

KOSTEUSVAURIOITUNEEN RIVITALOKOHTTEEN
ENERGIAKORJAUS JA
KORJAAMISEN YLEISHALLINTA

Henri Kantola
Opinnäytetyö
20.5.2011
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriö	59	+	7
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Talon- ja korjausrakentaminen	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Oulun Osaamiskeskus Oy	Henri Veikko Kantola			
Työn nimi				
Kosteusvaurioituneen rivitalokohteen energiakorjaus ja korjaamisen yleishallinta				
Avainsanat				
Kosteusvaurio, mikrobivaurio, VVOC/VOC-yhdiste, energiakorjaus, energiatehokkuus				

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Luotolaisentie 12:n A-talon osalta raportti kohteen nykytilasta, vanhojen rakenteiden kunnan ja energiatehokkuuden tasosta, kohteen korjaustavoitteista, uusien rakenteiden tasosta ja työmaalla vastaan tulleista ongelmista. Tarkoituksena oli koota sellainen raportti, että sitä voidaan hyödyntää B-talon korjauksessa. Työn tavoitteena oli myös antaa kattava kuva A-talosta esiin tulleista selvitystä vaativista asioista seuraaviin opinnäytetyöaiheisiin.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kosteus- ja mikrobivaurioituneen rivitalokohteen energiakorjaukseen johtaneita syitä. Lisäksi selvitettiin vanhojen rakenteiden kunnan tasoa ja niiden energiatehokkuutta. Työssä verrattiin rivitalokohteen vanhojen ja uusien rakenteiden lämmöneristävyyttä. Opinnäytetyöhön raportoitiin energiatehokkuuden parantamiseen johtaneista syistä.

Luotolaisentie 12:n A-talon energiatehokkuusluokka jäi B-luokkaan. Jos B-taloon valittaisiin paremmalla lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone, saattaisi rakennuksen energiatehokkuusluokka olla A. Yhdeksi johtopäätökseksi saatiin B-talon toisenlainen alapohjalaatan korjaussuunnitelma. B-talon alapohjalaatta tulisi purkaa kokonaisuudessaan ja alapohjan lämmöneristävyyttä tulisi parantaa. Alapohjan purkamisella kapilaarikatkerrokset päästään tarkistamaan ja tarvittaessa korjaamaan. Alapohjan lämmöneristävyyden parantamisella energiatehokkuusluokka A saattaa tulla mahdolliseksi.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	2
SISÄLTÖ	3
KÄSITTEET	5
1 JOHDANTO	7
2 LUOTOLAISENTIE 12	9
3 SISÄILMA	12
3.1 Ilmatiiveys.....	13
3.2 Mikrobit.....	13
3.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet	14
4 SISÄILMAONGELMAT	16
4.1 Ilmavuodot.....	16
4.2 Mikrobit.....	17
4.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet	18
4.4 Toimenpidesuosituksset 28.5.2010.....	18
4.5 Toimenpidesuosituksset 9.12.2010.....	19
5 RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS	20
5.1 Energiatehokkuusdirektiivi.....	20
5.2 Uudet energiamääräykset	21
5.3 Energiatehokkuuden osoittaminen	22
5.3.1 Energiatehokkuusluku ja –luokat	23
5.3.2 Energiatodistuksen myöntäjät	24
5.3.3 Energiatehokkuusluvun laskeminen	24
5.3.4 Energiajuniori	26
5.4 Kohteen energiatehokkuus.....	26
5.4.1 Kohteen energiatehokkuus ennen korjausta	26
5.4.2 Kohteen energiatehokkuus energiakorjauksen jälkeen	27
5.4.3 Energiatehokkuuden tavoitearvo	27
6 RAKENTEIDEN KUNTO JA KORJAUSTOIMET	29
6.1 Vesikatto.....	29
6.2 Yläpohja	32
6.3 Ulkoseinät.....	37
6.4 Välipohja.....	41
6.5 Alapohja	43

