja terveellisen sisäilman. Puhtauteen tulee kiinnittää huomiota jo suunnitteluvaiheessa ja etenkin työmaatoteutuksen aikana sekä käytön aikana. Työmaalla tarvikkeet ja laitteet on suojattava liialta, pölyltä ja kosteudelta niin ennen kuin jälkeen asennuksen. Pölyä ja likaa tuottavat työvaiheet on hoidettava niin, ettei kanavistoon ja koneeseen pääse epäpuhtauksia. Ilmanvaihtojärjestelmä täytyy pystyä puhdistamaan säännöllisesti. (Kilpeläinen ym. 2006, 61.)

Huoltokirjassa tulee olla muistutus asukkaalle, että ilmanvaihtojärjestelmä olisi hyvä tarkastuttaa noin 5-10 vuoden välein. Tällaista varten olisi hyvä olla esimerkiksi ATK-pohjainen muistuttava huoltokirja. Huoltokirjaan tulisi aikatauluttaa ja yksilöidä huoltotoimenpiteet. Tehdyt toimenpiteet on hyvä kuittaa huoltokirjaan. Ohjeistus kanaviston puhtauden tarkastamista varten on myös oltava huoltokirjassa. Huoltotoimenpiteiden vaatimat asiantuntija tarpeet tulisi ohjeistaa huoltokirjassa, esimerkiksi määräajoin asiantuntijan tekemä kuntoarvio. (Kilpeläinen ym. 2006, 61.)

Asukkaille tulee opastaa talonsa teknisten järjestelmien käyttö, huolto ja hallinta. Suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tulee antaa kirjalliset käyttö- ja huolto-ohjeet lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmistä. Asukkaat tulee opettaa käyttämään järjestelmiä sekä teoriassa että käytännössä. Teknisten järjestelmien laitteisiin tai laitehuoneen seinille tulee kiinnittää sellaiset käyttöohjeet, jotka kaikki asukkaat ymmärtävät ja havaitsevat. (Kilpeläinen ym. 2006, 62.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli antaa ohjeistus sisäilman laadun parantamiseen korjausrakentamishankkeessa. Tavoitteena oli myös arvioida Oulun rakennusvalvonnan tekemän pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän soveltuvuutta OAKK:n korjausrakentamiskohteeseen.

Opinnäytetyössä kerrottiin sisäilmaston ja sisäilman laadun vaikutuksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Työssä käytiin läpi sisäilmastoluokat ja niille asetettujen tavoitteiden toteuttaminen. Työssä esiteltiin sisäilmaongelmien aiheuttamia terveyshaittoja sekä eri vuosikymmenten ja talotyyppien tyypillisiä sisäilmaongelmia. Työssä esiteltiin myös sisäilmaongelmia aiheuttavia riskirakenteita. Tässä opinnäytetyössä arvioitiin myös Oulun rakennusvalvonnan tekemän pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmän soveltuvuus Luotolaisentien korjausrakentamiskohteeseen. Työssä annettiin ohjeistus korjausrakentamisessa huomioonotettavista asioista sisäilman laadun kannalta.

Luotolaisentiellä havaittujen vähäisten mikrobivaurioiden todettiin johtuvan muun muassa ulkoseinien heikosta tuulettuvuudesta, alaohjauspuun ongelmallisesta sijainnista ja höyrynsulun epätiiveydestä ja reikäisyydestä. Myös huolimattomasti asennetut lämmöneristeet ovat aiheuttaneet ongelmia. Luotolaisentien ongelmien voidaankin todeta johtuvan pitkälti huolimattomasta rakentamisesta ja huonosta suunnittelusta.

Oulun rakennusvalvonnan tekemä pientalon teknisen laadun ohjaus- ja arviointijärjestelmä soveltuu hyvin Luotolaisentien korjausrakentamiskohteeseen. Järjestelmä soveltui Luotolaisentielle hyvin, koska kohteessa on tarkoitus tehdä laajat korjaukset ja voidaankin puhua perusparannuskohteesta.

Järjestelmä vaikuttaisi soveltuvan myös muihin, pienempiin, korjauskohteisiinkin. Tällöin järjestelmää tulee soveltaa vain korjauksen laajuuteen sopivin osin. Esimerkiksi, jos korjauksen kohteena on ilmanvaihtojärjestelmä, voi-

daan laatujärjestelmää soveltaa ilmanvaihtojärjestelmään ja järjestelmän toteutukseen. Hyvä rakentamistapa, oikeiden materiaalien käyttö, hyvin suunniteltu ja toteutettu korjaus sekä asukkaiden ohjeistaminen auttavat varmasti hyvää sisäilman laatua tavoiteltaessa, oli kyseessä sitten uudis-, perusparrannus- tai korjauskohde.

Yksittäistä ohjeistusta korjaushankkeessa huomioitaviin sisäilman laatutekijöihin ei voida antaa. Korjauksessa huomioonotettavat tekijät riippuvat aina korjauksen laajuudesta. Ohjeistuksesta voi kuitenkin poimia korjaushankkeeseen sopivia tekijöitä. Ohjeistus varmasti helpottaa ja muistuttaa myös korjauksessa huomioitavista sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä.

Sisäilmaston ja sisäilman laadun huomioiminen korjausrakentamisessa on tärkeää, vaikka kyseessä ei olisikaan sisäilmaongelmista johtuva korjaus. Korjaamisessa ja materiaalien valinnassa on joka tapauksessa sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Sisäilmaongelmat vaikuttavat jopa terveyteen ja hyvinvointiin, ongelmien takia voi jopa sairastua vakavasti. Sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät, kuten siivous, järjestelmien huolto ja muut asumisen aikaiset asiat on myös syytä muistaa, jotta ongelmilta vältyttäisiin. Määräaikailla siivouksilla ja huolloilla voi kuitenkin välttyä kalliilta korjauksilta, ja ennen kaikkea terveyteen vaikuttavilta ongelmilta.

LÄHTEET

Kantola, Henri 2011. Kosteusvaurioituneen rivitalokohteen energiakorjaus ja korjaamisen yleishallinta. Opinnäytetyö, Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Kiipeläinen, Mikko – Hekkanen, Martti – Seppälä, Pekka – Riippa, Tommi 2006. Pientalon tekninen laatu Tähtiluokitus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Pientalon teknisen laadun arviointi. 2006. Oulun rakennusvalvonta. Saatavissa. <http://www.pientalonlaatu.fi/kysely.php?part=2>. Hakupäivä 27.12.2011.

Puhakka, Eija - Bäck, Beatrice – Kalso, Seija – Vahanen, Risto – Viitanen, Hannu – Arvela, Hannu – Vuotilainen, Anne – Ruotsalainen, Risto – Koukila-Kähkölä, Pirkko – Sarekoski, Kimmo – Kärkkäinen, Jukka 1996. Sisäilma ja terveys. Terveellinen sisäilma. Jyväskylä: Gummerus.

Rasi-Koskinen, Antti 2011. Luotolaisentie 12, B-rakennus, kuntotutkimus. Insinööritoimisto Instaro Oy.

Ruotsalainen, Risto – Palomäki, Eero 2004. Sisäilmaopas. Nomini Oy.

Ruotsalainen, Risto – Säteri Jorma 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Espoo: Painorauma Oy.

Ruotsalainen, Risto – Palonen, Jari – Jokiranta, Kai – Seppänen, Olli 1997. Sisäilmaston kuntotutkimus. Helsinki: Cosmoprint Oy.

Rakennustieto. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi>. Hakupäivä 9.1.2012.

Sisäilmayhdistys. 2008. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/>. Hakupäivä 3.12.2011.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003. Asumisterveysohje. Rakennustieto Oy

LIITTEET

Liite 1. M1-luokiteltujen tuotteiden luettelo

Liite 2. Rakennuksen lähtötiedot

Liite 3. Haastattelut ja kyselyt

Liite 4. Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus

Liite 5. Asbestianalyysi

Liite 6. FLEC-analyysi

Liite 7. Luotolaisentien B-rakennuksen kuntotutkimus

Liite 8. Pientalon laatu-kortisto

M1-luokiteltujen tuotteiden luettelo

9.1.2012

www.rts.fi/M1

Tuotteet on ryhmitelty Talo 2000-luokituksen mukaisesti yrityksittäin. Voit hakea yksittäistä yritystä ja tuotetta Adobe Readerin hakutoiminnolla.



221.3 Teräslevyt

Rautaruukki Oy

www.rautaruukki.fi

Polyesteri-pinnoitettu teräsohutlevy
Puralpinnoitettu teräsohutlevy
PVC-laminaattipinnoitettu teräsohutlevy
PVDF-pinnoitettu teräsohutlevy

232 Harkot

Aeroc AS

www.aeroc.ee

AEROC Classic
AEROC EcoTerm
AEROC EcoTerm Plus
AEROC Element
AEROC Lattiaelementti
AEROC Palkki
AEROC U

H+H Finland Oy

www.hplush.fi

Siporex harkot H400, H450, H500
Siporex suurharkot SH400, SH450, SH500

HB-Betoniteollisuus Oy

www.hb-betoni.fi

AH-400
EH-290+ kulmat ja palkki
EH-350+ kulmat ja palkki
H-75
HB-Priima -väliseinälevy 68, 88 ja 150
Mostone laatta
PEH-380
PH-240
RUH-125
RUH-150
RUH-200
RUH-240
RUH-290
RUH-340
RUH-380
UEH-240
UEH-290 + kulmat ja palkki,

UEH-320 + kulmat ja palkki

UH-100

UH-125

UH-150

Lammin Betoni Oy

www.lamminbetoni.fi

LL400, EMH350, MH300, MH250, MH200, MH150,
KMH150, PH250, PH400, PPH300, VSK100

Lujabetoni Oy

www.luja.fi

Eristevaluharkko: ME 300

Eristevaluharkko: ME 380

Eristevaluharkko: ME 38K kulma

Eristevaluharkko: ME 38Y puolikkaat

Eristevaluharkko: ME38P pääty

Eristevaluharkko: ME400

Eristevaluharkko: ME40K kulma

Eristevaluharkko: ME40P pääty

Eristevaluharkko: ME40Y puolikkaat

Valuharkko: VH-150

Valuharkko: VH-200

Valuharkko: VH-250

Valuharkko: VH-300

Lujabetoni Oy Vieremän tehdas

www.luja.fi

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EH-240

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EH-300

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EH-350

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EH-380 eristeharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EHO/V-300
kulmaharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EHO/V-350
kulmaharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): EHP-350
palkkiharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): LTP-300
palkkiharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): MEH-380

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): MEH-380 ULTRA

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): MEHO/V-380
kulmaharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): MEHO/V-380 ULTRA
kulmaharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): MEHP-380
palkkiharkko

Kevytsoraeristeharkot (EPS-eriste): MEHP-380 ULTRA
palkkiharkko

Kevytsoraharkko: H-75

Kevytsoraharkko: P-240

Kevytsoraharkko: RUH 125

Kevytsoraharkko: RUH-150

www.luja.fi

Kevytsoraharkko: RUH-200

Kevytsoraharkko: RUH-240

Kevytsoraharkko: RUH-290

Kevytsoraharkko: RUH-340

Kevytsoraharkko: RUH-380

Kevytsoraharkko: UH-100

Kevytsoraharkko: VSH-88

Rudus Betonituote Oywww.rudus.fi

EMH-400, pääty (Rudus eristemuottiharkko ja eristetyt muottiharkot)

EMH-400, suora, (Rudus eristemuottiharkko ja eristetyt muottiharkot)

KMH-150 (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MEH-400, kulma (Rudus matalaenergiarahkot ja eristetyt muottiharkot)

MH-150, kevennetty puolipääty (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-150, puolipääty (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-150, pääty (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-150, suora (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-200, lyhyt (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-200, puolipääty (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-200, päätykuilma (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-200, suora, testattu (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

MH-300 (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

VSK-100 (Rudus muottiharkot, väliseinäkivet ja kaarimuottiharkot)

Saint-Gobain Weber Oy Abwww.e-weber.fi

Kahi-tiilet ja -harkot

Leca Valmispalkki

Leca-eristeharkot

Leca-perusharkot

245 Liima- ja kertopuu**Expoin Trading Oy**www.expoin.com

Ugra-Q levyt

Ugra-S palkit

Ugra-T väliseinätolpat

Metsäliitto Osuuskuntawww.finnforest.com

Kerto (S, Q, T, L)

Kerto-WeatherGuard (S, Q, T, L)

261 Kipsilevyt**Halltex Oy**

Lomake 1: LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen nimi	As Oy Murskyluoto 18
Päiväys	26.11.11
Tutkijat	

Rakennuksen taustatiedot

1 Isännöitsijä Kiinteistökehola	2 Rakentamisvuosi 1983	3 Peruskorjausvuodet —	4 Rakennustilavuus 1727 m ³	5 Kerrostukumäärä 2
6 Talotyyppi 1 kerrostalo 2 luhitalo 3 rivitalo 4 paritalo 5 omakotitalo 6 muu, mikä?.....	7 Asuntotyytit yksiöt..... kpl kaksiot..... kpl kolmiot..... kpl suuremmat..... kpl Yhteensä..... kpl	8 Asuinpinta-ala 480 m ²	10 Liikeitilojen lukumäärä kpl käyttötarkoitukset:	11 Runkomateriaali 1 betoni 2 tiili 3 puu 4 muu, mikä?.....
12 Ulkoverhousmateriaali 1 betoni 2 tiili 3 puu 4 muu, mikä?.....	13 Eristysmateriaali 1 mineraalivilla 2 polyuretaani 3 puhallusvillaa 4 sahianpuru 5 muu, mikä?.....	14 Perustamistapa 1 kellar 2 rinnetalo 3 maanvarainen 4 ryömlittäminen 5 muu, mikä?.....	15 Kattomuoto 1 tasakatto 2 harjakatto 3 muu, mikä?.....	16 Ikkunatyyppi 1 2-lasiset 2 3-lasiset 1 avattavat 2 umpiot
17 Ilmanvaihtotapa 1 palnovalmainen 2 koneellinen poisto 3 koneellinen tulo ja poisto 4 muu, mikä?.....	18 Huoneistokohtainen ilmanvaihto 0 ei (keskittetty järjestelmä) 1 kyllä	19 Lämmönalteenotto poistollmasta 0 ei 1 kyllä	20 Ilmanvaihtokoneiden lukumäärä poisto..... kpl tulo..... kpl tulo-poisto..... kpl	21 Ilmanvaihdon käyttöaika asunnoissa (h) täysi teho..... puoliteho..... pols päältä.....
22 Lämmönjakotapa 1 vesipatteri 2 sähköpatterit 3 lattialämmitys, ves 4 lattialämmitys, sähkö 5 kattolämmitys 6 ilmalämmitys 7 muu, mikä?.....	23 Lämmitysmuoto 1 kaukolämpö 2 sähkö 3 öljy 4 puu 5 muu, mikä?.....	24 Termostaattiset patteriventtiilit 0 ei 1 kyllä	25 Joustavat patteriliittimet 0 ei 1 kyllä	
26 Huomautuksia ja lisätietoja				

Rakennuksen kunto

27 Onko rakennukselle tehty kunnon arviota? 0 ei 1 kyllä, vuonna: 2008	28 Onko rakennukselle tehty kunnontutkimuksia? 0 ei 1 kyllä, vuonna: 2010 Mitä? Osa-työ	29 Onko rakennukselle tehty energiakatselmusta? 0 ei 1 kyllä, vuonna:.....	30 Onko rakennukselle tehty muuta sen kuntoon tai sisäilmastoon liittyviä selvityksiä? 0 ei 1 kyllä, mitä? Osa-työ
31 Onko rakennukselle tehty korjauksia tai parannuksia? 0 ei 1 kyllä, mitä?	32 Onko rakennukselle suunniteltu tehtäväksi korjauksia tai parannuksia? 0 ei 1 kyllä, mitä?	33 Onko lämmityspatteriverkostolle tehty perussäätöä? 0 ei 1 kyllä, vuonna:.....	34 Onko ilmanvaihtokanavistoa perussäädetty (ei ilmavirtoja säädetty suunnitelmien mukaisesti)? 0 ei 1 kyllä, vuonna:.....
35 Onko ilmanvaihtokanavia puhdistettu? 0 ei koskaan 1 kyllä, vuonna:	36 Mikä on rakennuksen lämpöenergiankulutus? 47 kWh/m ³ 82 MWh/v	37 Mikä on rakennuksen vedenkulutus? 85 l/hö.vrk 467 m ³ /v	
38 Huomautuksia ja lisätietoja			

Tiedossa olevat ongelmat

39 Rakenneviat

Tähän sarakkeeseen voidaan
kirjata jo tietyssä olevia
rakennusvikoja.

40 Laitevat

Kosteessa ei mainittavissa
laitevikoja

41 Kosteusvauriot

Mainittavat opinnäytetyössä

42 Sisäilmasto-ongelmat

Mainittavat opinnäytetyössä

43 Huomautuksia ja lisätietoja

44 Yhteystietoa

Lomake 2: ISÄNNÖITSIJÄLOMAKE (Huoltohenkilöstön haastattelu)

Rakennuksen nimi	As Oy Myrskyluoto R
Päiväys	26.11.11
Tutkijat	

Rakennuksen ja sen laitteiden kunto ja huolto

1 Onko rakennuksessa kosteusvaurioita? 0 ei 1 näkyvää hometta 2 homeen hajua 3 kosteita kohtia tai tummumia pinnolla 4 pintamateriaalien irtoamista 5 muuta, mitä? Missä?	2 Mistä kosteusvauriot johtuvat? 1 katto vuotanut 2 ikkunat vuotaneet 3 seinät kastuneet 4 putket vuotaneet 5 laitevauriosta 6 kosteus noussut maasta lattiaan/seiniin 7 kylpyhuoneen puutteellisesta kosteuseristyksestä 8 muusta, mistä? Seinien reumat tiivistäminen
3 Kuinka usein rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää huolletaan? 0 ei tarvitse huolta 1 vian saatuessa 2 säännöllisesti	4 Kuinka usein puhaltimien toiminta tarkastetaan? 0 ei koskaan 1 vuoden välein 2 kuukauden välein 3 viikon välein
5 Kuinka usein ilmanvaihtokoneen suodatimet vaihdetaan? 0 ei koskaan 1 vuoden välein 2 kuukauden välein 3 viikon välein 4 suodatimet pestään 5 ei ole suodatimia	6 Mitä mieltä olette rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono
7 Mitä mieltä olette rakennuksen lämmitysjärjestelmän toiminnasta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono	8 Mitä mieltä olette rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmän toiminnasta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono
9 Mitä vikoja ja puutteita rakennuksessa ja sen laitteissa on? Valesarjeli	
10 Huomautuksia ja lisätietoja	

Sisäilmasto-ongelmat

11 Onko asunnoissa esiintynyt yleisesti jokin seuraavista ongelmista talvella (viimeisen vuoden aikana)? 1 Liian korkea huonelämpötila 2 Liian matala huonelämpötila 3 Vaihhteleva huonelämpötila 4 Veio 5 Lattioiden kylmyys 6 Kuiva ilma 7 Kostea ilma 8 Tunkkainen (huono) ilma 9 Epämielellinen haju, mikä? 10 Riittämätön ilmanvaihto talvella 11 Riittämätön ilmanvaihto kesällä 12 Pölyinen ilma 13 Havaittava pöly tai lika (pinnoilla) 14 Ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama melu 15 Muu melu (esim. ulkoa), mikä? 16 Heikko valaistus tai häikäisy/holjastukset 17 Pölyä tulevat sähköiskut 18 Jokin muu, mikä?	14 Mistä ongelmat mielestänne johtuvat? 1 kosteusvaurioista 2 rakennusmateriaaleista tai rakenteista 3 ilmanvaihtojärjestelmästä 4 virheellisestä käytöstä 5 puutteellisesta huollosta 6 muusta, mistä?
12 Kuinka usein asukkaat esittävät sisäilmasia koskevia valituksia keskimäärin? 0 ei koskaan 1 vuoden välein 2 kuukauden välein 3 viikon välein 4 päivän välein	13 Onko asukkailla esiintynyt tavanomaista enemmän sairauksia tai oireita viimeisen vuoden aikana? 0 ei 1 kyllä, mistä? Pään särky, postinoton tulehdus.
15 Missä asunnoissa ongelmat nimenomaaisesti esiintyvät? Ocellissa	
16 Keskittyyvätkö ongelmat tiettyihin olosuhteisiin tai tiettyyn vuorokauden tai vuodenaikaan?	
17 Huomautuksia ja lisätietoja	