6.6 Piha- ja maarakenteet	47
7 KORJAUSSUUNNITELMIEN TOTEUTUMINEN	50
8 YHTEENVETO.....	53
LÄHTEET.....	56
LIITTEET	59

KÄSITTEET

2-etyyli-1heksanoli	on kaasumainen yhdiste, joka voidaan joskus aistia makeahkona tai imelähkönä hajuna. Yhdiste on rasvaliukoinen ja kertyy ihmisen elimistöön ajan kuluessa. Koettuja oireita ovat silmä-, nenä- sekä kurkkuoireet, limannousua, limakalvoärsytys, hengitystietulehdus ja lievä kuumeilu.
Asbesti	on yleisnimitys kuitumaisille silikaattimineraaleille. Asbestia on käytetty rakennusmateriaaleissa. Altistumisen seurauksena voi aiheutua keuhkosairauksia.
Diffuusio	on kaasun molekyylien liike kaasun suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen.
Epoksi	on kertamuovi, joka kovettuu kovettajan avulla.
FLEC	on lyhenne sanoista Field and Laboratory Emission Cell. FLEC on menetelmä, joka mahdollistaa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mittaamisen rakennusmateriaaleista, huonekaluista ja muista tuotteista.
Heksadekaani	on orgaaninen yhdiste, jota käytetään muun muassa polttoaineissa.
Konvektio	on ilmavirtaus, joka tapahtuu rakenteen läpi vallitsevan ilman kokonaispaine-eron vaikutuksesta suuremman paineen omaavasta tilasta pienemmän paineen omaavaan tilaan.

TVOC	on lyhenne sanoista Total Volatile Organic Compounds, eli kaikki haihtuvat orgaaniset yhdisteet.
TXIB	on haihtuva orgaaninen yhdiste 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti (TXIB). TXIB on muovimattojen valmistuksessa käytetty viskositeetin alentaja. Kohonneet TXIB –pitoisuudet huoneilmassa aiheuttavat erilaisia ärsytysoireita, kuten silmä-, nenä- ja kurkkuoireita.
VOC	on lyhenne sanoista Volatile Organic Compounds, eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet.
VVOC	tarkoittaa erittäin haihtuvia orgaanisia yhdisteitä.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on koota Luotolaisentie 12:n A-talon osalta raportti kohteen nykytilasta, vanhojen rakenteiden kunnon ja energiatehokkuuden tasosta, kohteen korjaustavoitteista, uusien rakenteiden tasosta ja työmaalla vastaan tulleista ongelmista. Tavoitteena on myös koota A-talosta sellainen tietopaketti, että sitä voidaan hyödyntää B-talon korjauksessa työmaan yleishallinnan toteuttamisessa. Työn tavoitteena on myös antaa kattava kuva työmaalla vastaan tulleista seikoista, jotka vaativat selvitystä, kohteen seuraaviin opinnäytetyöaiheisiin.

Rakennuksesta on saatavilla paljon materiaalia, kuten mikrobianalyysit, asbestianalyysit, energialaskelmat, pohjatutkimuslausunto ja kuvamateriaalia. Oulun Aikuiskoulutuskeskus Oy:n (OAKK) tiimivastaavalta Paavo Vielmalta ja kouluttaja Kari Pääaholta saamien haastattelujen ja kohteen materiaalien avulla Luotolaisentie 12:sta kootaan raportti opinnäytetyön muotoon. Opinnäytetyöhön raportoidaan energiatehokkuutta parantavista seikoista ja suositeltavista korjauksista, jotka koskevat rakennuksen asumisterveellisyyttä. Työssä pohditaan Luotolaisentie 12:n B-taloon mahdollisesti tulevia A-talosta poikkeavia korjaustapoja.

Työn lukijalle annetaan kuva tyypillisistä rakenteellisista mikrobivaurioista ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden aiheuttamista ongelmista (VOC/VVOC-yhdisteet), mitä tällaisessa kohteessa saattaa olla. Työssä käsitellään Luotolaisentie 12:n A-talosta mitattujen mikrobi- ja VOC/VVOC-yhdisteitä koskevia analyysiraportteja. Lukijalle annetaan myös kuva siitä, mitä energiamääräykset, energiatehokkuus ja energiakorjaukset ovat. Työssä käsitellään kohteen energiaselvityksiä ja rakenteellisia energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä.

Työssä tarkastellaan rakennuksen rakenteita ennen Oulun Osaamiskeskus Oy:n tekemää energiakorjausta ja energiakorjauksen jälkeen. Lopuksi selvitetään työmaalla vastaan tulleita ongelmia A-talon osalta.

Työn tilaajana on Oulun Osaamiskeskus Oy. Oulun Osaamiskeskus Oy on Oulun aikuiskoulutuskeskus Oy:n (OAKK) tytäryhtiö. Tämä opinnäytetyö tehdään osana OAMK:in ja OAKK:in yhteistyöprojektia. Kohteena on OAKK:in oppilastyönä korjattava rivitalokohde, joka on rakennettu vuonna 1983.

2 LUOTOLAISENTIE 12

Luotolaisentie 12 on 1980-luvun alkupuolella valmistunut rivitalokortteli. Kortteliin kuuluu neljä 6-7 huoneiston kaksikerroksista rivitaloa. Talot ovat A-, B-, C-, ja D-talo (kuva 1). Huoneistot ovat kooltaan noin 80 m². Huoneistojen alkuperäisissä huonejärjestelyissä on alakerrassa keittiö, olohuone ja wc-tila. Yläkerrassa on kaksi makuuhuonetta, kylpyhuone ja sauna. Kohteen on rakentanut rakennusliike Rakennusvoima Oy. Kohteen on ostanut Sivakka-yhtymä Oy, joten huoneistoista on näin ollen tulleet vuokra-asuntoja. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

Sivakka-yhtymä Oy on päättänyt luopua Luotolaisentie 12:sta kohteen lukuisien ongelmien vuoksi. OAKK on ostanut kohteen omien koulutustavoitteidensa vuoksi. OAKK on kartoittanut kohteen nykytilan ja lähtenyt sen pohjalta tekemään suunnitelmia kohteelle. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)



KUVA 1. Luotolaisentie 12 A-talo

OAKK on ostanut kohteen Sivakka-yhtymä Oy:ltä omien koulutustavoitteiden vuoksi. OAKK perusti Luotolaisentie 12 kohteesta taloyhtiö Myrskyluodon. Taloyhtiö Myrskyluoto teki urakkasopimuksen kohteen korjausrakoinnista Oulun Osaamiskeskus Oy:n kanssa. OAKK pyrkii kouluttamaan opiskelijoistaan korjausrakentamisen osaavia ammattilaisia sekä sähkö- ja maarakennusalan osaavia ammattilaisia. Luotolaisentie 12:n on katsottu olevan juuri sellainen kohde, mitä OAKK on etsinyt korjauskohteekseen. Luotolaisentien kohteessa Oulun Osaamiskeskus Oy:lle riittää työskentelyä useammaksi vuodeksi. Oulun Osaamiskeskus Oy aloitti korjaamisen A-talosta. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

Ennen korjausrakentamisen aloitusta on vuokra-asukkaille pidetty asukas info. Asukkaille on tiedotettu kohteen uusi omistaja, ajatus siitä, miksi OAKK on kohteen ostanut, ja se, mitä tavoitteita ja suunnitelmia OAKK:lla on kohteen suhteen. Asukkaille on tehty suullinen kysely siinä muodossa, että jos he omistaisivat osakkeita tästä kohteesta, miten he haluaisivat muuttaa osakkeita ja niiden asumisen tasoa. Asukkaat ovat olleet sitä mieltä, että alakerran tilat pitäisi saada avarammiksi ja väljemmiksi. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

OAKK:n omat teemat rakentamisessa ovat energiatehokkuus ja asumisenlaatu. Energiatehokkuus pitää sisällään energiatehokkaat rakenteet, rakennuksen ilmatiiveyden, ilmastoinnin säätölaitteet ja jälkiseurannan. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

Urakoitsijan purettua vanhoja rakenteita on käynyt ilmi, että rakenteissa on puutteita ja rakentamisen laadussa on ollut huolimattomuutta. Kyseessä olevat puutteet saattavat aiheuttaa vaurioita rakenteisiin ja tehdä rakennuksesta epäterveellisen asua. Puutteet vaikuttavat myös asumisen laatuun ja rakennuksen energiankulutukseen. Tyypillisimmät tavatut puutteet ja vauriot ovat seuraavat: Vanhoissa höyrynsulkumuoveissa on ollut reikiä. Lämmöneristeet ovat olleet huolimattomasti asennettuja. Vesikaton aluskatteen päällä ei ole ollut korokerimoja. Yläpohja rakenteissa on ollut merkkejä kosteudesta. Alakerran lattian muovimatto on ollut kosketuksissa kostean beto-

nin kanssa. Ulkoverhousiiden takana oleva tuuletusrako on tukkeutunut muurauslaastista. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