Lomake 3: ASUKASLOMAKE (Asukkaiden edustajan haastattelu)

Rakennuksen nimi	As Oy Myrskyluoto B
Päiväys	26.11.11 Tutkijat

Rakennuksen ja sen laitteiden kunto ja huolto

1 Onko rakennuksessa kosteusvaurioita? 0 ei 1 näkyvää homea 2 homeen hajua 3 kostetta kohtia tai tummumia pinoilla 4 pintamateriaalien irtoamista 5 muuta, mitä? Missä?	2 Mistä kosteusvauriot johtuvat? 1 katto vuotanut 2 ikkunat vuotaneet 3 seinät kastuneet 4 putket vuotaneet 5 laitevauriosta 6 kosteus noussut maasta lattiaan/seiniin 7 kylpyhuoneen puutteellisesta kosteuseristyksestä 8 muusta, mistä? Ei olea samaa
3 Mitä mieltä olette rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono	4 Mitä mieltä olette rakennuksen lämmitysjärjestelmän toiminnasta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono
5 Mitä mieltä olette rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmän toiminnasta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono	6 Mitä mieltä olette rakennuksen huollosta? 1 hyvä 2 kohtalainen 3 huono
7 Mitä vikoja ja puutteita rakennuksessa ja sen laitteissa on?	
8 Huomautuksia ja lisätietoja	

Sisäilmasto-ongelmat

9 Onko asunnoissa esiintynyt yleisesti jokin seuraavista ongelmista talvella (viimeisen vuoden aikana)?		
1 Liian korkea huonelämpötila 2 Liian matala huonelämpötila 3 Vaihteleva huonelämpötila 4 Veto 5 Lattioiden kylmyys 6 Kulva ilma	7 Kosteaa ilma 8 Tunkkainen (huono) ilma 9 Epämehylyttävä haju, mikä? 10 Riittämätön ilmanvaihto talvella 11 Riittämätön ilmanvaihto kesällä 12 Pölyinen ilma	13 Havaittava pöly tai lika (pinoilla) 14 Ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama melu 15 Muu melu (esim. ulkoa), mikä? 16 Heikko valaistus tai häikäisy/heljestukset 17 Pinnolta tulevat sähköiskut 18 Jokin muu, mikä?
10 Kuinka usein asukkaat esittävät sisäilmastoa koskevia valituksia keskimäärin? 0 ei koskaan 1 vuoden välein 2 kuukauden välein 3 viikon välein 4 päivän välein	11 Onko asukkailla esiintynyt tavanomaista enemmän sairauksia tai oireita viimeisen vuoden aikana? 0 ei 1 kyllä, mitä? Päänsärkyä	12 Mistä ongelmat mielestänne johtuvat? 1 kosteusvaurioista 2 rakennusmateriaaleista tai rakenteista 3 ilmanvaihtojärjestelmästä 4 virheellisestä käytöstä 5 puutteellisesta huollosta 6 muusta, mistä?
13 Missä asunnoissa ongelmat nimenomaisesti esiintyvät? Oleissa		
14 Keskeyttävätkö ongelmat tiettyihin olosuhteisiin tai tiettyyn vuorokauden tai vuodenaikaan?		
15 Huomautuksia ja lisätietoja		

Lomake 4: ASUKASKYSELY

1 Asunnon numero

Ympyröikää tai rastittakaa sopivat vaihtoehdot!

Taustatiedot

2 Kuinka kauan olette asuneet nykyisessä asunnossanne? 4 vuotta	3 Kuinka monta henkilöä asunnossanne asuu? 3
4 Mikä on asuntonne lämpötila (jos teillä on lämpömittari)? 21 °C	
5 Esintyykö asunnossanne voimakkaita tai epämiellyttäviä hajuja? 0 ei 1 tupakka 2 home (maakellarin haju) 3 viemäri 4 pakokaasu 5 ruoka 6 hajuste 7 muu, mikä?	6 Mistä hajut ovat peräisin? 1 omasta asunnosta, mistä? 2 naapurista 3 rappukäytävästä 4 ulkoa 5 muualta, mistä?
7 Onko asunnossanne kosteusvaurioita? 0 ei 1 näkyvää homeetta 2 homeen hajua 3 kosteita kohtia tai tummumia pinoilla 4 pintamateriaalien irtoamista 5 muuta, mitä? Missä?	8 Mistä kosteusvauriot johtuvat? 1 katto-vuotanut 2 ikkunat vuotaneet 3 seinät kostuneet 4 pulket vuotaneet 5 laitevauriosta 6 kosteus noussut maasta lattiaan/seiniin 7 kylpyhuoneen puutteellisesta kosteuseristyksestä 8 muusta, mistä? En osaa sanoa
9 Huurtuvatko asuntonne olo- tai makuuhuoneiden ikkunat talvella? 0 ei 1 kyllä, sisäikkunan sisäpinta 2 kyllä, ulkoikkunan sisäpinta	10 Huurtuuko kylpyhuoneenne peili suihkun aikana eikä huuru poistu lyhyen ajan kuluessa (5-10 min.)? 0 ei 1 kyllä
11 Kuivatatteko pyykkiä asunnossanne? 0 ei 1 kyllä, joskus 2 kyllä, säännöllisesti	12 Kuivuuko pyykki mielestänne 1 nopeasti 2 kohtalaisesti 3 hitaasti
13 Kuinka usein asuntonne suihkua/kylpyammetta käytetään? 1 kerran viikossa tai harvemmin 2 pari kertaa viikossa 3 kerran päivässä 4 useamman kerran päivässä	14 Käytättekö ilmankostutinta asunnossanne? 0 ei 1 kyllä, vain pakkasilla 2 kyllä, usein
15 Tupakoidaanko asunnossanne? 0 ei 1 kyllä, joskus 2 kyllä, säännöllisesti 3 kyllä, mutta vain parvekkeella tai pihalla	16 Onko asunnossanne lemmikkieläimiä? 0 ei 1 karva- tai höytenpeitteinen 2 muu, mikä?
17 Käytättekö asunnossanne takkaa tai muuta tulisijaa? 0 ei 1 kyllä, joskus 2 kyllä, säännöllisesti Mistä?	
18 Onko teillä mahdollisuutta säätää (pientää ja suurentaa) asuntonne ilmanvaihtoa? 0 ei 1 kyllä	19 Kuinka monta tuntia päivässä keskimäärin käytätte asuntonne ilmanvaihtolaitteita? täydellä tai suurella teholla tuntia puolella tai pienellä teholla tuntia pois päältä tuntia
20 Mihin vuorokauden aikaan haluaisitte tehostaa ilmanvaihtoa? aamulla kello päivällä kello illalla kello	21 Kuinka usein tuuletatte asuntoanne ikkunoiden kautta talvella? 1 kerran viikossa tai harvemmin 2 pari kertaa viikossa 3 kerran päivässä 4 useamman kerran päivässä 5 jatkuvasti

Täyttäkää myös seuraava sivu, kiitos!

Sisäilmasto-ongelmat

22 Onko perheellänne haitannut asunnossanne jokin seuraavista ongelmista kylmänä vuodenaikana (viimeisen vuoden aikana)?	Ei	Kyllä
23 Liian korkea huonelämpötila	X	
24 Liian matala huonelämpötila		X
25 Vaihteleva huonelämpötila	X	
26 Veto		X
27 Lattiloiden kylmyys		X
28 Kuiva ilma		X
29 Kosteaa ilmaa	X	
30 Tunkkainen (huono) ilma		X
31 Epämielellinen haju, mikä?		X
32 Riittämätön ilmanvaihto talvella	X	
33 Riittämätön ilmanvaihto kesällä		X
34 Pölyinen ilma		X
35 Havaittava pöly tai lika (pinnolla)	X	
36 Ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama melu	X	
37 Muu melu (esim. ulkoa), mikä?	X	
38 Heikko valaistus tai häikäisy/hellastukset??	X	
39 Pinnolta tulevat sähköiskut??	X	
40 Jokin muu, mikä?		
41 Missä asuntonne tiloissa tai kohdissa ongelmat esiintyvät? (kuvailkaa mahdollisimman tarkasti)		
Olohuoneen ikkunan takana.		
42 Keskittyvätkö ongelmat tiettyihin olosuhteisiin tai tiettyyn vuorokauden tai vuodenaikaan?		
Etenkin talvella edellä mainittu ongelma → vedon tunne olohuoneessa		
43 Mistä ongelmat mielestänne johtuvat?		

Oireet

44 Onko perheellänne esiintynyt usein tai toistuvasti jokin seuraavista oireista tai sairauksista viimeisen vuoden aikana?
(esim. flunssa, tulehdussairaudet, päänsärky, epämääräinen väsymys, nenän ärsytys, tukkoisuus tai vuoto, kurkun käheys tai kuivuus, yskä, hengityksen vinkunta, hengenahdistus, silmien kutina, kirvely tai ärsytys, ihon kuivuus, kutina tai punoitus)

ei
1 kyllä, sinulla itselläsi
2 kyllä, jollakin muulla asunnossanne asuvalla

45 Mitä oireita tai sairauksia?

Päänsärkyä, poskiontekon
tulehdus.

46 Häviävätkö tai helpottavatko oireet ollessanne pidempiaikaisesti pois asunnostanne?
 ei
1 kyllä, mitkä oireet?

Laitteiden toiminta

47 Mitä mieltä olette asuntonne ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta?
1 hyvä
2 kohtalainen
 huono

48 Mitä mieltä olette asuntonne lämmitysjärjestelmän toiminnasta?
1 hyvä
2 kohtalainen
 huono

49 Mitä mieltä olette asuntonne vesi- ja viemärijärjestelmän toiminnasta?
1 hyvä
 kohtalainen
3 huono

50 Mitä mieltä olette asuntonne viihtyisyydestä?
1 hyvä
 kohtalainen
3 huono

51 Huomautuksia ja lisätietoja

Kiitos vaivannäöstänne!



**LUOTOLAISENTIE 12
MATERIAALIEN MIKROBITUTKIMUS (DNA)**



Tutkimusraportti 887710

28.5.2010

Ositum Oy	Betonimiehenkuja 4	Kiilakiventie 1	Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi	02150 Espoo	90250 Oulu	96200 Rovaniemi
Fax: 010 425 2601	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600	Puh 010 425 2612



Sisällysluettelo

1.	YHTEYSTIEDOT	3
2.	YHTEENVETO.....	3
3.	TOIMENPIDESUOSITUS	4
4.	MIKROBIANALYYSI	5
4.1	Materiaalinäyte, DNA-analyysi	5
4.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	5
4.1.2	Tulos	5
4.1.3	Johtopäätös	6
4.1.4	Toimenpidesuositus	6
4.1.5	Viitearvoja	6
4.1.6	Kirjallisuus.....	7
5.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA.....	8
5.1	WOC/VOC -yhdisteet, ilma	8
5.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	8
6.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA.....	9
6.1	WOC/VOC -yhdisteet, FLEC -analyysi.....	9
6.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	9
6.1.2	Tulostaulukko, WOC/VOC -yhdisteet, ilma ja FLEC -analyysi.....	10
6.1.3	Johtopäätös	12
6.1.4	Toimenpidesuositus	12
6.1.5	Viitearvoja	12
6.1.6	Kirjallisuus.....	14
7.	ALLEKIRJOITUKSET	15



1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Oulun Aikuiskoulutuskeskus Kari Pääaho Kotkantie 3 90250 Oulu
Tutkimuskohde	Luotolaisentie 12 Oulu
Perustettu	24.5.2010
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Yhteyshenkilö	RI, toimialajohtaja, tutkimus Rauno Pakanen Puhelin 010 425 2611, Gsm 050 468 0020 FT, toimialajohtaja, laboratoriot Merja Mikkonen Puhelin 010 425 2603, Gsm 044 537 9005
Näytteenottaja	Ositum Oy Rauno Pakanen

2. YHTEENVETO

Mikrobimateriaalinäytteissä DM3 (A1, toisen kerroksen runkopuu) ja DM4 (A1, yläpohjaeriste) havaittiin viitearvot ylittäviä määriä mikrobeja.

Mikrobimateriaalinäytteissä DM1 (A1, ulkoseinäeriste alaosassa) ja DM2 (A1, alaohjauspuu) tulos on tavanomainen mikrobien määrien suhteen.

Sisäilman WVOC/VOC -näytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin etanolia, etikkahappoa ja alfa-pineeniä.

Etanoli, etikkahappo ja alfa-pineeni ovat kosteus- ja mikrobivauriota indikoivia yhdisteitä.

Sisäilman WVOC/VOC -näytteessä havaittiin myös 2-etyyliheksanolia. 2-etyyliheksanoli on kosteus- ja mikrobivauriota indikoiva yhdiste. Sitä saattaa myös emittoitua, irrota sisäilmaan, kosteuden vaurioittamista muovimatoista.

Molemmissa materiaalien FLEC-näytteissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin 2-etyyliheksanolia, jonka pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista. Myös FLEC-näytteessä havaittiin mikrobien aineenvaihduntatuotteita.

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat dioktyyliiftalaaatteja, jotka ovat muovien ja kumien pehmittimiä. Ftalaattien hajotessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa makeahkoa

Ositum Oy	Betonimiehenkuja 4	Kiilakiventie 1	Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi	02150 Espoo	90250 Oulu	96200 Rovaniemi
Fax 010 425 2601	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600	Puh 010 425 2612



hajua. Märällä betonipinnalla tapahtuu siten sisäilman laadun kannalta haitallisia prosesseja. Maton ja betonipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla enää kosteita, sillä reaktion kerran alettua se ei pysähdy, vaikka ko. pinnat ovat kuivia.

3. TOIMENPIDESUOSITUS

Yläpohjan eriste on mikrobivaurioitunut joten se tulee uusaa.

Suosittelomme mustien runkopuidendesinfointia. Koska alahjauspuun bakteerimäärä on suuri, suosittelomme vastaavien näytteiden ottoa muista rakennuksista.

Muovimatot poistetaan, lattiat hiotaan ja lattiat hiotaan.

Hiottu betonilattia desinfioidaan minkä jälkeen se pinnoitetaan epoksilla, esim. Uzin PE460, Betton Oy, jolla 2-etyyliheksanoli suljetaan betoniin. Epoksinnoituksen jälkeen lattiat voidaan pinnoittaa halutulla materiaalilla. Lattian ja seinien liittymäkohdat tiivistetään ilmavuotojen estämiseksi.



4. MIKROBIANALYYSI

4.1 Materiaalinäyte, DNA-analyysi

4.1.1 Tutkimusmenetelmä

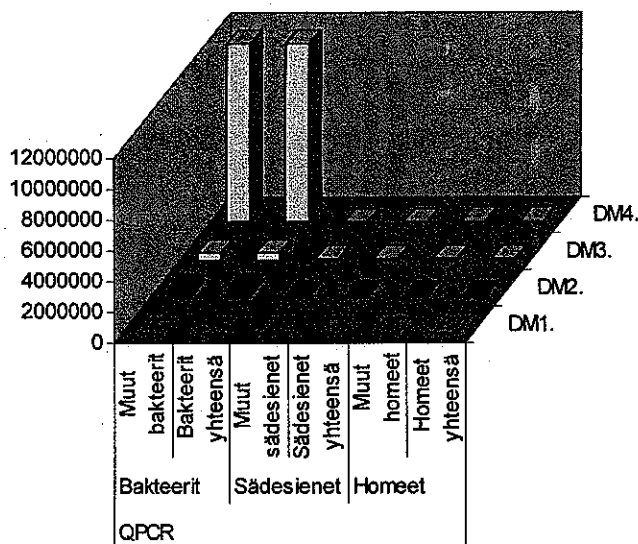
Materiaalinäytteistä on määritetty seuraavat mikrobit: homeet, sädesienet (aktinomykeetit) ja muut bakteerit. Näytteen analysointi ja tulosten tulkinta on tehty Ositum Oy:n laboratorion sisäisen ohjeen mukaan.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvantitatiivista PCR-analyysia. QPCR-analyysi perustuu DNA:n monistukseen ja samanaikaisesti tapahtuvaan DNA:n määrän mittaukseen. Kaikkien eliöiden (eläimet, kasvit, sienet, bakteerit) lähes kaikki solut sisältävät kullekin lajille ominaisen DNA:n. Kunkin lajin DNA:ssa on emäsjaksoja, sekvenssejä, joita on vain kyseisessä lajissa tai lajiryhmässä. QPCR-analyysissä hyödynnetään kyseisiä jaksosia.

Näytteistä on punnittu tietty määrä materiaalia, joka on sekoitettu puskuriiin mikrobien materiaalista irrottamiseksi. Näin saadusta suspensiosta on tehty DNA:n eristys ja puhdistus. DNA on analysoitu QPCR-menetelmällä. Tulos on ilmoitettu kappaletta grammassa tutkittavaa materiaalia (kpl/g).

Taulukossa esitetään havaintorajan ylittävät tulokset. Taulukossa tyhjät solut tarkoittavat havaintorajan alittavaa tulosta. Taulukossa viitearvot ylittävät mikrobien määrät ovat lihavoidut ja taustavärjät. Kohonneet, mutta viitearvot alittavat määrät, ovat lihavoidut. Mikäli näytteessä yhdenkin mikrobin (homeet, sädesienet ja muut bakteerit) määrä ylittää sille asetetun viitearvon, on näyte mikrobivaurioitunut.

4.1.2 Tulos





Näytteet 1-4, määrittäysraja kpl/g

1.	DM1. A1, ulkoseinäeriste alaosa	2499
2.	DM2. A1, alaohjauspuu	2493
3.	DM3. A1, toisen kerroksen runkopuu	2504
4.	DM4. A1, yläpohjaeriste	2497

DNA	Analyysi	Mikrobilaji	1	2	3	4
QPCR	Bakteerit	Muut bakteerit		448908	403201	11553210
		Bakteerit yhteensä		448908	403201	11553210
	Sädesienet	Muut sädesienet			9288	10339
		Sädesienet yhteensä			9288	10339
	Homeet	Muut homeet	2019		51306	51930
		Homeet yhteensä	2019		51306	51930

4.1.3 Johtopäätös

Mikrobimateriaalinäytteissä DM3 (A1, toisen kerroksen runkopuu) ja DM4 (A1, yläpohjaeriste) havaittiin viitearvot ylittäviä määriä mikrobeja.

Mikrobimateriaalinäytteissä DM1 (A1, ulkoseinäeriste alaosa) ja DM2 (A1, alaohjauspuu) tulos on tavanomainen mikrobien määrien suhteen.

4.1.4 Toimenpidesuositus

Yläpohjan eriste on mikrobivaurioitunut joten se tulee uusita.

Suosittelemme mustien runkopuidendesinfointia. Koska alaohjauspuun bakteerimäärä on suuri, suosittelemme vastaavien näytteiden ottoa muista rakennuksista.