3 SISÄILMA

Ihminen altistuu ulkoilman epäpuhtauksille pääasiassa sisätiloissa. Ulkoilman epäpuhtaudet kulkeutuvat sisätiloihin ilmanvaihdon tai vuotoilmavirtojen mukana. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

Homeet ja muut mikrobit kasvavat rakenteissa ja niiden pinnoilla, jos ne saavat riittävästi kosteutta. Märkänä kaikki materiaalit homehtuvat. Homeitiöt kulkeutuvat ilman välityksellä hengitysteiden kautta elimistöön. Homeelle altistuminen lisää hengityssairauksia ja voi aiheuttaa allergiaa ja astmaa. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

Rakennusmateriaaleissa käytetään lukuisia kemiallisia yhdisteitä, materiaalin teknisten ominaisuuksien aikaansaamiseksi ja parantamiseksi. Kemialliset yhdisteet voivat olla peräisin luonnosta tai ne voivat olla keinotekoisia. Lastulevyjen, liimojen, tasoitteiden ja maalien valmistaminen olisi mahdotonta ilman kemikaalien käyttöä. Jos materiaalit ovat oikein valmistettu, käsitelty ja käytetty, ne eivät yleensä aiheuta terveysongelmia normaaleille ihmisille. Herkemmillä ihmisillä materiaaleista vapautuvat orgaaniset yhdisteet saattavat aiheuttaa oireita. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

Asbesti omaa hyvän lämmönkestävyyden ja paloturvallisuuden, minkä vuoksi sitä on aiemmin käytetty yleisesti rakennusmateriaaleissa ja eristeissä. Nykyään sen käyttö ei ole enää sallittua. Asbestikuidut aiheuttavat keuhkosityöpää. Koskemattomana oleva asbesti ei muodosta suurta riskiä. Asbesti aiheuttaa riskin silloin, kun asbestipitoisia rakennusmateriaaleja puretaan. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Perustietoa -> Epäpuhtaudet ja niiden torjunta.)

Materiaalia pidetään yleensä asbestipitoisena tuotteena, mikäli asbestipitoisuus on vähintään 1 %. Mikäli asbestimateriaalia on sekoittunut muuhun ra-

kennusjätteeseen, on sitä käsiteltävä asbestijätteenä. (Työterveyslaitos. 1993, 8.)

3.1 Ilmatiiveys

Rakennuksen vaipan tiiveyden täytyy olla sellainen, ettei vaipan kosteuspiitoisuus diffuusion tai konvektion vaikutuksesta muodostu haitalliseksi (RT RakMK-21099 1998, 7).

Diffuusiossa kaasun molekyylit liikkuvat kaasun suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen. Suomessa vesihöyryn diffuusiosiiirtymistä esiintyy yleensä talvisaikana, johtuen siitä, että sisäilmassa on enemmän vesihöyryä kuin ulkoilmassa. Sisäilmassa oleva vesihöyry pyrkii diffuusion vaikutuksesta siirtymään ulkoilmaan rakennuksen vaipan läpi. Rakenne pyrkii vastustamaan diffuusiovirtausta. Ilman vesihöyrypitoisuutta voidaan mitata joko vesihöyryn pitoisuutena tai vesihöyrynosapaineena. (Kosteus. 2004, 27.)

Konvektio on ilmavirtaus, joka tapahtuu rakenteen läpi vallitsevan ilman kokonaispaine-eron vaikutuksesta. Paine-eroa kuvataan Pascal (Pa) yksiköllä. Ilmavirtaus tapahtuu aina suuremman paineen omaavasta tilasta pienemmän paineen omaavaan tilaan. Ilma pääsee virtaamaan huokoisten materiaalien ja tiiviiden rakenteiden raoista läpi. Rakennuksen sisäilman ja ulkoilman paine-eroihin vaikuttavat tuuli, ilman lämpötilaerot ja rakennuksen ilmanvaihtolaitteet. Virtaavan ilman määrään vaikuttavat vallitseva paine-ero, materiaalin ilmanläpäisevyys ja rakenteessa esiintyvien rakojen virtausvastus. (Ympäristöministeriö. 1997, 56.)

3.2 Mikrobit

Rakennuksien sisäilmassa esiintyy tavallisesti mikrobeita, koska ulkoilman mukana kulkeutuu mikrobeja sisätiloihin. On tavallista, että osa mikrobeista kiinnittyy rakenteiden sisäpinoille. Tästä johtuen yleensä aina tutkittaessa rakenteiden pintoja, niistä löydetään ainakin pieniä määriä mikrobeja. Terveydelle mikrobit ovat haitallisia mahdollisesti silloin, kun rakenteet ovat kos-

tuneita ja niissä tai niiden pinnoilla kasvaa home- ja hiivasieniä tai bakteereja, joista mikrobeja tai niiden haitallisia aineenvaihduntatuotteita kulkeutuu ihmisten oleskelutiloihin. (Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008, 146.)

Mikrobikasvuston voi havaita rakennuksen sisäpinnoilla värinmuutoksina, pölymäisinä tai pistemäisinä kasvustoina. Kasvuston erottaminen muista kosteudesta johtuvista muutoksista voi olla vaikeaa. Kasvuston esiintyminen tulee yleensä varmistaa mikrobiologisilla analyyseilla pinta- tai rakennusmateriaalinäytteistä. (Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008, 148.)

Mikrobikasvuston syy rakennuksissa on kosteusvaurio. Kosteusvaurion syy rakennuksessa voi olla suunnittelu- tai rakennusvirhe, rakenteiden tai rakennuksen liian vähäinen tuulettuminen, vesikaton vuotaminen, putkisto- ja laitevioista aiheutuneet vuodot, väärin valitut materiaalit tai rakennuksen käyttöön liittyvät asiat. Rakennusaikaiset materiaalien ja rakenteiden kastumiset voivat johtaa mikrobikasvustoon. Mikrobien vapautuminen sisäilmaan jatkuu kunnes rakenteet ovat kuivuneet. (Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008, 149.)

Materiaalit, joissa esiintyy mikrobikasvustoja, on yleensä uusittava, erityisesti silloin, kun kasvusto on sisätilojen pintamateriaaleissa. Kantavissa rakenteissa ei ole aina mahdollista uusia rakennetta. Mikrobikasvustoa voidaan poistaa höyläämällä, hiomalla tai harjaamalla. Jos materiaalin peseminen on mahdollista, voidaan puhdistamiseen käyttää yleispuhdistusainetta tai tarvittaessa desinfioida esimerkiksi klooripitoisella desinfiointiaineella. Kostuneita ja pestyjä pintoja ei tule jättää kuivumaan itsestään. Kuivuminen voi viedä niin pitkän ajan, että mikrobikasvusto voi muodostua uudelleen kostuneeseen rakenteeseen tai pintaan. Rakenteita tulee kuivata niin pitkään, että materiaali on saavuttanut sille ominaisen kosteustason. (Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008, 175.)

3.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Käsite VOC on lyhenne nimestä Volatile Organic Compounds, eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Käsite TVOC tarkoittaa Kaikki haihtuvat orgaaniset yh-

disteet. Sisäilmassa esiintyvien kemiallisten aineiden kokonaismäärää voidaan kuvata orgaanisten aineiden pitoisuuksien määrällä VOC. Mittaustulos ilmoitetaan terminä TVOC. TVOC-mittaustuloksen epätarkkuuden vuoksi sitä ei sellaisenaan voi käyttää terveyshaittojen arvioinnissa. Kuitenkin kohonnut TVOC-pitoisuus kertoo sisäilmassa olevan epätavallisen suuri määrä kemiallisia aineita ja tällöin on tarpeellista tehdä lisäselvityksiä yksittäisistä aineista. (Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008, 136.)