4.1.5 Viitearvoja

Viljelytekniikalla analysoidussa rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän kosteusvauriosta johtuvaa mikrobikasvustoa, kun näytteen homesienienpitoisuus ylittää 10 000 kpl/g, bakteeripitoisuus 100 000 kpl/g tai sädesienipitoisuus 500 kpl/g. Kuolleet mikrobit (bakteerit, sädesienet, homeet) ovat yhtä haitallisia kuin elävät.

DNA -tekniikan validoinnin perusteella rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän kosteusvauriosta johtuvaa mikrobikasvustoa, kun näytteen homesienienpitoisuus ylittää 5 000 kpl/g, bakteeripitoisuus 600 000 kpl/g tai sädesienipitoisuus 12 000 kpl/g.

Mikäli rakennusmateriaalinäytteen analyysin tulos ylittää viljelymenetelmän viitearvot, mutta alittaa DNA-menetelmälle valitoidut viitearvot, tulos ei tällöin viittaa mikrobivaurioon rakennusmateriaalissa.

Mikäli tulosta halutaan varmentaa, voidaan näytteet analysoida viljelytekniikalla. Tällöin kuitenkin mikrobipitoisuudet voivat joissain tapauksissa ylittää viljelymenetelmälle asetetut viitearvot.



4.1.6 Kirjallisuus

Asumisterveysopas, Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas (2005) Sosiaali- ja terveysministeriö. Vammalan Kirjapaino, Vammala.

Asumisterveysohje, Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät (STM:n oppaita 2003:1) (2003) Sosiaali- ja terveysministeriö. Edita Prima Oy, Helsinki.

Asumisterveysopas, Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas, 2. korjattu painos (2008) Sosiaali- ja terveysministeriö. Vammalan Kirjapaino, Vammala.

Asumisterveysopas, Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas, 3. korjattu painos (2009) Sosiaali- ja terveysministeriö. Ykkös-Offset Oy, Vaasa 2009.



5. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA

5.1 WVOC/VOC -yhdisteet, ilma

5.1.1 Tutkimusmenetelmä

Näytteiden keräyksessä on käytetty Ositum Oy:n SKC 222-3 tarkkuuspumppua, joka on kalibroitu yksilöllisesti analyysiputkityypille Bios International Defreder 520 tarkkuuskalibrointilaitteella, tai asiakkaan omaa pumppua, jonka kalibroinnista vastaa tilaaja. Tulokset perustuvat laboratorioille ilmoitettuun keräysaikaan / ilmamäärään.

Suosittelava näytteenottoaika määrittyy käytetyn putkityypin sisältämien adsorbenttien ominaisuuksien perusteella. Suositellavat näytteenottoajat on esitetty alla olevassa taulukossa. Näytteenottoajan merkittävä pidentäminen suositelluista näytteenottoajoista voi johtaa erittäin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden irtoamiseen adsorbentista näiden yhdisteiden kiinnipysymisajan lyhyden vuoksi. Näytteessä havaitut yhdisteet ja niiden pitoisuudet riippuvat käytetystä adsorbentista.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen thermodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD/GC/MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä on käytetty cryo-tekniikkaa, jossa koloniuunin lähtölämpötila on laskettu +10 °C:een, tavanomaisesti analysointi aloitetaan lähtölämpötilasta +40 °C. Analyysissa käytetään erityisipitkää 60 metrin kolonnia näytteiden sisältämien yhdisteiden tarkkaan erotteluun. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden tavanomaisissa sisälämpötilassa esiintyvien yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC on käytetystä putkityypistä mitattujen yhdisteiden yhteenlaskettupitoisuus tolueeniekvivalenttina. Kullakin putkityypillä mitataan yhdisteitä, joiden koko vastaa taulukossa olevaa suoraketjuisen yhdisteen kokoa ilmoitettuna hiiliatomien lukumääränä. Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Yksittäiset yhdisteet on tunnistettu Wiley7n-kirjastosta. Yhdisteiden pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalentteina tai puhtaaseen vertailuaineeseen laskettuna.

Analyysimenetelmän mittaepävarmuus ilman näytteenottoa tolueenille (luottamusväli 95 %) on keskimäärin 17 % ja määrittäysraja on keskimäärin $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3,5 litran näytteellä (n. 5 ng/näyte). Muille tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden mittaepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen.

Analyysi on Asumisterveysoppaan (2009) mukainen. Asumisterveysoppaan kohdassa "8.8.2 Lyhytaikaiseen näytteenottoon perustuva mittaumenetelmä" todetaan: "Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittämiseksi voidaan ilmanäyte kerätä pumpulla myös muuhun adsorptiomateriaaliin (kuin Tenax TA). Tulosten tulkinta perustuu näytteen WVOC/VOC -profiiliin poikkeamiin tavanomaisena pidettävästä WVOC/VOC -profiilista.

Putkityyppi	Adsorbentti	Mitattujen yhdisteiden koko	Näytteenottoaika
1	Tenax TA	n-C7 - n-C26	120 min
2	Tenax TA/Carbograph 1TD	n-C5/6 - n-C20	25 min
3	Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	25 min
4	Tenax GR	n-C7-n-C30	120 min
5	Molecular Sieve 5Å	N2O (typpioksidi)	25 min
6	Carbosieve S111	n-C2 - n-C6	25 min



6. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA

6.1 WVOC/VOC -yhdisteet, FLEC -analyysi

6.1.1 Tutkimusmenetelmä

Materiaalin emissionäytteiden ottoon käytetään näytteenottovälineitä, jotka eivät kontaminoi näytteitä. Muiden kuin Ositum Oy:n ottamista näytteistä vastaa tilaaja.

Materiaalien emissionäytteiden käsittely tapahtuu standardin ISO 16000-10 mukaan. Materiaalien emissiot määritetään ja ilmoitetaan joko pinta-alaa kohden tunnissa, $\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$, tai painoa kohden tunnissa, $\mu\text{g}/\text{g h}$. Materiaalien pintaemissiot voidaan mitata joko laboratorioon toimitetusta näytteestä tai kohteessa paikanpäällä. Näytteenkeräyslaitteistolla, The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001, kerätään haihtuvat orgaaniset yhdisteet, WVOC/VOC, adsorbentti-putkeen vakioidussa olosuhteissa.

Näytteen keräykseen käytetään kantokaasuna typpikaasua, 5.0-luokka, instrument-laatu, puhtausaste 99.999 % typpeä. Typpikaasu kostutetaan 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus säädetään 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus tarkistetaan Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto aloitetaan, FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä kerätään 500 ml, adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-terkuuspumppua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen thermodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD/GC/MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä on käytetty cryo-tekniikkaa, jossa koloniuunin lähtölämpötila on laskettu $+10 \text{ }^\circ\text{C}$:een, tavanomaisesti analysointi aloitetaan lähtölämpötilasta $+40 \text{ }^\circ\text{C}$. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnia näytteiden sisältämien yhdisteiden tarkkaan erotteluun. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän ja pitoisuuksien suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyseista.

TVOC on käytetystä putkityypistä mitattujen yhdisteiden yhteenlaskettupitoisuus tolueeniekvivalenttina. Kullakin putkityypillä mitataan yhdisteitä, joiden koko vastaa taulukossa olevaa suoraketjuisen yhdisteen kokoa ilmoitettuna hiiliatomien lukumääränä. Yksittäiset yhdisteet on tunnistettu Wiley7n-kirjastosta. Yhdisteiden pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenteina tai puhtaaseen vertailuaineeseen laskettuna.

Analyysimenetelmän mittaepävarmuus ilman näytteenottoa tolueenille (luottamusväli 95 %) on keskimäärin 17 % ja määritysraja on keskimäärin $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3,5 litran näytteellä (n. 5 ng/näyte). Muille tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden mittaepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen.

Putkityyppi	Adsorbentti	Mitattujen yhdisteiden koko	Näytteenottoaika
1	Tenax TA	n-C7 - n-C26	30 min
2	Tenax TA/Carbograph 1TD	n-C5/6 - n-C20	30 min
3	Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	30 min
4	Tenax GR	n-C7-n-C30	30 min
5	Molecular Sieve 5Å	N2O (typpioksidi)	30 min
6	Carbosieve S111	n-C2 - n-C6	30 min



6.1.2 Tulostaulukko, VVOC/VOC -yhdisteet, ilma ja FLEC -analyysi

VVOC/VOC -yhdisteiden pitoisuudet ja yksiköt on esitetty alla olevissa taulukoissa.

	Näytteet 1-4, yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi
1.	VO01 Asunto 3A	µg/m ³	3
2.	FG01 A3 OH	ng/g h	3
3.	FG02 A1 Keittiö	ng/g h	3

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Aldehydit				
	Asetaldehydi	6.6	2.7	
	Bentsaldehydi	1.1	0.7	1.1
	Dekanaali	1.2	1.0	0.6
	Heksanaali	1.1	0.4	0.4
	Heptanaali	0.3		0.3
	Nonanaali	2.4	1.3	1.1
	Oktanaali	0.7	0.4	0.6
	Pentanaali	0.4		
	Yhteensä	13.8	6.5	4.1
Alkaanit				
	2-Metyylibutaani	0.9		
	Dekaani			0.2
	Tetradekaani		0.4	
	Yhteensä	0.9	0.4	0.2
Alkeenit				
	1,2-pentadieeni	0.6		
	1-Penteeni	0.4		
	2-Metyylipropeni			
	Yhteensä	1.0		
Alkoholit				
	1-Butanoli	0.8	1.3	6.6
	1-Oktanoli		0.4	
	2-Butoksietanoli			0.3
	2-Etyyliheksanoli	1.4	14.0	20.3
	2-Metyyli-2-propanoli	0.6	0.9	1.0
	6-Metyyli-1-heptanoli			0.5
	Etanoli	11.4	18.0	8.4
	Isopropanoli	0.8		
	Yhteensä	15.0	34.6	37.1
Aromaattiset				



Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
	Bentseeni	0.5	0.5	0.2
	p-Ksyleeni			
	Tolueneeni	0.5	0.7	0.3
	Yhteensä	1.0	1.2	0.5
Esterit				
	Etyyliasettaatti	0.2		
	Yhteensä	0.2		
Halogenoidut				
	Fluoritrikloorimetaani	0.6		
	Yhteensä	0.6		
Ketonit				
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni			0.2
	Asetoni	2.9	2.6	1.3
	Yhteensä	2.9	2.6	1.5
Orgaaniset hapot				
	Etikkahappo	14.1	7.0	3.0
	Yhteensä	14.1	7.0	3.0
Terpeenit				
	alfa-Pineeni	12.9	0.4	0.2
	delta-3-Kareeni	3		
	d-Limoneeni	1.4		
	Kamfeeni	0.5		
	Sabineeni	0.4		
	Yhteensä	18.2	0.4	0.2
TVOC		68.8	56.8	52.5
Tunnistamattomat				
		1.1	4.1	5.9

Näytteet 1-4, ryhmien pitoisuudet

Ryhmä	1	2	3
Aldehydit	13.8	6.5	4.1
Alkaanit	0.9	0.4	0.2
Alkeenit	1.0		
Alkoholit	15.0	34.6	37.1
Aromaattiset	1.0	1.2	0.5

Ositum Oy
www.ositum.fi
Fax 010 425 2601

Betonimiehenkuja 4
02150 Espoo
Puh 010 425 2610

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31
96200 Rovaniemi
Puh 010 425 2612



Ryhmä	1	2	3
Esterit	0.2		
Halogenoidut	0.6		
Ketonit	2.9	2.6	1.5
Orgaaniset hapot	14.1	7.0	3.0
Terpeenit	18.2	0.4	0.2
Tunnistamattomat	1.1	4.1	5.9
Yhteensä		1.1	4.1
TVOC	68.8	56.8	52.5

6.1.3 Johtopäätös

Sisäilman WVOC/VOC -näytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin etanolia, etikkahappoa ja alfa-pineeniä.

Etanoli, etikkahappo ja alfa-pineeni ovat kosteus- ja mikrobivauriota indikoivia yhdisteitä.

Sisäilman WVOC/VOC -näytteessä havaittiin myös 2-etyyliheksanolia. 2-etyyliheksanoli on kosteus- ja mikrobivauriota indikoiva yhdiste. Sitä saattaa myös emittoitua, irrota sisäilmaan, kosteuden vaurioittamista muovimatoista.

Molemmissa materiaalien FLEC-näytteissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin 2-etyyliheksanolia, jonka pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista. Myös FLEC-näytteessä havaittiin mikrobien aineenvaihduntatuotteita.

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat dioktyyliiftalaatteja, jotka ovat muovien ja kumien pehmittimiä. Ftalaattien hajotessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa makeahkoa hajua. Märällä betonipinnalla tapahtuu siten sisäilman laadun kannalta haitallisia prosesseja. Maton ja betonipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla enää kosteita, sillä reaktion kerran alettua se ei pysähdy, vaikka ko. pinnat ovat kuivia.

6.1.4 Toimenpidesuositus

Muovimatot poistetaan, lattiat hiotaan ja lattiat hiotaan.

Hiottu betonilattia desinfioidaan minkä jälkeen se pinnoitetaan epoksilla, esim. Uzin PE460, Betton Oy, jolla 2-etyyliheksanoli suljetaan betoniin. Epoksipinnoituksen jälkeen lattiat voidaan pinnoittaa halutulla materiaalilla. Lattian ja seinien liittymäkohdat tiivistetään ilmapuotojen estämiseksi.

6.1.5 Viitearvoja

Yhdisteiden viitearvoja, hajukynnys ja normaalipitoisuusarvot on esitetty $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja HTP -arvot on esitetty mg/m^3 , $1 \text{ mg} = 1000 \mu\text{g}$.

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Normaalipitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	HTP 8 h - mg/m^3	HTP 15 min - mg/m^3
Aldehydit	Asetaldehydi	330.0			46
	Bentsaldehydi	180.0	1.70		
	Dekanaali	650.0			

Ositum Oy Betonimiehenkuja 4 Kallakiventie 1 Maakuntakatu 29 - 31
 www.ositum.fi 02150 Espoo 90250 Oulu 96200 Rovaniemi
 Fax 010 425 2601 Puh 010 425 2610 Puh 010 425 2600 Puh 010 425 2612



Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys µg/m³	Normaalipitoisuus µg/m³	HTP 8 h - mg/m³	HTP 15 min - mg/m³
	Heksanaali	55.0	11.50		
	Nonanaali	13.0	5.00		
	Oktanaali		3.90		
	Pentanaali	20.0	1.60	110	
Alkeenit	1-Penteeni	550.0			
Alkoholit	1-Butanoli	5200.0		150	230
	2-Metyyli-2-propanoli	66100.0		150	230
	Etanoli	55000.0		1900	2500
	Isopropanoli	1100.0		500	620
Aromaattiset	Bentseeni	28000.0	1.60	3.25	
	p-Ksyleeni	4900.0	5.10	220	440
	Tolueneeni	11100.0	14.40	190	380
Esterit	Etyylasetaatti	2230.0		1100	1800
Halogenoidut	Fluoritrikloorimetaani	92900.0		5600	7000
Ketonit	Asetoni	31500.0		1200	1500
Orgaaniset hapot	Etikkahappo	400.0		13	25
Terpeenit	alfa-Pineeni	700.0	7.70		
	delta-3-Kareeni		6.00		
	di-Limoneeni	2400.0	13.50		

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteryhmien yhteenlaskettujen kokonaispitoisuuksien laadullisia viitearvoja.

Ryhmä	Viitearvoja	Oirearvoja
Aldehydit	20	
Alkaanit	100	
Aromaattiset	50	1000
Esterit	20	
Halogenoidut	30	
Muut	50	
Terpeenit	30	

Kirjallisuus (Wallace 1986, Seifert 1990)

Yhdisteiden yhteenlaskettujen pitoisuuksien, TVOC, yleisiä seuraamuksia.

TVOC	Yhdisteiden kokonaispitoisuudelle raportoituja seurauksia
600-3000	saattaa esiintyä oireita
3000-25000	aiheuttaa epämiellyttävän olon
>25000	aiheuttaa myrkytysoireita

Kirjallisuus (Molhave 1990)

Yhdisteiden hajukynnyslytykset näytteittäin.

Ositum Oy Betonimiehenkuja 4 Kiilakiventie 1 Maakuntakatu 29 - 31
 www.ositum.fi 02150 Espoo 90250 Oulu 96200 Rovaniemi
 Fax:010 425 2601 Puh.010 425 2610 Puh.010 425 2600 Puh.010 425 2612



Näyte	Yhdiste
---	---

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteiden haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien, HTP, ylitykset näytteittäin. HTP -arvo ilmoittaa yhdisteen pitoisuuden, jotka työpaikoilla eivät saa ylittyä 8 tunnin tai 15 minuutin työskentelyn aikana.

Näyte	8 h - mg/m ³	15 min - mg/m ³
---	---	---

Kirjallisuus (International Chemical Safety Cards (ICSC) 2007)

Yhdisteiden haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien, HTP/1000, ylitykset näytteittäin. HTP/1000 -arvon ylitys kertoo yhdisteen epätavallisen korkeasta pitoisuudesta asuintiloissa verrattuna tavanomaisena pidettyyn pitoisuuteen sisäilmassa.

Näyte	8 h - mg/m ³	15 min - mg/m ³
---	---	---

Kirjallisuus (Kostiainen ja Nokelainen 1994)

6.1.6 Kirjallisuus

International Chemical Safety Cards (ICSC) (2007) The International Programme on Chemical Safety (IPCS) joint programme of the United Nations Environment Programme (UNEP), the International Labour Office (ILO) and the World Health Organization (WHO). Cited January 24th 2007 from: <http://www.who.int/ipcs/publications/icsc/en/index.html>

Kostiainen R, Nokelainen S & Ahonen S (1994) Haihtuvat Orgaaniset Yhdisteet Huoneilmassa. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/94, Helsinki.

Molhave L (1990) Volatile organic compounds, indoor air quality and health. Teoksessa: Walkinshaw, D.S. (ed) Indoor Air '90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, 5: 15-33.

Seifert B (1990) Regulating indoor air. Teoksessa: Walkinshaw, D.S. (ed) Indoor Air '90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, 5: 35-49.

Sisäilmastoluokitus 2000, Sisäilmayhdistys julkaisu 5 (2001) Sisäilmayhdistys ry, Rakennustietosäätiö, Suomen Arkkitehtiliitto SAFA, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ja Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto SKOL. Kirjapaino Verbi, Espoo.

Wallace LA (1986) An overview of the total exposure assessment methodology (TEAM) study. Summary and analysis, Vol. 1. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.



7. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuosituksset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Tuloksiin perustuvat johtopäätökset, toimenpidesuosituksset ja muut tässä analyysiraportissa esitetyt tulkinnat pohjautuvat yleiseen asiantuntemukseen tulosten merkityksestä. Analyysien merkitystä on verrattava kohteesta tehtyihin havaintoihin ja muihin mittauksiin.

Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitettyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa.

Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 28.5.2010

Ositum Oy

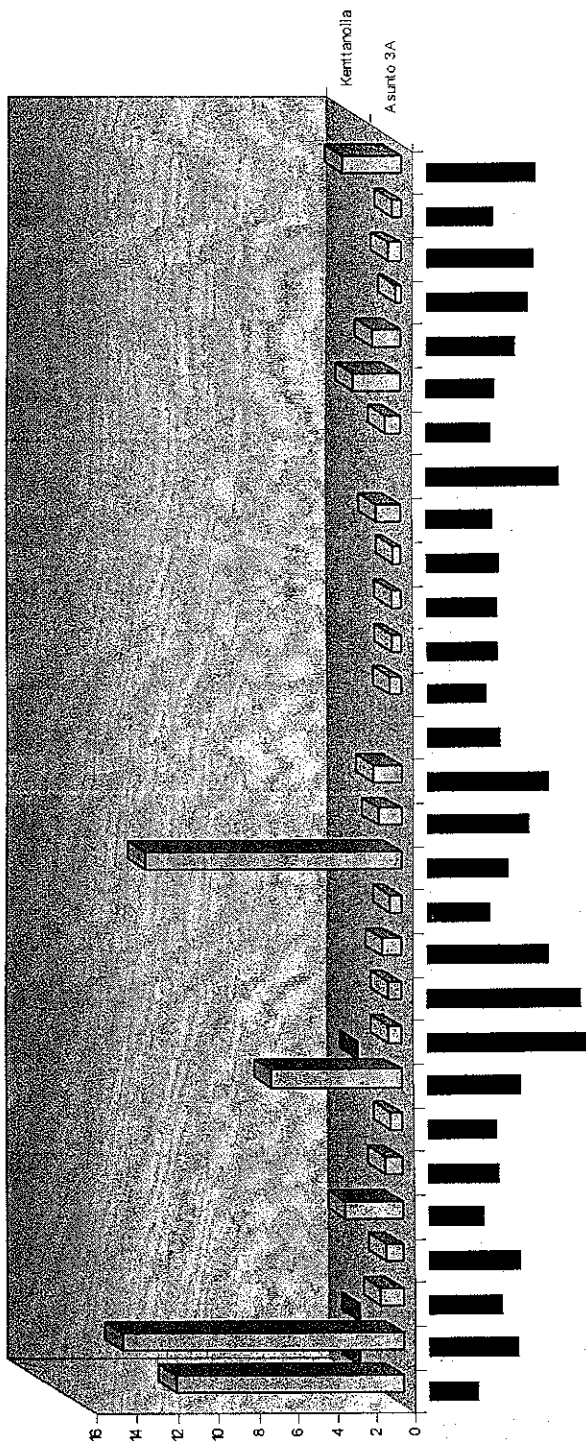
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Merja Mikkonen".

Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

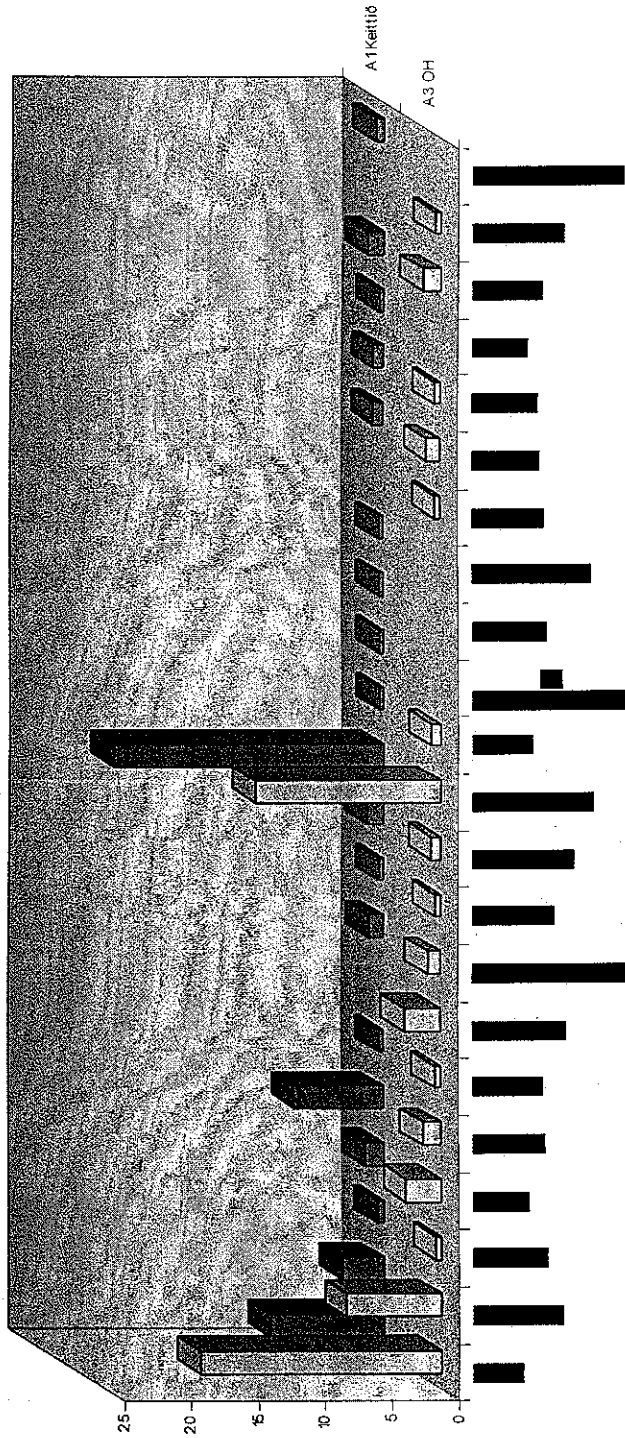


WOCVOC -analyysi $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Ositum Oy Betonimiehentienkuja 4 Kivikiventie 1 Maakuntakatu 29 - 31
 www.ositum.fi 02150 Espoo 90250 Oulu 96200 Rovaniemi
 Fax: 010 425 2601 Puh: 010 425 2610 Puh: 010 425 2600 Puh: 010 425 2612

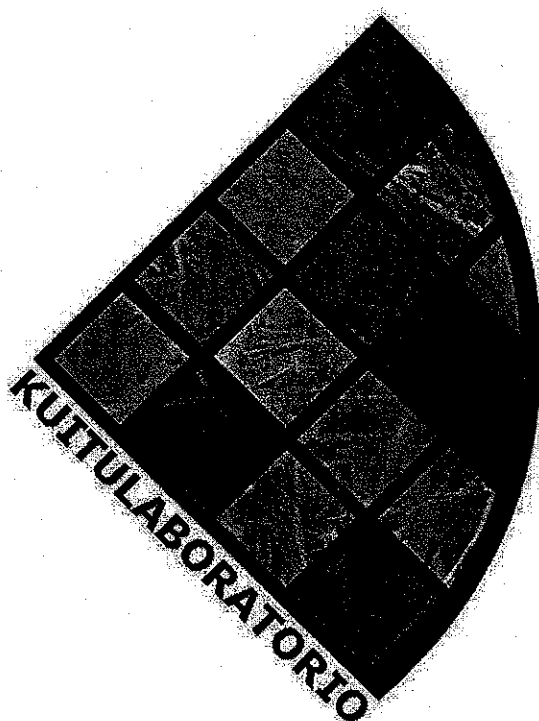
Materiaalin FLEC -analyysi ng/g h



Ositum Oy Betonimiehankuja 4 Kivikaveritie 1 Maakuntakatu 29 - 31
 www.ositum.fi 02150 Espoo 90250 Oulu 96200 Rovaniemi
 Fax 010 425 2601 Puh:010 425 2610 Puh:010 425 2600 Puh:010 425 2612



MATERIAALIEN ASBESTIANALYYSIT
LUOTOLAISENTIE 12



Analyysiraportti 1005711

5.1.2011

Ositum Oy	Betonimiehenkuja 4	Kilakiventie 1	Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi	02150 Espoo	90250 Oulu	96200 Rovaniemi
Fax 010 425 2601	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600	Puh 010 425 2612



1.	YHTEYSTIEDOT	3
2.	MATERIAALIN EPÄPUHTAUDET	4
2.1	Materiaalien asbestianalyysit.....	4
2.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	4
2.1.2	Tulos	4
2.1.3	Johtopäätös.....	4
2.1.4	Toimenpidesuositus	4
2.1.5	Viitearvoja	4
2.1.6	Kirjallisuus	4
3.	ALLEKIRJOITUKSET	5



1. YHTEYSTIEDOT

Tilaja	Oulun Osaamiskeskus Kari Pääaho Kotkantie 3 90250 OULU
Tutkimuskohde	Luotolaisentie 12
Työ alkoi	5.1.2011
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Yhteyshenkilö	FT Laboratoriopäällikkö Merja Mikkonen Puhelin 010 425 2603, Gsm 044 537 9005
Näytteenottaja	Tilaja



2. MATERIAALIN EPÄPUHTAUDET

2.1 Materiaalien asbestianalyysit

2.1.1 Tutkimusmenetelmä

Näyte hajotetaan mekaanisesti ja asbestikuidut tutkitaan valomikroskooppisesti ja vertaillaan standardiaineisiin. Tulos koskee vain analyysimenetelmällä tutkittua näytettä.

2.1.2 Tulos

Näyte	Selite	Luokitus
1	Rypyläkatto	Ei asbestipitoinen.

2.1.3 Johtopäätös

Näytteen materiaalia ei luokitella asbestipitoiseksi.

2.1.4 Toimenpidesuositus

Tulos ei aiheuta toimenpiteitä asbestin osalta.

2.1.5 Viitearvoja

Asbestipitoisena materiaalina pidetään yleensä tuotetta, jonka asbestipitoisuus on vähintään 1 %. Jos asbestimateriaali on sekoitettu muuhun rakennusjätteeseen, sitä pitää käsitellä asbestijätteenä, vaikka asbestipitoisuus olisikin alle 1 %.

2.1.6 Kirjallisuus

Riiala R., Pirhonen P., Heikkilä P. 1993. Asbesti Purku- ja huoltotöissä (Työterveyslaitos, Työolot 70). 2. osittain uudistettu painos. Helsinki: Painotalo Miktor.

RATU-OHJE 82-0236 Asbestia sisältävien rakenteiden purku.



3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Mahdollisissa oikeudessa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitetyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitetyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa.

Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 5.1.2011

Ositum Oy

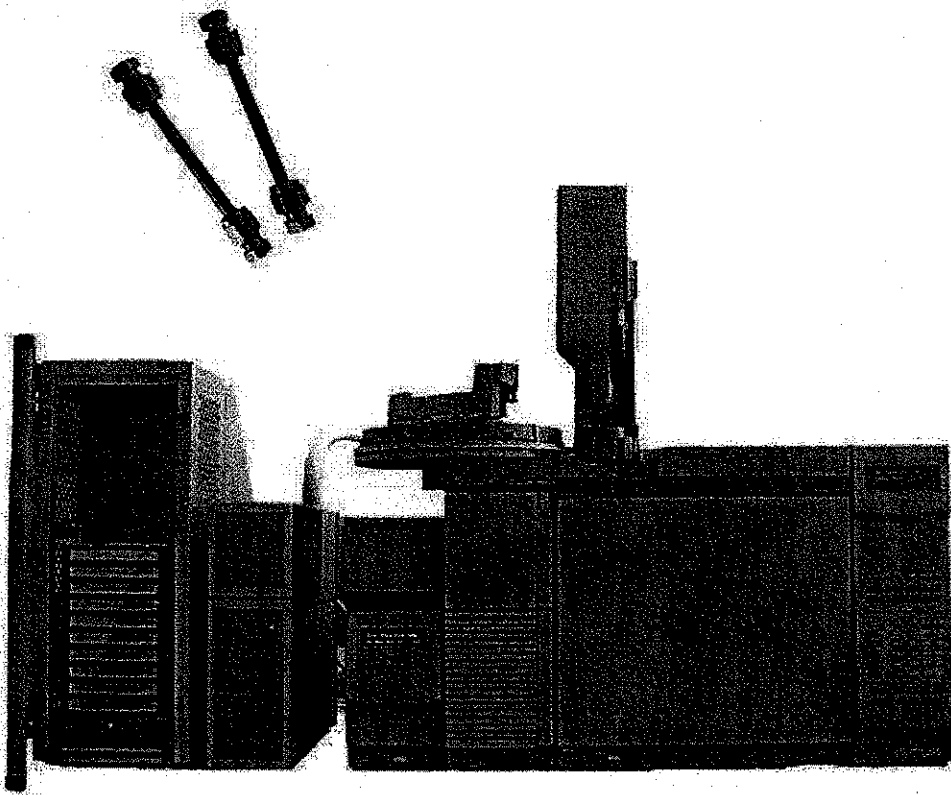
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Merja Mikkonen".

Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto



LUOTOLAISENTIE 12
MATERIAALIEN FLEC-ANALYYSI



Analyysiraportti 987810

9.12.2010

Ositum Oy	Betonimiehenkuja 4	Killakiventie 1	Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi	02150 Espoo	90250 Oulu	96200 Rovaniemi
Fax 010 425 2601	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600	Puh 010 425 2612

Analyysiraportti 987810 9.12.2010 Sivu 1:10



Sisällysluettelo

1. YHTEYSTIEDOT	3
2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA	4
2.1 WOC ja VOC -yhdisteet, FLEC.....	4
2.1.1 Tutkimusmenetelmä.....	4
2.1.2 Tulostaulukko, FLEC -analyysi	5
2.1.3 Johtopäätös.....	7
2.1.4 Toimenpidesuositus	7
3. ALLEKIRJOITUKSET	8
4. TULOKSET GRAAFISESTI.....	9



1. YHTEYSTIEDOT

Tilaja	Oulun Osaamiskeskus Oy Kari Pääaho Kotkantie 3 90250 OULU
Tutkimuskohde	Luotolaisentie 12 OULU
Projektinumero	987810
Perustettu	3.12.2010
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Yhteyshenkilö	FM Jani Mäkelä Gsm 050 349 6130 Laboratorioanalyytikko (AMK) Anssi Riekk Gsm 050 3306526
Näytteenottaja	Tilaja: Oulun Osaamiskeskus Oy
Näyteinfo	Vastaanotettu 2.12.2010



2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA

2.1 WVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

2.1.1 Tutkimusmenetelmä

Materiaalin emissionäytteidien ottoon käytetään näytteenottovälineitä, jotka eivät kontaminoi näytteitä. Muiden kuin Ositum Oy:n ottamista näytteistä vastaa tilaaja.

Materiaalien emissionäytteidien käsittely tapahtuu standardin ISO 16000-10 mukaan. Materiaalien emissiot määritetään ja ilmoitetaan joko pinta-alaa kohden tunnissa, $\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$, tai painoa kohden tunnissa, $\mu\text{g}/\text{g h}$. Materiaalien pintaemissiot voidaan mitata joko laboratorioon toimitetusta näytteestä tai kohteessa paikanpäällä. Näytteenkeräyslaitteistolla, The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001, kerätään haihtuvat orgaaniset yhdisteet, WVOC ja VOC, adsorbentti-putkeen vakioidussa olosuhteissa.

Näytteen keräykseen käytetään kantokaasuna typpikaasua, 5.0-luokka, instrument-laatu, puhtausaste 99.999 % typpeä. Typpikaasu kostutetaan 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus säädetään 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus tarkistetaan Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto aloitetaan, FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä kerätään 500 ml, adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-terkuuspumpua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen thermodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD/GC/MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä on käytetty cryo-tekniikkaa, jossa koloniuunin lähtölämpötila on laskettu $+10 \text{ }^\circ\text{C}$:een, tavanomaisesti analysointi aloitetaan lähtölämpötilasta $+40 \text{ }^\circ\text{C}$. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnia näytteen sisältämien yhdisteiden tarkkaan erotteluun. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän ja pitoisuuksien suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC on käytetystä putkityypistä mitattujen yhdisteiden yhteenlaskettupitoisuus tolueeniekvivalenttina. Kullakin putkityypillä mitataan yhdisteitä, joiden koko vastaa taulukossa olevaa suoraketjuisen yhdisteen kokoa ilmoitettuna hiiliatomien lukumääränä. Yksittäiset yhdisteet on tunnistettu Wiley7n-kirjastosta. Yhdisteiden pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalentteina tai puhtaaseen vertailuaineeseen laskettuna.

Analyysimenetelmän mittaepävarmuus ilman näytteenottoa tolueenille (luottamusväli 95 %) on keskimäärin 17 % ja määrittärajana on keskimäärin $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3.5 litran näytteellä (n. 5 ng/näyte). Muille tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden mittaepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen.

Putkityyppi	Adsorbentti	Mitattujen yhdisteiden koko	Näytteenottoaika
1	Tenax TA	n-C7 - n-C26	30 min
2	Tenax TA/Carbograph 1TD	n-C5/6 - n-C20	30 min
3	Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	30 min
4	Tenax GR	n-C7-n-C30	30 min
5	Molecular Sieve 5Å	N ₂ O (typpioksidi)	30 min
6	Carbosieve S111	n-C2 - n-C6	30 min



2.1.2 Tulostaulukko, FLEC -analyysi

WVOC/VOC -yhdisteiden pitoisuudet ja yksiköt on esitetty alla olevissa taulukoissa.

	Näytteet 1-1, yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi
1.	FG1. A6 OH lattia betoni	ng/g h	3

Ryhmä	Yhdiste	1
Aldehydit		
	Bentsaldehydi	<1
	Dekanaali	2
	Heksanaali	<1
	Heptanaali	<1
	Nonanaali	2
	Oktanaali	1
	Undekanaali	<1
	Yhteensä	5
Alkaanit		
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	1
	Dekaani	<1
	Dodekaani	<1
	Heksaani	1
	Heksadekaani	2
	Heptadekaani	<1
	Tetradekaani	2
	Yhteensä	8
Alkoholit		
	2-Etyyliheksanoli	3
	2-Metyyli-2-propanoli	1
	Isobutanoli	<1
	Yhteensä	4
Aromaattiset		
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	<1
	2-Etyylitolueeni	<1
	Bentseeni	<1
	Bentsotiatsoli	<1
	Butyloitu hydroksitolueeni	<1
	Etyylibentseeni	<1
	m-Ksyleeni	<1
	Naftaleeni	<1
	o-Ksyleeni	<1
	p-Ksyleeni	1
	Tolueeni	1
	Yhteensä	2
Esterit		
	Dietyleeniglykolimonobutyylietteriasetaatti	2
	Yhteensä	2
Glykoleetterit		

Ositum Oy	Betonimiehenkuja 4	Kiilakiventie 1	Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi	02150 Espoo	90250 Oulu	96200 Rovaniemi
Fax 010 425 2601	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600	Puh 010 425 2612



Ryhmä	Yhdiste	1
	Dietyleeniglykolibutyylieetteri	<1
	Yhteensä	<1
Ketonit		
	2,4-Dimetyyli-3-pentanoni	<1
	4-Metyyli-2-pentanoni	<1
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni	1
	Asetofenoni	<1
	Asetoni	2
	Yhteensä	3
Rikkiyhdisteet		
	Tiourea	<1
	Yhteensä	<1
Siloksaanit		
	Trimetyylisilanol	<1
	Yhteensä	<1
Terpeenit		
	alfa-Pineeni	1
	delta-3-Kareeni	<1
	dl-Limoneeni	1
	Yhteensä	2
Tunnistamattomat		
		8
TVOC		34

Näytteet 1-1, ryhmien pitoisuudet

Ryhmä	1
Aldehydit	5
Alkaanit	8
Alkoholit	4
Aromaattiset	2
Esterit	2
Glykolieetterit	<1
Ketonit	3
Rikkiyhdisteet	<1
Siloksaanit	<1
Terpeenit	2
Tunnistamattomat	8
TVOC	34

Ositum Oy Betonimiehenkuja 4 Kilakiventie 1 Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi 02150 Espoo 90250 Oulu 96200 Rovaniemi
Fax 010 425 2601 Puh 010 425 2610 Puh 010 425 2600 Puh 010 425 2612



2.1.3 Johtopäätös

Materiaalin FLEC-näytteessä epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin heksadekaania, jonka pitoisuus ylitti 10 % kokonaispitoisuudesta.

Heksadekaania käytetään mm. polttoaineissa.

2.1.4 Toimenpidesuositus

Toimenpidesuositus on esitetty erillisessä liitteessä, Liite 1.



3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Tuloksiin perustuvat johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä analyysiraportissa esitetyt tulokset pohjautuvat yleiseen asiantuntemukseen tulosten merkityksestä. Analyysien merkitystä on verrattava kohteesta tehtyihin havaintoihin ja muihin mittauksiin.

Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitettyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa. Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 9.12.2010

Ositum Oy

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Merja Mikkonen".

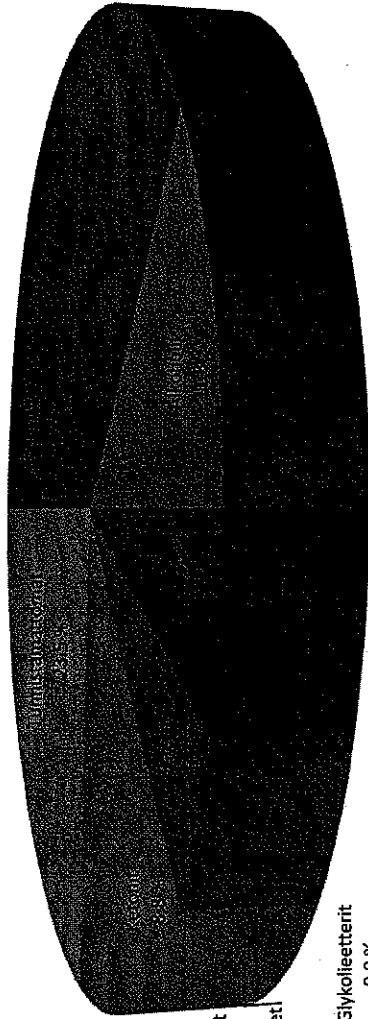
Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

4. TULOKSET GRAAFISESTI

Ryhmiä pitoisuudet

Materiaalin FLEC -analyysi ng/g h



Ositum Oy Betonimiehenkuja 4 Kiilakiventie 1 Maakuntakatu 29 - 31
 www.ositum.fi 02150 Espoo 90250 Oulu 96200 Rovaniemi
 Fax 010 425 2601 Puh.010 425 2610 Puh 010 425 2600 Puh 010 425 2612



LIITE 1

**TOIMENPIDESUOSITUS KOSKIEN RAPORTTIA 987810,
LUOTOLAISENTIE 12, MATERIAALIEN FLEC-ANALYYSI****1. YHTEYSTIEDOT**

Tilaaaja	Oulun Osaamiskeskus Oy Kari Pääaho Kotkantie 3 90250 OULU
Tutkimuskohde	Luotolaisentie 12 OULU
Projektinumero	987810
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Yhteyshenkilö	FM Jani Mäkelä Gsm 050 349 6130 Laboratorioanalyttikko (AMK) Anssi Riekki Gsm 050 3306526

2. TOIMENPIDESUOSITUS

Näytteessä epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin heksadekaania. Mitatut pitoisuudet ovat kuitenkin alhaiset, joten ei suositella toimenpiteitä VVOC ja VOC -yhdisteiden osalta.



3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Tuloksiin perustuvat johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä analyysiraportissa esitetyt tulokset perustuvat yleiseen asiantuntemukseen tulosten merkityksestä. Analyysien merkitystä on verrattava kohteesta tehtyihin havaintoihin ja muihin mittauksiin.

Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitetyt tulokset, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa. Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 9.12.2010

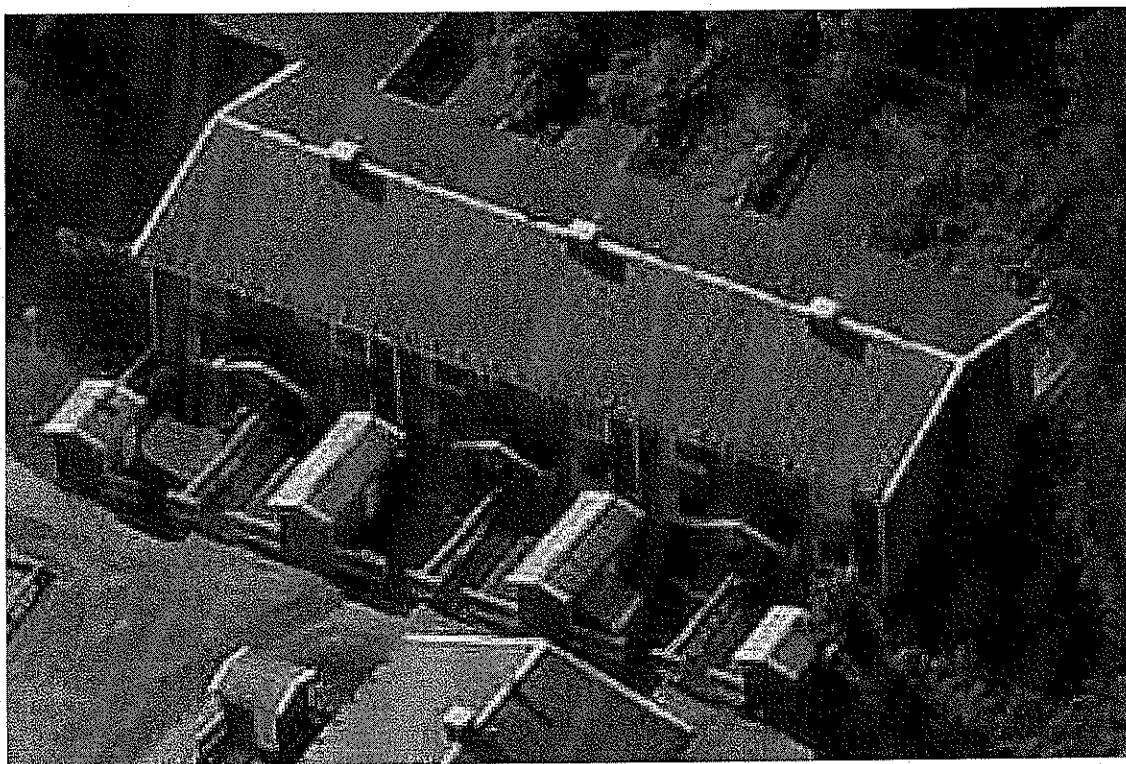
Ositum Oy

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Merja Mikkonen".

Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Ositum Oy	Betonimiehenkuja 4	Kilakiventie 1	Maakuntakatu 29 - 31
www.ositum.fi	02150 Espoo	90250 Oulu	96200 Rovaniemi
Fax 010 425 2601	Puh 010 425 2610	Puh 010 425 2600	Puh 010 425 2612

LUOTOLAISENTIE 12 B-RAKENNUS KUNTOTUTKIMUS





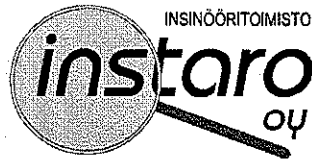
KUNTOTUTKIMUS

LUOTOLAISENTIE

28.10.2011

KOHTEEN YLEISTIEDOT**KOHDE**Luotolaisentie 12
90540 OULU**TILAAJA**Oulun Aikuiskoulutuskeskus
Kari Pääaho
puh. 044 703 7791**TUTKIMUKSEN TEKIJÄT**Instaro Oy
vaihde 010 839 3800
faksi: 010 839 3810
Paljetie 10
90140 OuluAntti Rasi-Koskinen, RI
antti.rasi-koskinen@instaro.fi
puh. 010 839 3809**TUTKIMUSAJANKOHDAT**

13.9.2011



Sisällys:

KOHTEEN YLEISTIEDOT	2
1. LÄHTÖTIEDOT	4
1.1 Asiakirjat ja aiemmat tutkimukset	4
1.2 Tutkimusvälineet ja menetelmät	4
2. TUTKIMUKSET, TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	5
2.1 Ulkoseinät	6
2.2 Parvekkeen pieliseinän liitos	10
2.3 Alapohja	11
2.4 Pesuhuoneen väliseinä ja lattia	12
2.5 Yläpohja	13
2.6 Asbesti- ja formaldehydikartoitus	15
3. JATKOTOIMENPITEET	16
4. LIITTEET	18



KUNTOTUTKIMUS

LUOTOLAISENTIE

28.10.2011

1. LÄHTÖTIEDOT

Luotolaisentie 12 B-rakennus sijaitsee Oulussa Oinaansuon kaupunginosassa. Kaksikerroksinen rivitalo on rakennettu vuonna 1983. Taloyhtiöön kuuluu neljä rakennusta. Rakennus on puurunkoinen ja siinä on tiiliverhous. Perustuksena on valesokkeli. Välipohjat sekä huoneistojen väliset seinät ovat teräsbetonia. Yläpohja ja vesikatto ovat puurakenteisia. Vesikattemateriaalina on pelti.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen rakenteiden kunto, käytetyt rakenneratkaisut sekä alapohjan täyttömaan kapillaarisuus tulevaa peruskorjausta varten. Muovimattojen sekä laatoitusten saumojen sisältämä mahdollinen asbesti sekä seinien pintarakenteena toimivan lastulevyn formaldehydipitoisuus selvitettiin myös. Lisäksi tutkittiin vesikaton kunto tulevaa perusparannusta varten.

1.1 Asiakirjat ja aiemmat tutkimukset

Kohteesta oli käytettävissä alkuperäiset arkkitehti- ja sähkösuunnitelmukset vuodelta 1982, rakennusselitys sekä LVI- ja sähkötyöselitykset.

1.2 Tutkimusvälineet ja menetelmät

Tutkimuksissa otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten kaksitoista kappaletta. Asbestikartoitusta varten otettiin kuusi kappaletta materiaalinäytteitä. Lastulevyjen formaldehydi määritettiin yhdestä materiaalinäytteestä.

Materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit on tehty Oulun Työterveyslaitoksen laboratorioissa. Materiaalinäytteiden analyysi on tehty suoraviljelymenetelmällä, jossa elinkykyisten mikrobien määrä on esitetty suhteellisella asteikolla.

Asumisterveysohjeen mukaan materiaalinäytteen bakteeripitoisuuden ylittäessä 100 000 cfu/g, tulos viittaa materiaalissa bakteerikasvuun. Kun elinkykyisten sienitiöiden pitoisuus ylittää 10 000 cfu/g ja aktinobakteeripitoisuus 500 cfu/g raja-arvon, viittaa tulos materiaalin kastumiseen ja vaurioitumiseen. Mikäli edellä mainitut pitoisuudet alittuvat, on tulosta tulkitessa otettava huomioon laimennossarjamenetelmällä saatu, kulloinkin kyseessä olevan materiaalinäytteen mikrobilajisto. Yksittäisen mikrobilajin esiintyminen materiaalinäytteessä on normaalia.

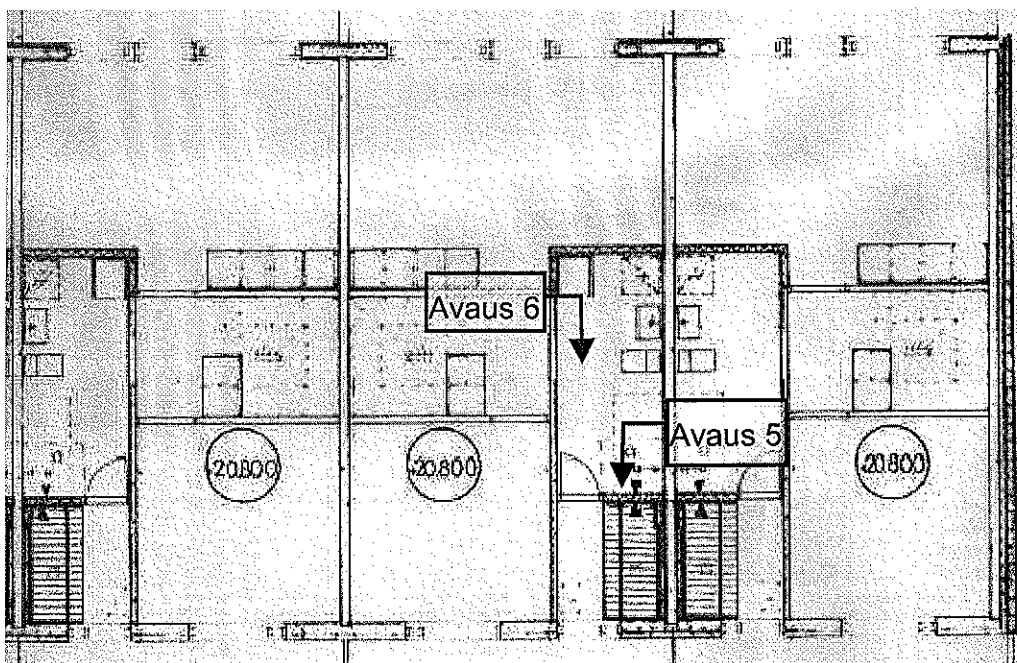
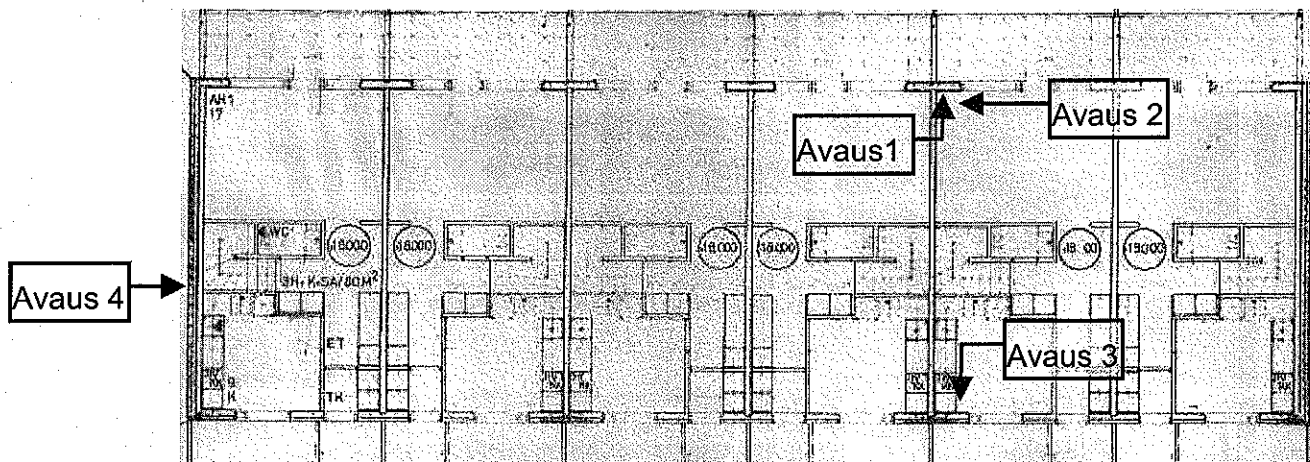
-	+	++	+++	++++
ei mikrobeja	niukasti	kohtalaisesti	runsaasti	eritt. runsaasti
0 cfu/malja	1-19 cfu/malja	20-49 cfu/malja	50-200 cfu/malja	>200 cfu/malja

Vesikaton puurakenteiden kuntoa arvioitiin silmämääräisesti vuotokohtien ja niiden aiheuttamien ongelmien perusteella.

Rakennuksen alapohjatäytön maanäyte analysoitiin Oulun Geolaboratorio Oy:ssä. Maa-ainestutkimuksissa määritettiin kapillaarisuuskokeen avulla maa-aineksen kapillaarisuus.

2. TUTKIMUKSET, TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

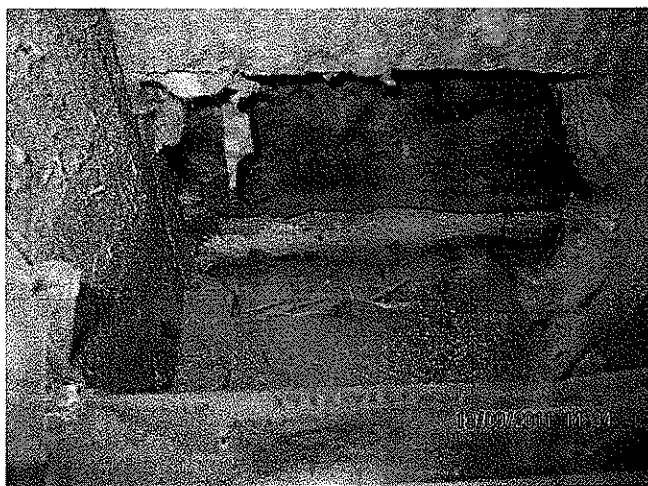
Tutkimukset aloitettiin aistinvaraisin tutkimuksin sekä haastattelemalla kohteen korjauksesta vastaavaa urakoitsijaa. Samalla määritettiin rakenneavauskohdat. Rakenneavauskohdat on esitetty piirustuksissa 1 ja 2.



2.1 Ulkoseinät

Ulkoseinän valesokkelirakenteen kunnon tutkimiseksi tehtiin rakenneavaus olohuoneeseen (avaus 1) sekä keittiöön (avaus 3). Rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteet alajuoksupuusta, mineraalivillasta sekä rungon ulkopinnassa olevasta kovavillasta.

Keittiön ulkoseinään tehtiin rakenneavaus piirustuksen 1 osoittamaan paikkaan. Keittiön ulkoseinässä (avaus 3) mineraalivillan ja tiiliverhouksen välinen tuuletusrako oli täynnä laastipursetta (kuva 1).



Kuva 1. Ulkoseinän tuuletusrako on täynnä laastipursetta.

Avauksen kohdalla pystyrunkopuiden nauhojen kannat olivat ruostuneet, sokkelibetonissa oli kalkkihärmettä, mikä on merkki kosteudesta rakenteessa. Lisäksi mineraalivilla oli tummunutta. Mineraalivillojen tummuminen johtuu todennäköisesti ilmavirtauksista rakenteessa.

Materiaalinäytteessä M1, joka on otettu keittiön ulkoseinän alaohjauspuusta (Avaus 3), ei esiinny viitettä vauriosta.

Materiaalinäytteessä M2, joka on otettu keittiön ulkoseinän mineraalivillasta (Avaus 3), on heikko viite vauriosta. Näyte sisältää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

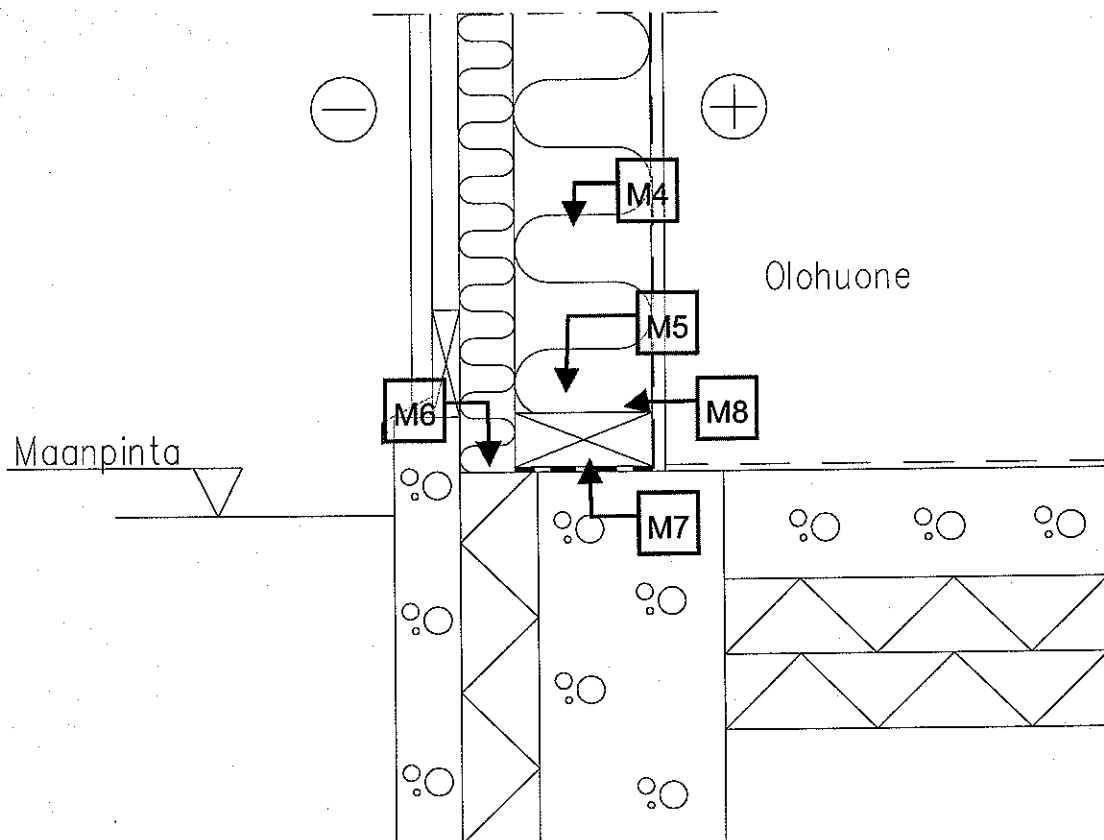
Materiaalinäytteessä M3, joka on otettu keittiön ulkoseinän kovasta mineraalivillasta (Avaus 3), on heikko viite vauriosta. Näyte sisältää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Olohuoneeseen tehtiin rakenneavaus huoneistojen välisen seinän viereen, jotta samasta avauksesta pystyttiin tarkastamaan piiliseinän liitoksen kunto. Avauskohdasta on merkitty piirustuksessa 1 (Avaus 1). Olohuoneen ulkoseinän kovavilla oli avauskohdasta tummunutta (Kuva 2).



Kuva 2. Ulkoseinän kovavilla oli tummunutta.

Ulkoseinän ja alapohjan liitos on esitetty piirustuksessa 3. Piirustukseen on merkitty materiaalinäytteiden 4–8 ottokohdat.



Piirustus 3. Rakenne avauskohdassa 1. Piirustus ei ole mittakaavassa.



Kuva 3. Kuva olohuoneen ulkoseinän rakenneavauksesta.

Materiaalinäytteessä M4, joka on otettu olohuoneen ulkoseinän mineraalivillasta n. 30 cm korkeudelta (Avaus 1), ei esiinny viitettä vauriosta.

Materiaalinäytteessä M5, joka on otettu olohuoneen ulkoseinän mineraalivillan alareunasta (Avaus 1), on heikko viite vauriosta. Näyte sisältää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Materiaalinäytteessä M6, joka on otettu olohuoneen ulkoseinän kovasta mineraalivillasta (Avaus 1), ei esiinny viitettä vauriosta.

Materiaalinäytteessä M7, joka on otettu olohuoneen ulkoseinän alaohjauspuun alapinnasta (Avaus 1), on heikko viite vauriosta. Näyte sisältää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Materiaalinäytteessä M8, joka on otettu olohuoneen ulkoseinän alaohjauspuun yläpinnasta (Avaus 1), ei esiinny viitettä vauriosta.

Mikrobivauriot näytteissä olivat vähäisiä, mutta aistinvaraisesti havaittiin viitteitä kosteudesta seinien alaosien rakenteissa. Keittiön ja olohuoneen seinistä otettujen näytteiden vauriot johtuvat ulkoseinän alaosan heikosta tuulettuvuudesta sekä ulkopuolisesta kosteusrasituksesta. Keittiössä tiiliverhouksen takana oleva tuuletusväli on täynnä laastipurseita, jotka estävät rakenteen tuulettumisen. Ongelmana on myös ulkoseinien alaohjauspuun sijainti, joka on hyvin lähellä maanpinnan tasoa. Puurungon alaosan ollessa lähellä maanpinnan tasoa, pääsee maaperän kosteus nousemaan kapillaarisesti betonisokkeliin ja seinän alaosan rakenteisiin. Myös sisäilman kosteus saattaa päästä höyrynsulun epätiiveyskohdista rakenteeseen ja tiivistyä rakenteen kylmille pinoille aiheuttaen kosteusrasitusta.

Päätyseinään tehtiin rakenneavaus piirustuksen 1 osoittamaan paikkaan (Avaus 4). Avauksesta otettiin materiaalinäyte (MN 12) tiiliverhouksen takana olevasta mineraalivillasta (Kuva 4).



Kuva 4. Seinän alaosa on hyvin lähellä maanpintaa (Avaus 4).

Tiiliverhouksen takana ei ollut käytännössä ollenkaan tuuletusrakoa (Kuva 5), vaan mineraalivilla oli kiinni tiilimuurauksessa. Mineraalivillan alla oli runsaasti muurahaisia.



Kuva 5. Päätyseinän tiiliverhouksen takana ei ole tuuletusrakoa.

Materiaalinäytteessä M12, joka on otettu päätyseinän mineraalivillan alapinnasta, esiintyy vahva viite vauriosta. Näyte sisältää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Vaurio päätyseinän mineraalivillassa johtuu pitkäaikaisesta ulkopuolisesta kosteusrasituksesta sekä seinärakenteen heikosta tuulettavuudesta. Koska päätyseinässä ei ole tiilimuurauksen takana ollenkaan tuuletusta ja seinän alaosa on lähellä maanpintaa, pääsee maakosteus nousemaan sokkelin kautta seinän sisälle. Lisäksi päätyseinään tulee kosteusrasitusta viistosateista. Viistosade läpäisee tiiliverhouksen ja kastelee mineraalivillan.

2.2 Parvekkeen pieliseinän liitos

Avauksesta 1 tarkasteltiin parvekkeen pieliseinän liitosrakennetta. Parvekkeiden pieliseinät on kannatettu huoneistojen välisistä väliseinistä teräskiinnikkeillä, jotka toimivat rakenteen sisällä kylmäsiltoina. Betonisen pieliseinäelementin ja betonisen väliseinän välissä on 100 mm mineraalivillaa, jonka molemmilla puolilla on lauta (Kuva 6). Liitoksesta otettiin materiaalinäyte 9 mineraalivillasta sekä 10 reuna-laudasta.



Kuva 6. Parvekkeen pieliseinän ja huoneistojen välisen seinän liitos.

Materiaalinäytteessä M9, joka on otettu pieliseinän liitoksen mineraalivillasta (Avaus 1), ei esiinny viitettä vauriosta.

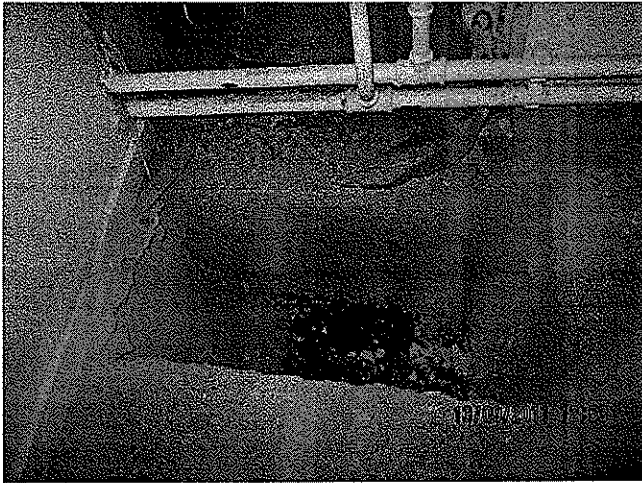
Materiaalinäytteessä M10, joka on otettu pieliseinän liitoksen laudasta (Avaus 1), esiintyy heikko viite vauriosta. Näyte sisältää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Pieliseinän liitoksen mikrobivauriot johtuvat liitoksen huonosta kosteus- ja lämpöteknisestä toimivuudesta. Pieliseinän teräskannattimet toimivat kylmäsiltoina. Lisäksi ohut eriste aiheuttaa kosteuden tiivistymisen eristeen ulkopintaan ja pieliseinän puoleiseen lautaan. Todennäköisesti talvikaudella rakenteen lämpötila pysyy melko kylmänä, jolloin on mahdollista että kosteutta tiivistyy rakenteeseen.

2.3 Alapohja

Alapohjan rakenteen selvittämiseksi tehtiin rakenneavaus olohuoneen lattiaan ulkoseinän viereen (kuva 7). Avauskohta on merkitty piirustukseen 1 (Avaus 2). Alapohjarakenne on avauskohdalla seuraava:

- Muovimatto
- Betoni n. 100 mm
- EPS 70 mm
- EPS 70 mm
- Täyttöhiekka



Kuva 7. Alapohjan rakenneavaus tehtiin sokkelipalkin viereen.

Täyttöhiekasta otettiin maanäyte, josta määritettiin hiekan kapillaarisuus. Täyttöhiekan kapillaarisuus on Oulun Geolaboratorio Oy:n mukaan 57 cm. Täyttömaan ollessa kapillaarista, pääsee maakosteus nousemaan alapohja- sekä sokkelirakenteeseen aiheuttaen kosteusrasitusta mikäli pohjaveden korkeus on lähellä maanpintaa. Maa-aines oli avauskohdassa hieman kosteaa.

Rakennuksen reuna-alueilla on kaksinkertainen EPS-eristys. Todennäköisesti reuna-alueilla ei maaperän kosteus aiheuta ongelmia kaksinkertaisen EPS-eristeen vuoksi. EPS-eriste toimii kapillaarikatkona sekä estää maaperän lämpenemistä rakennuksen alla. Rakennuksen keskialueilla on mahdollista, että maaperän kosteus voi päästä nousemaan betonilaattaan ja aiheuttaa kosteusrasitusta. Lattian rakennekosteuksia ei mitattu tutkimuksien yhteydessä.

2.4 Pesuhuoneen väliseinä ja lattia

Pesuhuoneeseen tehtiin rakenneavaukset piirustuksen 2 osoittamiin paikkoihin. Pesuhuoneen ja saunan välinen seinä avattiin pesuhuoneen puolelta. Väliseinässä ei ole ollenkaan lämmöneristeitä (Kuva 8). Pesuhuoneen seinälaatoituksen saumalaastista otettiin asbestinäyte.



Kuva 8. Väliseinässä ei ole ollenkaan lämmöneristeitä.

Pesuhuoneen ja saunan välisestä väliseinästä otettiin materiaalinäyte MN 11 alajuoksupuusta. Rakenteissa ei ollut silmin havaittavia vaurioita.

Materiaalinäytteessä M11, joka on otettu väliseinän alaohjauspuusta, ei esiinny *Asumisterveysohjeen* raja-arvon ylittävää määrää kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Materiaalinäytteessä ei ole viitettä vauriosta.

Pesuhuoneen lattian pintalaataan tehtiin rakenneavaus 6, josta selvitettiin onko pintalaatan ja kantavan välipohjalaatan välissä bitumia. Laattojen välissä oleva bitumi saattaa sisältää asbestia tai PAH-yhdisteitä. Pintalaataan piikattiin aukko, mutta laattojen välistä ei löydetty bitumia.

2.5 Yläpohja

Yläpohja tutkittiin aistinvaraisesti. Parvekkeen kohdalla ulkoseinän tuulensuojana toimiva kova mineraalivilla ei ulottunut yläpohjan eristeiden tasalle joka kohdassa. Tästä johtuen yläpohjaeristeillä ei ole tuulensuojaa, mikä heikentää eristeiden eristyskykyä reuna-alueilla merkittävästi (Kuva 9).

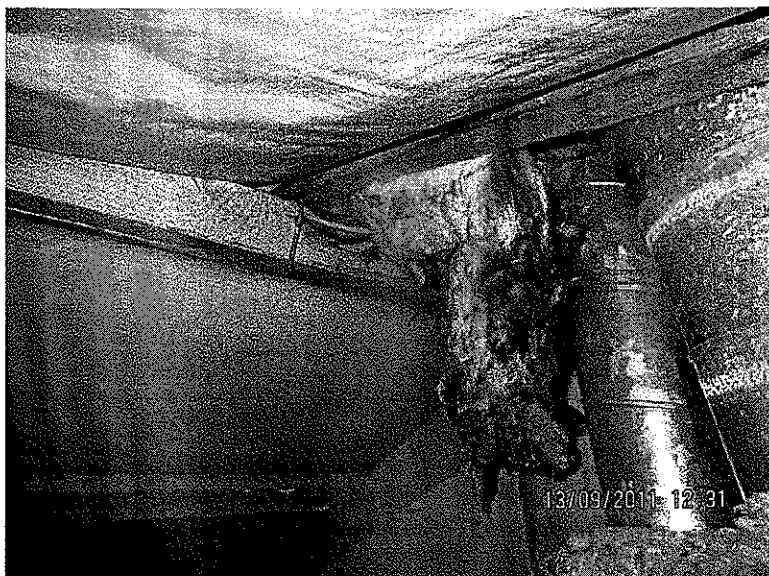


Kuva 9. Ulkoseinän kovavilla ei ylety yläpohjaeristeiden yläpintaan asti joka kohdassa ulkoseinällä.

Ilmanvaihtoputkien läpiviennin kohdalla on putkien ympärillä olevissa puurakenteissa kosteusvauriojälkiä. Putkien yläosasta puuttuu kunnollinen lämmöneristys. Villat putkien ympärillä ovat tummuneet (Kuvat 10 ja 11).



Kuva 10. Ilmanvaihdon läpiviennin kohdalla on vuotojälkiä puurakenteissa.



Kuva 11. Mineraalivilla läpiviennin kohdalla on huonosti asennettu ja tummunut.

Palokatkoseinässä oli valumajälkiä. Lisäksi palokatkoseinän kipsilevyt eivät ulotu vesikatteeseen asti (Kuva 12).



Kuva 12. Palokatkoseinä ei ulotu vesikatteeseen asti.

Palokatkoseinät tulee korjata nykymääräyksen mukaisiksi. Palokatkoseinän tulee ulottua vesikatteeseen asti.



2.6 Asbesti- ja formaldehydikartoitus

Asbestikartoitus kohdistettiin niihin rakennusmateriaaleihin, joissa epäiltiin olevan asbestia ja jotka joudutaan purkamaan. Näytteitä otettiin yhteensä kuusi kappaletta. Analyysivastauksen tulokset on esitetty liitteessä 3.

Näyte 1 otettiin keittiön välitilan laatoituksen saumalaastista. Näyte ei sisällä asbestia

Näyte 2 otettiin keittiön välitilan laatoituksen laattaliimasta. Näyte ei sisällä asbestia.

Näyte 3 otettiin olohuoneen muovimatosta ja muovimaton liimasta avauskohdasta 2. Näyte 3 ei sisällä asbestia.

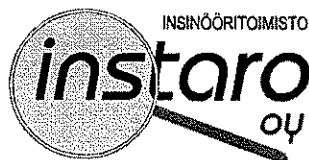
Näyte 4 otettiin olohuoneen ulkoseinän alaohjauspuun alla olevasta bitumikermistä avauskohdasta 1. Näyte sisältää asbestia.

Näyte 5 otettiin pesuhuoneen seinälaatoituksen saumalaastista avauskohdasta 5. Näyte ei sisällä asbestia.

Näyte 6 otettiin pesuhuoneen lattian muovimatosta sekä liimasta avauskohdasta 6. Näyte 6 ei sisällä asbestia.

Ennen varsinaisten purkutöiden aloittamista on huomioitava, että kaikki asbestipitoiset materiaalit käsitellään asianmukaisesti asbestityönä.

Seinien lastulevyjen sisältämän formaldehydin selvittämiseksi otettiin materiaalinäyte olohuoneen ulkoseinästä rakenneavauksesta 1. Näytteen emissiopitoisuus oli $0,14 \text{ mg/m}^3$. Eli formaldehydiä vapautuu. Pitoisuus huoneilmassa riippuu lastulevyjen pinta-alasta, huoneen tilavuudesta, sisäilmankosteudesta, lämpötilasta ja ilmanvaihdosta. Formaldehydianalyysi on liitteessä 4.



3. JATKOTOIMENPITEET

Ulkoseinärakenteista poistetaan kaikki vaurioituneet materiaalit ja korjaus uloteetaan vaurioalueista vähintään puolen metrin päähän vaurioitumattomaan materiaaliin, jotta myös mahdolliset silmin näkymättömät vaurioituneet osat saadaan poistettua rakenteesta riittävällä varmuudella. Ulkoseinien alaosien runkotolpat sekä sokkelin sisäpuoliset betonipinnat tulisi käsitellä kohteeseen soveltuvalle desinfiointiaineella. Höyrynsulkumuovi tulee ulottaa lattiarakenteeseen siten, että estetään ilmavirtaukset rakenteesta huonetilaan.

Pieliseinien liitoksen mineraalivilla sekä laudat olisi suositeltavaa poistaa ja asentaa tilalle solumuovieriste. Liitoskohdan sisäpinta tulee tiivistää siten, että ilmavirtaukset sekä sisäilman kosteus eivät pääse rakenteeseen sisään.

Päätyseinän sisältä löytyneet muurahaiset tulee hävittää myrkyttämällä. Päätyseinän osalle on mahdollista tehdä tiivistyskorjaus. Tiivistyskorjauksessa tiivistetään lattian ja ulkoseinien rajakohdat, jotta rakennuksen sisään ei pääse kosteusvauriomikrobeja hallitsemattomien ilmavirtausten mukana. Tiivistys on suositeltava tehdä vedeneristeellä ja vahvikenauhalla. Tiivistyskorjaus on kustannuksiltaan ulkoseinän eristeiden uusimista halvempi, mutta epävarmempi vaihtoehto ulkoseinien mikrobivaurion korjaamiseen, sillä tiivistyskorjauksen onnistumisesta ja pitkäkestoisuudesta ei voida olla varmoja. Vaihtoehtoisesti päätyseinän tiiliverhous ja eristeet tulee purkaa ja uusita siten, että rakenne pääsee tuulettumaan.

Rakenteiden peruskorjaus ja ilmanvaihto tulee toteuttaa siten, että rakenteista ei pääse tulemaan hallitsemattomia ilmavirtauksia sisäilmaan.

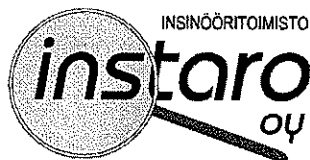
Perustuksiin kohdistuva ulkopuolinen kosteusrasitus tulisi minimoida. Ulkopuolinen kosteuslähde tulee poistaa toteuttamalla piha-alueen kuivatussuunnitelma. Maanpinnan kallistuksia tulee muuttaa siten, että ne tulevat viettämään rakennuksesta pois päin vähintään kolmen metrin matkalla kallistuksella 1:20. Lisäksi maanpinnan tasoa pyritään laskemaan alemmaksi sokkelin vierustalla mahdollisuuksien mukaan. Myös salaojajärjestelmän toimivuus tulee korjata tai varmistaa. Rakennuksen kattovedet tulee ohjata jokaiselta syöksytorvelta roiskekourulla vähintään kahden metrin päähän rakennuksesta.

Pohjaveden pinnan korkeus tulee selvittää peruskorjauksen yhteydessä. Alapohjabetonin sisältämä rakennekosteus on suositeltavaa selvittää mittauksilla. Mikäli kosteutta esiintyy, tulevat muovimatot poistaa, lattia kuivattaa ja pintarakenteet uusia hengittäviksi uusien kosteusvaurioiden välttämiseksi.

Seinien yläosien tuulensuojavillan sijainti tulee tarkistaa joka kohdasta ja korjata ulottumaan yläpohjaeristeiden yläpintaan asti.

Yläpohjatilan läpivientien putkien eristeet tulee poistaa ja eristää kunnollisesti, joten varmin tapa saada pysymään lämmöneristeet putkien ympärillä, on asentaa lämmöneristeen ympärille tarkoitettua verkkomattoa. Kanavat tulee puhdistaa korjaustyön jälkeen. Vuotokohtien alapuolella olevien yläpohjan eristeiden kunto tulee tarkistaa materiaalinäyttein ja mahdolliset vaurioituneet eristeet tulee poistaa.

Vesikaton vuotokohdat tulee tiivistää tiivistysmassalla. Tiivistysmassan tulee soveltua käytettäväksi ulos ja sen pakkasen kestävyys tulee olla hyvä.



KUNTOTUTKIMUS

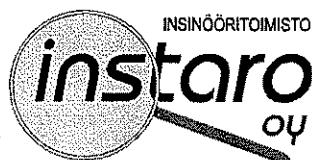
LUOTOLAISENTIE

28.10.2011

Palokatkoseinät tulee korjata nykyisten palomääräysten mukaisiksi. Kipsilevyjen tulee ulottua vesikatteeseen asti.

Lastulevyistä vapautuneen formaldehydin mahdolliset terveysvaikutukset tulee selvittää ilmanäytteen avulla, mikäli lastulevyjä ei poisteta. Formaldehydiä sisältävät lastulevyt on kuitenkin suositeltavaa poistaa.

Kosteus- ja homevaurioituneet rakennusmateriaalit ovat terveydelle haitallisia, jonka vuoksi rakenteiden purkutöissä tulee noudattaa RT-ohjekortin *82-0239 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku*. Korjaustoimenpiteet tulee tehdä valvotusti. Korjaussuunnittelijalla ja valvojalla tulee olla riittävä kokemus kosteus- ja homevaurioiden korjaamisesta.



KUNTOTUTKIMUS

LUOTOLAISENTIE

28.10.2011

4. LIITTEET

- | | |
|---------|---|
| Liite 1 | Materiaalinäytteiden M1–M12 laboratorioanalyysi (3 sivua) |
| Liite 2 | Alapohjan täyttöhiekan tutkimusseloste (1 sivu) |
| Liite 3 | Materiaalien asbestikartoituksen analyysi (1 sivu) |
| Liite 4 | Formaldehydianalyysi materiaalinäytteestä (2 sivua) |

Instaro Oy vastaa antamastaan lausunnosta konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE 1995) mukaan.

Oulussa 28.10.2011

Instaro Oy

Antti Rasi-Koskinen, RI

puh: 010 839 3809

Hyväksynyt:

Juha-Pekka Kumpulainen, RI

puh: 010 839 3802



Työterveyslaitos

Asiakasratkaisut

Instaro Oy
Antti Rasi-Koskinen
Paljetie 10
90140 Oulu

ANALYYSIVASTAUS O11486MS

1 (3)

27.9.2011



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Antti Rasi-Koskinen, Instaro Oy
Näytteenottopalkka: Luotolaisentie 12, 90540 Oulu
Näytteenottopäivämäärä: 13.9.2011
Vastaanottopäivämäärä: 14.9.2011
Näyttemäärä: 12 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR1205-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinikykyisten mikrobien määrä suhteellisella astelkolla. Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja)
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä.

<u>Mikrobiryhmät</u>	<u>Kasvatusalustat</u>	<u>Kasvatus- lämpötila</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
Mesofiilliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset bakteerit	Tryptoni-hilvauute-glukoosi-agar (THG-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset aktinobakteerit	Tryptoni-hilvauute-glukoosi-agar (THG-agar)	+ 25°C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. Keittiö, ulkoseinä, alaohjauspuu
2. Keittiö, ulkoseinä, mineraalivilla
3. Keittiö, ulkoseinä, kova villa
4. Olohuone, ulkoseinä, n.30 cm alareunasta, mineraalivilla
5. Olohuone, ulkoseinä, alareuna, mineraalivilla
6. Olohuone, ulkoseinä, kova villa
7. Olohuone, ulkoseinä, alaohjauspuu alapinta
8. Olohuone, ulkoseinä, alaohjauspuu yläpinta
9. Pieliseinän liitos, mineraalivilla
10. Pielliseinän liitos, puu
11. Pesuhuone, väliseinä, alaohjauspuu
12. Ulkoseinä, pääty, mineraalivilla

Tulosten tulkinta

ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
vahva viite vauriosta

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

Työterveyslaitos

Aapstie 1, 90220 Oulu, puh. 030 4741, faksi 030 474 6000, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi/oulu

ANALYYSIVASTAUS OI1486MS

2 (3)

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiilliset sienet Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		Mesofiilliset bakteerit THG-agar	
1.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä -		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit +	
2.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(2)		Yhteensä + <i>A. penicillioides</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> ^o +(1)		Yhteensä +	
3.	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. penicillioides</i> * +(13) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> + <i>Trichoderma</i> * +(1)		Yhteensä + <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit +	
4.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä +	
5.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(9) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(3) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä +	
6.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1) hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++		Yhteensä + <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit +	
7.	Yhteensä + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Streptomyces</i> * +(3) Muut bakteerit +	
8.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä +	
9.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä +++	
10.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä ++	
11.	Yhteensä -		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä +++	
12.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Acremonium</i> * + <i>Penicillium</i> ++		Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * +++ <i>Penicillium</i> ++		Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Acremonium</i> * + <i>Penicillium</i> ++		Yhteensä ++++ <i>Streptomyces</i> * ++++ Muut bakteerit +	

*=kosteusvaurioon viittaava mikrobi, pesäkemäärä ilmoitettu suluissa, ^o=indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys-lehti 8/2005, s. 56-59); pesäkemäärä ilmoitettu suluissa, A.=*Aspergillus*, *Streptomyces*=aktinobakteeri (sädesieni)


ANALYYSIVASTAUS O11486MS


3 (3)

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Suoraviljelymenetelmän mikrobipitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen ja -oppaan (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisopas 3, korjattu painos 2009) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän alle 10 000 cfu/g pitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.


Liisa Kujanpää
erityisasiantuntija
Työympäristön kehittämisspalvelut


Rauni Ala-aho
laboratoriomestari
Työympäristön kehittämisspalvelut



PANK-hyväksytty testausorganisaatio

Tutkimusseloste
Kapillaarisuus, kapillaarimetri

Työnumero 11/776

Tilaaaja: Insinööri-toimisto Instaro Oy/ Risto Laukka ja Juha-Pekka Kumpulainen

Näytteenottaja: tilaaja

Näyte: Maanäyte Luotolaistentie 13.9.2011

Tehdyt määritykset: kapillaarisuus

Tutki: S. Hautamäki 15.9.2011

kapillaarisuus 57 cm

Kapillaarimetrillä määritetyt veden nousukorkeudet ovat yleensä luonnossa havaittua alhaisempia. Tulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselostuksen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Oulu 15.9.2011

Salla Hautamäki
laborantti

**Työterveyslaitos**

ANALYYSIVASTAUS 177076 1 (1)

23/09/2011

Instaro Oy
Paljetie 10
90140 Oulu**MATERIAALINÄYTTEEN ASBESTIANALYYSI**

Näytteenottoaika: Luotolaisentie 12 B-rakennus
Näytteenottaja: Antti Rasi-Koskinen
Näytteenottopäivämäärä: 13.9.2011
Vastaanottopäivämäärä: 14.9.2011
Näytemäärä: 6
Analyysimenetelmä: Elektronimikroskooppi (em)

Analyysitulokset:

Näyte	
1. Laattasauma, keittiö	ei sisällä asbestia
2. Laattaliima, keittiö	ei sisällä asbestia
3. Muovimatto, olohuone	ei sisällä asbestia
4. Bitumikermi, olohuone ulkoseinä	sisältää asbestia
5. Laattasauma, pesuhuone	ei sisällä asbestia
6. Muovimatto, pesuhuone	ei sisällä asbestia

Tuloksen tulkinta:

Asbestilla tarkoitetaan kuitumaisia silikaattimineraaleja: aktinoliitti, amosiitti, antofylliitti, krokidoliitti, krysotiili ja tremoliitti (Vnp 1380/94).


Hannu Rönkkömäki
laboratoriopäällikkö


Sampsa Törmänen
mittaushygieenikko

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella

Työterveyslaitos

Aapistie 1, 90220 Oulu, puh. 030 4741, faksi 030 474 6000, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi



Työterveyslaitos

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 177076

17.10.2011

1 (2)

Instaro Oy

Antti Rasi-Koskinen

Paljetie 10

90140 OULU

**Formaldehydianalyysi materiaaliemissionäyhteistä**

As.viitenumero: Luotolaisentie 12, Oulu
Kerääjä/Vastuuhlö:
Analysoitavat yhdisteet: Formaldehydin emissio materiaalitestauksessa (esim. µg/kg)
Tulo.pvm.: 27.09.2011
Analysoija(t): Peter Backlund, Urve Jakobson

Analysointimenetelmä

Näytteiden bulkemissio tutkittiin 5 litran lasikammiossa.

Materiaaleista vapautuva formaldehydi kerättiin 2,4-dinitrofenyylihydratsiinilla päällystettyyn Sep-pak-silikakeräimeen (Waters Part No 47205).

Aldehydit muodostavat hydratsiinin kanssa johdannaisia. Johdannaiset uutetaan keräimestä asetonitrilillä. Aldehydien pitoisuus määritetään nestekromatografisesti, käyttäen ilmaisimena diodirividetektoria (360 nm). Pitoisuuden määrittämisessä käytetään puhtaita vertailuaineita.

Analysimenetelmän formaldehydin kokonaismittauserävarmuus on 16 %.

Menetelmän määrittämiss raja on 0,1 µg/näyte.

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, eikä tuloksia voida käyttää ilman formaldehydipitoisuuden arviointiin.

TYÖTERVEYSLAITOS

2 (2)

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 177076

17.10.2011

Tulokset

Näyte/keräin: Sep-pak
LIMS numero: CK11-02085-1
Mittauspaikka: Luotolaisentie 12, B-rakennus, 13.09.2011
Mittauskohde: Näyte 7, olohuone, lastulevy (0,57 dm²)
Analysointipvm: 280911/ujak
Ilmamäärä:

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
Formaldehydi	0,14	mg/m ³		
Formaldehydi - materiaaliemissio lasikammiossa	-			
Ilmamäärä, materiaaliemissiotestaus	56,5	dm ³		

Tulosten tarkastelu

Näytteen emissiopitoisuus oli 0,14 milligrammaa kerättyä ilmakeuutiometriä kohti.
Näytepalan koko oli 0,0057 neliometriä.

Työterveyslaitoksen Asiakasratkaisut on akkreditoitu testauslaboratorio T013
(FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus


Peter Backlund
erikoistutkija

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

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoletus		Asumisen aikainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaitte	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Tavoiteltava sisäilmaston laatu (sisäilmastoluokitus 2008:n mukaisesti)

	Kyllä	Väst. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko tavoitteena S3, tyydyttävä sisäilmasto, joka vastaa säädösten mukaista minimitasoa? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	TIL 1	2
Onko tavoitteena S2, hyvä sisäilmasto tai jokin sen erityisominaisuus esim. jäähdytys tai tehostettu suodatus? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL 3	2
Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto lukuun ottamatta lämpö- ja kosteusoloja? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL 4	1
Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto lukuun ottamatta kosteusoloja? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL 4.5	1
Onko tavoitteena S1, yksilöllinen sisäilmasto mitään poisrajaamatta?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL 6	1
2. Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1...S2) huomioitu LVI-suunnittelussa, mm. suuremmat ilmamäärät ja äänenvaimennus?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
3. Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1...S2) huomioitu tilasuunnittelussa ja sisustamisessa, mm. teknisen tilan sijainti ja oleskelutilojen suuntaus.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 1	2
4. Onko minimitasoa parempi sisäilmaston tavoitetaso (S1...S2) huomioitu rakennesuunnittelussa, mm. radonsuojaus ja ääneneristys?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RAK 1	2

Kommentit:

Korjaus rakentamisessa on vaikea päästä kauttaaltaan S1- tai S2-tason sisäilmastoluokkaan. Korjauksen suunnittelussa voidaan kuitenkin sopia mihin luokituksen pyritään niiltä osin, kun korjausta tehdään. Sovitaan esimerkiksi, että toteutetaan suunnittelu, työmaan työt jne. S1-luokan vaatimusten mukaisesti, koska työssä ei uusita kaikkia rakenteita ja materiaaleja, ei lopputulos välttämättä ole S1-luokan tasoa, mutta varmasti parempi kuin S3-luokan mukaisesti toteutettu korjaus.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoimitus		Asumisen aikainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaitte	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Tavoitettava sisäilmaston laatu (sisäilmastoluokitus 2008:n mukaisesti) 0/9

2. Teknisten järjestelmien sijoitus, puhdistettavuus, eristys

	Kyllä	Vast. myö. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko ilmanvaihtokanavat sijoitettu lämmöneristeen ja rakennuksen höyrynsulun sisäpuolelle? VAI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 2	3
Onko ilmanvaihtokanavat sijoitettu kulkukelpoisiin yläpohjan tuuletus- tai ullakkotiloihin, joissa on kulkusillat ja huoltotasot?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LVI 1	3
2. Onko rakennus ja asennukset suunniteltu niin, että ilmanvaihtokanavat ovat tarkastettavissa, huollettavissa ja muunneltavissa rakenteita rikkomatta tai näkyvillä.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 1	3
3. Onko tarvittavat ilmanvaihtokanavien lämpö- ja kondenssieristyksen tilakohtaisesti suunniteltu, mm. LTO-kojeen ulko-, tulo- ja jäätymiskanavistojen kondenssieristyksen rakennuksen höyrynsulun sisäpuolella?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 2	3
4. Onko rakennuksessa erillinen tekninen tila, jonne on käynti ainakin suoraan ulkoa tai vaihtoehtoisesti autotallin tai varaston kautta?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ARK 2	2

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Neljännen kysymyksen toteuttaminen kuitenkin vaikeaa rivitalo kohteessa.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatooteutus		Asumisen aikainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaitte	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Tavoiteltava sisäilmaston laadutaso (sisäilmastoluokitus 2008:n mukaisesti) 0/9

2. Teknisten järjestelmien sijoitus, puhdistettavuus, eristys 0/7

3. Mitoitusperiaatteet ja muuntojoustavuus

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen sovellettavuus
1. Onko asuinhuoneiden tulolämpövirrat mitoitettu huonekohtaisesti ja henkilöperusteisesti vallitun laadutason(S1...3) ja henkilömäärän mukaisiksi.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
2. Onko suunnitelmiin merkitty huoneittain IV-laitteistojen mitoituksen perusteena olevat suurimmat henkilömäärät, joille saadaan riittävät tulolämpövirrat vain perussääntöä tarkistamalla?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
3. Onko henkilöperusteisesti mitoitettujen tulolämpövirrat tarkistettu niin, että huoneiston ilmanvaihtokertoimen ja kaikkien huoneiden ilmanvaihto on ohjeiden mukainen.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
4. Onko ilmanvaihto- ja tilasuunnittelussa huomioitu huoneiden käyttötarkoituksen tai henkilömäärien muutokset?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
5. Onko väliseinien ja -ovien siirtolämpösiirrot ja -kynnysraot huonekohtaisesti mitoitettu, merkitty myös ARK tai RAK-suunnitelmiin ja toimivuus tarkistettu?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
6. Mahdollistaako talotekniikka- ja tilasuunnittelu huoneiden jakamisen?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	2
7. Onko talotekniikka- ja tilasuunnittelussa huomioitu mahdollisuus sivuasunnon erottamiseen?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 1	1

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat kohtalaisen hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Muuntojoustamisen toteuttaminen on rivitalokohteessa kuitenkin melko haastavaa. Esimerkiksi valaistuksen ja ilmanvaihdon osalta voi tulla vastaan haasteita huoneiden jakamisessa. Sivuasunnon erottaminen ei mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatoiteutus 0/42		Asumisen alkainen sisällmasto 0/28	
Perusratkaisut 0/43	Ilmanvaihtolaitte 0/37	Rakennusmateriaalit ja siivous 0/19	Rakenteet ja järjestelmät 0/17		

1. Tavoiteltava sisällmaston laatu (sisällmastoluokitus 2008:n mukaisesti) 0/9

2. Teknisten järjestelmien sijoitus, puhdistettavuus, eristys 0/7

3. Mitoituserlaatteet ja muuntojoustavuus 0/15

4. Äänitekniset ominaisuudet ja vetoaikat

	Kyllä	Vast. myösi, Ei	Palno	Kysymyksen soveltuvuus	
1. Onko vanhempien makuuhuone ääneneristetty muusta huoneistosta: rakenteet, ääneneristetty ovi ja tulo-/poistollmanvaihto kanavoinnit äänenvalmentimiseen?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
2. Onko muut makuu- ja työhuoneet ääneneristetty muusta huoneistosta: rakenteet, tiiveys ja tulo-/poistollmanvaihto kanavoinnit äänenvalmentimiseen?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 1	3
3. Onko ilmanvaihokone, öljy- ja kaukolämmityslaitteet sijoitettu riittävän etäälle oleskelutiloista, tarvittavat kannake- ja äänenvalmennusdetaljit suunniteltu, äänitasolaskelmat tehty ja äänitasot tarkistettu huoneittain?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoimitus		Asumisen alkaen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaitte	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Tavoiteltava sisäilmaston laatu (sisäilmastoluokitus 2008:n mukaisesti) 0/9

2. Teknisten järjestelmien sijoitus, puhdistettavuus, eristys 0/7

3. Mitoitusperiaatteet ja muuntojoustavuus 0/15

4. Äänitekniset ominaisuudet ja vetoaikat 0/5

5. Rakennuspaikan huomioiminen ja muut erityisominaisuudet

	Kyllä	Vast. Ei myösk.		Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko etelään/länteen suuntautuvissa ikkunoissa aurinkosuojat ja otetaanko ilmastoinnin ulkoilma varjosesta paikasta.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
2. Onko tontilla ulkona katoksellinen pyykinkuivauspaikka?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
3. Onko asunnossa kondensolva kuivausrumpu tai kuivauskaappi erillisellä poistotilimakanaavalla vesikaton yläpuolelle?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
4. Onko ilmanvaihdon poistotilimaventili ainakin kahdessa seuraavista paikoista: tuulikaappi, ulkoiluvaatteiden säilytyskaappi ja keltiön jätekaappi.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 1	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Esimerkiksi neljännen kysymyksen toteuttaminen on mahdollista, mutta ei tule toteutumaan.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatooteutus		Asumisen alkainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaitte	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet

	Kyllä	Vast. myöh. Ei		Paino	Kysymyksen soveltavuus
1. Kun ilmanvaihdon ilmamäärää säädetään käsikäyttöisellä kytkimellä: Onko ilmanvaihdon ilmamäärän säätöonnet merkitty ja ohjellettu ainakin seuraavat kolme tehotasoa: minimi (pitkäaikainen poissaolo), normaalin käyttöajan ja tehostettu ilmanvaihto (vähintään 30% tehostus normaalista)?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
2. Kun ilmanvaihdon ilmamäärä säätyy automaattisesti: Säättääkö automatiikka ilmanvaihtokoneen ilmamäärää? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 1	3
Säättääkö automatiikka ilmanvaihtoa huonekohtaisesti?	<input checked="" type="radio"/>			LVI 2	3
3. Onko asunnossa 1 ilmanvaihtoa säätävä hiilidioksidianturi? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 0.5	3
Onko asunnossa 2 tai useampia ilmanvaihtoa säätävää hiilidioksidianturia? VAI	<input checked="" type="radio"/>			LVI 1	3
Asunnossa ei ole ilmanvaihtoa säätävää hiilidioksidianturia?	<input checked="" type="radio"/>			LVI 0	3
4. Onko asunnossa yksi ilmanvaihtoa säätävä kosteusanturi tai automaattisesti säätävä poistolmaventtilli? VAI	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 0.5	3
Onko asunnossa kaksi tai useampi ilmanvaihtoa säätävää kosteusanturia tai automaattisesti säätävää poistolmaventtilliä? VAI	<input checked="" type="radio"/>			LVI 1	3
Asunnossa ei ole ilmanvaihtoa säätävää kosteusanturia tai automaattisesti säätävää poistolmaventtilliä?	<input checked="" type="radio"/>			LVI 0	3
5. Onko minimi ilmanvaihtoa pienemmän tehon käyttö estetty tai liian pienet käyttökytkimen asennot ohjellettu kielletyiksi?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Ilmanvaihtojärjestelmä ja sen toiminta ovat todella tärkeitä asioita sisäilman laadun kannalta.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatooteutus 0/42		Asumisen aikainen sisäilmasto 0/28	
Perusratkaisut 0/43	Ilmanvaihtolaite 0/37	Rakennusmateriaalit ja säivous 0/19	Rakenteet ja järjestelmät 0/17		

1. Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet 0/9

2. Ääriolosuhteiden vaikutus koneeseen ja sisäilmastoon

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Pitääkö ilmanvaihtokone tuloilman 17 °C lämpöisenä ja lämmönalteenottokennon huurteettomana -30 °C ulkolämpötiloillakin tuloilmavirtaa vähentämättä tai tuloilmapuhallinta pysäyttämättä? Mikäli vastaus tähän on ei, vastaa seuraavien kysymyksiin, muutoin siirry kohtaan 3: Tuloilman suodatustaso.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 5	3
2. Jäätymisenesto: Pysähtyykö tuloilmapuhallin termostaatin ohjaamana, tai ilmanvaihtokoneessa ei ole lämmönalteenotto yksikköä? VAI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 1	3
Pysähtyykö tuloilmapuhallin valokennon tms. ohjaamana? VAI	<input checked="" type="checkbox"/>		LVI 3	3
Ohitetaanko lämmönalteenottokenno termostaatin ohjaamana? VAI	<input checked="" type="checkbox"/>		LVI 3	3
Ohitetaanko lämmönalteenottokenno valokennon tms. ohjaamana? VAI	<input checked="" type="checkbox"/>		LVI 4	3
Onko ilmanvaihtokoneessa pyörivä lämmönalteenotto kenno tai muu vastaava järjestelmä?	<input checked="" type="checkbox"/>		LVI 4	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Kysymyksissä mainitut asiat on syytä tarkistaa ilmanvaihtokonetta hankittaessa.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatooteutus 0/42		Asumisen aikainen sisäilmasto 0/28	
Perusratkaisut 0/43	Ilmanvaihtolaitte 0/37	Rakennusmateriaalit ja silvous 0/19	Rakenteet ja järjestelmät 0/17		

1. Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet 0/9
2. Ääriolosuhteiden vaikutus koneeseen ja sisäilmastoon 0/5
3. Tulolman suodatustaso

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltavuus
1. Onko ilmanvaihtokoneessa valittu sisäilmaluokan mukainen tuloilmasuodatin? (Sisäilmaluokassa S3 suodatin F6, S2:ssa F7 ja S1:ssä F8) Mikäli vastaus on ei, vastaa seuraavaan kysymykseen, muuten siirry seuraavaan osaan.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
2. Voiko ilmanvaihtokoneeseen vaihtaa vähintään F7 tason suodattimen?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Kysymyksissä mainitut asiat on syytä tarkistaa ilmanvaihtokonetta hankittaessa.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoteutus		Asumisen alkainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaite	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet 0/9
2. Ääriolosuhteiden vaikutus koneeseen ja sisäilmastoon 0/5
3. Tuloilman suodatustaso 0/4

4. Erityisominaisuudet

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen sovellettuus
1. Onko tulisijojen käyttö huomioitu ilmanvaihdossa, esim. takkakytkin?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 3	1
2. Voidaanko ilmanvaihdolla tasata lämpöä, esim. kierrätysilmän avulla?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 2	3
3. Onko ilmanvaihtokoneessa huollosta ja vioista ilmoittava järjestelmä?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 1	3
4. Onko ilmanvaihtokoneessa suodattimen ahtautumisesta ilmoittava järjestelmä?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 1	3
5. Onko ilmanvaihtokoneessa kesällä automaattisesti lämmöntalteenoton ohittava järjestelmä?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 2	3
6. Kuuluuko laitteitoimitukseen koneen puhdistusvälineet tai ainakin kattavat puhdistusohjeet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LVI 1	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat kohtalaisen hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kohteessa ei kuitenkaan tulisijoja. Ei siis tarvetta takkakytkimelle. Kysymyksissä mainitut asiat on syytä tarkistaa ilmanvaihtokonetta hankittaessa.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoimitus		Asumisen alkainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmanvaihtolaitte	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Laitteiston käyttö ja säätömahdollisuudet 0/9
2. Ääriolosuhteiden vaikutus koneeseen ja sisäilmastoon 0/5
3. Tulolman suodatustaso 0/4
4. Erityisominaisuudet 0/10
5. Ilmanvaihtolaitteen valinta ja soveltuvuus

	Kyllä	Vast. Ei myöh.	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko LVI-suunnittelija esittänyt ja selvittänyt rakennuttajalle edellisten kohtien(1-4) asialakokonaisuudet ennen ilmanvaihtokoneen valintaa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
2. Onko laskennallisesti tarkistettu, että suunnittelulla käyttäjän ilmanvaihdon teholla tulo- ja poistolmajatejelmän ominais sähköteho SFP on enintään 2,6 kW/(m ³ /s).	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
3. Vastaavaiko valitun ilmanvaihtokoneen ominaisuudet haluttua ja määriteltyä tarvetta?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotoläisentieen kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatoiteutus 0/42	Asumisen alkainen sisäilmasto 0/26	
Perusratkaisut 0/43	Ilmanvaihtolaitte 0/37	Rakennusmateriaalit ja silvous 0/19	Rakenteet ja järjestelmät 0/17	

1. Luokiteltujen materiaalien käyttö

	Kyllä	Vast. myö. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Ovatko sisäpinoissa käytetyt materiaalit (levyt, paneelit, yms.) M1-luokiteltuja? Tavanomainen IV-suunnittelu edellyttää vähäpäästöisten materiaalien käyttöä!	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
2. Ovatko sisäpinoilla käytetyt pinnotteet (maalit, tapetit, yms.) M1-luokiteltuja?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
3. Ovatko täydentävät rakennusosat (listat, ovet, ikkunat, yms.) M1-luokiteltuja?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 1	3
4. Onko kiintokalusteiden runkomateriaali ja ovet M1-luokiteltuja?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 1	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Materiaalien valinnassa syytä kiinnittää huomiota kysymyksissä mainittuihin asioihin. Kaikki edellä mainitut kysymykset on otettu huomioon esimerkiksi A-talon korjauksessa.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatooteutus		Asumisen alkainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Perusratkaisut	Ilmävaihtolaite	Rakennusmateriaalit ja siivous	Rakenteet ja järjestelmät		
0/43	0/37	0/19	0/17		

1. Luokiteltujen materiaalien käyttö 0/6

2. Keskuspölynimuri

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko rakennuksessa keskuspölynimuri? Jos vastaat ei, siirry kohtaan 3: pintamateriaalien ja tilarakaisujen siivoustekninen arviointi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ARK 2	3
2. Onko keskuspölynimuri sijoitettu asuintilojen ulkopuolelle Onko keskuspölynimurin polstoliman äänenvaimennus RakMK:n ohjeen mukainen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ARK 3	3
3. Onko keskuspölynimuri sijoitettu asuintiloista erotettuun ulko-ovelliseen, varaston tai autotallin kautta kuljettavaan esim. tekniseen tilaan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ARK 2	1

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kuitenkaan kohteeseen ei tule keskuspölynimuria. Kolmannen kysymyksen toteuttaminen rivitalokohteessa on haasteellista ja Luotolaisentie 12 kohteessa mahdotonta.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatoteutus 0/42		Asumisen alkainen sisällmasto 0/28	
Perusratkaisut 0/43	Ilmanvaihtolaitte 0/37	Rakennusmateriaalit ja siivous 0/19	Rakenteet ja järjestelmät 0/17		

1. Luokiteltujen materiaalien käyttö 0/6

2. Keskuspölynimuri 0/7

3. Pintamateriaalien ja tilaratkaisujen siivoustekninen arviointi

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvaus
1. Asunnossa ei ole siivouksen erityisjärjestelyjä vaativia ratkaisuja (esim. lattiasta yli 3 metrin korkeudella olevia ilmanvaihtoventtiileitä tai ikkunoita) tai ne on erikseen huomioitu siivousohjeistuksessa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
2. Ovatko kaikki pinnat sileitä ja nihkeäpyyhlinnän tai ainakin muroinnin kestäviä?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
3. Onko rakenteet ja asennukset suunniteltu ja tehty niin, että kaikki sisäilmaan rajoittuvat palkat ovat siivottavissa ja puhdistettavissa, tuijiltojen ja märkätilojen ilmarajat, LVI-asennukset yms.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatoimitus 0/42		Asumisen aikainen sisäilmasto 0/28	
Perusratkaisut 0/43	Ilmanvaihtolaitte 0/37	Rakennusmateriaalit ja silvous 0/19	Rakenteet ja järjestelmät 0/17		

1. Rakenteet ja järjestelmät

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko korkeat ja matalat pintalämpötilat huomioitu suunnittelussa (suuret ikkunapinnat lämmittimineen tai riittävän hyvät ikkunoiden u-arvot) tai niitä ei ole arvioitavassa rakennuksessa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 3	3
2. Onko laskennallisesti tarkistettu, että oleskelutilojen lämpötilot täyttävät vallitun sisäilmaston laatuolosuhteiden talvella ja kesällä?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
3. Onko lämmityslaitteissa kaikkien sisäilmaan rajoittuvien osien pintalämpötila aina alle 200 °C, myös laitteiden sisällä sähkö ym. lämmittimissä?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
4. Onko asuintilat suojattu haitalliselta lämpösäteilyltä, pitkät räystät, säteiköt, erikoislasit, markisit tms.?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2	3
5. Voidaanko aurinkosuojausta säätää ajankohdan ja olosuhteiden mukaan?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 1	3
6. Onko rakennuspaikan radonpitoisuus selvitetty?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RAK 3	3
7. Onko alapohja tiivistetty radon-ohjeiden passiivisen suojauksen mukaisesti?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RAK 2	3
8. Onko alapohjassa radon-ohjeiden aktiivisen suojauksen mukainen radon putkisto varustettuna poistopuhaltimella ja -putkella vesikatkon yläpuolelle?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 1	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoteutus		Asumisen aikainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Työmaan laadunhallinta	Henkilöstön tieto- ja taitotaso	Rakentamisen dokumentointi	Mittaukset ja säädöt		
0/6	0/2	0/20	0/14		

1. Työmaan laadunhallinta

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus tehty rakennustöiden puhtausluokan P1 mukaisesti, Sisäilmastoluokitus 2008?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 2	3
2. Onko työmaan puhtausasastointi ja silvoustyöt tehty rakennustöiden puhtausluokan P1 mukaisesti, Sisäilmastoluokitus 2008?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 2	3
3. Onko työmaalle tehty kirjallinen laatusuunnitelma?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 1	3
4. Onko mahdollisen laatusuunnitelman ja rakennustöiden puhtausluokan P1 vaatimukset ja perusteet annettu kirjallisina ja selvitetty kaikille rakennuksessa työskenteleville?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 1	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Työmaan työt on mahdollista toteuttaa P1-luokan mukaisesti.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatoteutus 0/42		Asumisen aikainen sisäilmasto 0/28	
Työmaan laadunhallinta 0/6		Henkilöstön tieto- ja taitotaso 0/2		Rakentamisen dokumentointi 0/20	
				Mittaukset ja säädöt 0/14	

1. Henkilöstön tieto- ja taitotaso

	Kyllä	Vast. myöskin EI	Paino	Kysymyksen soveltavuus
1. Onko työnjohto ja pääosa muusta henkilökunnasta ollut aiemmin osallisena sisäilmastoluokkaa S1 tai S2 tavoittelevissa hankkeissa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Työt suoritetaan oppilastyönä, joten sisäilmastoluokkia S1 tai S2 tavoittelevista töistä ei paljoa aikaisempaa kokemusta.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot	Työmaatoimitus		Asumisen aikainen sisäilmasto
0/116	0/42		0/28
Työmaan laadunhallinta	Henkilöstön tieto- ja taitotaso	Rakentamisen dokumentointi	Vititukset ja säädöt
0/6	0/2	0/20	0/14

1. Valvonta ja työmaapäiväkirja

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Pidetäänkö rakennuskohteessa ajantasaisista "Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirjaa" tai vastaavaa ko. rakennuskohteelle laadittua asiakirjaa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 3	3
2. Onko rakennuskohteella urakoitsijoista riippumaton, rakennuttajan etuja valvova suunnittelijan tai työnohtajan kelpoisuusehdot täyttävä valvoja?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	TIL 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Kohteessa pidetään esimerkiksi työmaapäiväkirjaa ja seurataan kosteudenhallintasuunnitelmaa.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoimitus		Asumisen alkainen sisällmästo	
0/116		0/42		0/28	
Työmaan laadunhallinta	Henkilöstön tieto- ja taitotaso	Rakentamisen dokumentointi	Mittaukset ja säädöt		
0/6	0/2	0/20	0/14		

1. Valvonta ja työmaapäiväkirja 0/5

2. Mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paho	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko tarkastusasiakirjassa kaikki edellytetyt vastuuhenkilöiden allekirjoitukset työvalheittain.	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 3	3
2. Onko ilmanvaihtojärjestelmä säädetty ja mittauspöytäkirjat tehty, tarvittaessa myös äänitasosta?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
3. Onko ilmanvaihtokoneen energiatehokkuus tarkastettu normaalin käyttöajan teholla ja ominaisähköteho SFP on alle 2,0 kW/(m ³ /s)? ³	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
4. Onko lämmitysjärjestelmä perussäädetty laskettuihin säätöarvoihin ja tarkistettu mittauksin?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot 0/116		Työmaatoteutus 0/42		Asumisen alkainen sisäilmasto 0/28	
Työmaan laadunhallinta 0/6		Henkilöstön tieto- ja taitotaso 0/2		Rakentamisen dokumentointi 0/20	
				Mittaukset ja säädöt 0/14	

1. Valvonta ja työmaapäiväkirja 0/5

2. Mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat 0/10

3. Valokuvaaminen ja suunnitteluasiakirjojen päivitys

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko kaikki rakentamisen alkaiset muutokset päivitetty loppuplirustuksiin?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 3	3
2. Onko tarkastettujen kohteiden, muutosten ja riskipalkkojen dokumentointi toteutettu valokuvin ja tarvittaessa pilirroksin?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot		Työmaatoimitus		Asunisen aikainen sisäilmasto	
0/116		0/42		0/28	
Työmaan laadunhallinta	Henkilöstön tieto- ja taitotaso	Rakentamisen dokumentointi	Mittaukset ja säädöt		
0/6	0/2	0/20	0/14		

1. Tilojen puhtauden varmistaminen ja ilmanvaihtomittaukset

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Ovatko IV-urakoitsija ja valvoja yhdessä todenneet ja kirjanneet tilojen puhtauden ennen ilmanvaihtokoneen käyttöönottoa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 2	3
2. Onko suunnitellut käyttäjän ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (0,5...0,7 l/h)?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
3. Onko suunnitellut tehostetun ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. Väh. +30% (S2...S3) / 50% (S1) ?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
4. Onko suunnitellut minimi ilmanvaihdon ilmavirrat mitattu ja tarkistettu. (väh. 0,15 l/h, m) ?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot	Työmaatoteutus		Asumisen alkainen sisäilmasto
0/116	0/42		0/28
Työmaan laadunhallinta	Henkilöstön tieto- ja taitotaso	Rakentamisen dokumentointi	Mittaukset ja säädöt
0/6	0/2	0/20	0/14

1. Tilojen puhtauden varmistaminen ja ilmanvaihtomittaukset 0/8

2. Muut mittaukset

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltavuus
1. Ovatko IV-urakoitsija ja valvoja yhdessä todenneet teknisten järjestelmien ja laitteiden äänitasot suunnitelmien ja tavoitetasojen mukaisiksi?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 2	3
2. Onko huonelämpötilat mitattu talvella ja lämmitysjärjestelmän perussäätö tarkistettu?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
3. Onko lämpökuvauksessa havaittu asuintilojen pintojen alin lämpötilaindeksi vähintään 65%, joka on asumisterveysohjeen mukainen hyvä taso?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ 1	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot	Työmaatoteutus	Asumisen aikainen sisäilmasto
0/116	0/42	0/28
Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus	Huoltokirjan sisäilmasto-osio	Käytön opastus ja hallinta
0/2	0/13	0/13

1. Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltavuus
1. Onko uuden rakennuksen materiaalipäästöjen haittojen vähentämiseksi ilmanvaihtoa käytetty ympärivuorokautisesti tehostusasennoissa (säädetty käsin tai automaattikalla estetty käyttö pienemmällä teholla) vähintään puolen vuoden ajan rakennuksen valmistumisesta?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	TIL 2	3

Kommentit:

Kysymys soveltuu hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksessä mainitun asian toteuttaminen on mahdollista.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot	Työmaatoteutus	Asumisen aikainen sisäilmasto
0/116	0/42	0/28
Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus	Huoltokirjan sisäilmasto-osio	Käytön opastus ja hallinta
0/2	0/13	0/13

1. Huoltokirjan sisäilmasto-osio

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko rakennukselle tehty talokohtainen huoltokirja?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 3	3
2. Onko rakennukselle tehty muistuttava, esim. ATK-pohjainen, huoltokirja?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 1	3
3. Onko tarvittavat huoltotoimenpiteet alkataukutettu, yksilöity ja ohjeistettu kulfattaviksi huoltokirjassa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 3	3
4. Onko ilmanvaihtokanaviston puhtauden määräaikainen tarkistaminen ohjeistettu huoltokirjassa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
5. Onko huoltotoimenpiteen vaatima alan asiantuntijan tarve ohjeistettu huoltokirjassa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
6. Onko määräajoin tehtävä kuntoarvio mm. sisäilmaston osalta ohjeistettu huoltokirjassa?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Kohteeseen tullaan tekemään huoltokirja.

Suunnitteluratkaisut ja laitteistot	Työmaatoteutus	Asumisen alkainen sisäilmasto
0/116	0/42	0/28
Uuden rakennuksen tehostettu tuuletus	Huoltokirjan sisäilmasto-osio	Käytön opastus ja hallinta
0/2	0/13	0/13

1. Käytön opastus ja hallinta

	Kyllä	Vast. myöh. Ei	Paino	Kysymyksen soveltuvuus
1. Onko LVI-suunnittelija tai -urakoitsija antanut kirjalliset ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
2. Onko asukkaat opetettu käyttämään ilmanvaihtojärjestelmää, teoriassa ja käytännössä?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
3. Onko LVI-suunnittelija tai urakoitsija antanut kirjalliset lämmitysjärjestelmän käyttöohjeet?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 3	3
4. Onko asukkaat opetettu käyttämään lämmitysjärjestelmää, teoriassa ja käytännössä?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 2	3
5. Onko huoltokirjan ja sen sisältämien käyttöohjeiden säilytys ja arkistointi järjestetty?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	TIL 3	3

Kommentit:

Kysymykset soveltuvat hyvin Luotolaisentien kohteeseen. Kysymyksissä mainittujen asioiden toteuttaminen on mahdollista. Asukkaiden opastus tärkeää, koska järjestelmien käyttö on iso osa asumisviihtyvyyttä. Järjestelmien oikea käyttö on tärkeää myös hyvän sisäilman laadun säilyttämisen kannalta.