Materiaalien orgaaniset päästöt lisääntyvät yleensä materiaalin kosteuden noustessa. Rakennus ja sisustusmateriaalit pystyvät kuivissa olosuhteissa absorboimaan epäpuhtauksia ja toimimaan sen jälkeen toissijaisena lähteenä epäpuhtauksille. Maalien ja lakkojen VOC-päästöt ovat suhteellisen lyhytaikaisia. Pidempikestoisia lähteitä ovat esimerkiksi huonolaatuiset PVC-muovimatot. Vapautuvat aineet ovat muun muassa pehmitinaineita sekä lisä- ja apuaineita. Märästä betonista vapautuvan kosteuden vaikutuksesta muovimatosta saattaa vapautua TXIB:tä, joka on muovimattojen valmistuksessa käytetty viskositeetin alentaja. Kohonneet TXIB-pitoisuudet huoneilmassa aiheuttavat erilaisia ärsytysoireita. Ärsytysoireet voivat olla silmä-, nenä- ja kurkkuoireita. Myös 2-etyyli-1heksanoli esterit aiheuttaa samanlaisia oireita. Tätä yhdistettä käytetään esimerkiksi vesiohenteisissa maaleissa. Kosteusvaurio voi aiheuttaa materiaalin kemiallista hajoamista, jonka päästöinä huoneilmaan vapautuu VOC-yhdisteitä. Jos sisäilmassa on havaittavissa hajuhaittaa, jonka lähdettä ei ole voitu selvittää, voi tällöin olla tarpeellista tutkia, sisäilmasta haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. (Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008, 137.)

Rakennusmateriaalien VOC-päästöjen mittaamiseen käytetään FLEC-menetelmää. Menetelmällä voidaan mitata orgaanisten yhdisteiden päästöjä. FLEC-näytteenotin soveltuu lattian, seinäpäällysteen, maalien, pintojen, tiivistysaineiden, liimojen, betonin, tekstiilien, sanomalehtipaperin ja kodin puhdistustuotteiden päästöjen keräämiseen. (Ositum Oy. 2011, linkit Kemian laboratorio -> Materiaaliemissiot, FLEC.)

4 SISÄILMAONGELMAT

Luotolaisentie 12 A-talon sisäilmaongelmat ovat johtuneet rakenteiden mikrobivaurioista, rakennusmateriaalien haihtuvista orgaanisista yhdisteistä ja rakenteiden läpi kulkeutuneista ulkoilman epäpuhtauksista. Rakennusmateriaaleissa on ollut silmin havaittavia vaurioita, jotka ovat johtuneet edellä mainituista ongelmista. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

4.1 Ilmavuodot

A-talon rakenteet ovat olleet osittain tummuneita ja vaurioituneen näköisiä. Yläpohjan päätypalkissa on ollut merkkejä kosteudesta. (Kuva 2.)



KUVA 2. Kostunut ja tummunut yläpohjan päätypalkki

Vuotava höyrynsulkumuovi aiheuttaa ilmavuotoa, konvektion vaikutuksesta, rakenteen läpi. Ilman virratessa rakenteen läpi ilman epäpuhtaudet tummentavat rakennetta. Ulkoseinän lämmöneristeissä on ollut merkkejä ilmavuodoista (kuva 3).



KUVA 3. Ulkoseinän tummunut lämmöneriste

Tummentumia aiheutuu, kun ilma pääsee virtaamaan eristeen läpi vuotavasta höyrynsulkumuovista konvektion vaikutuksesta. Ilmavuodon mukana kulkevat epäpuhtaudet tummentavat villan. Sisäilman kosteus tiivistyy rakenteeseen, kun se kohtaa kylmempää pintoja. Rakenteen pysyessä riittävän pitkään kosteana ja sopivassa lämpötilassa on siihen mahdollista alkaa muodostua mikrobikasvustoja. (Tulla 2011.)

4.2 Mikrobit

Ositum Oy:n tekemän Materiaalien mikrobitutkimuksen mukaan Luotolaisentie 12:n A-talosta, toisen kerroksen runkopuusta ja yläpohjaeristeestä on havaittu viitearvot ylittäviä määriä mikrobeja. Ulkoseinäeristeen alaosissa ja alaohjauspuussa mikrobien määrä on ollut tavanomainen. Tulokset ovat liitteestä 1 (liite 1/3). (Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus (DNA). 2010, liitteessä 1.)

4.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Sisäilman VVOC/VOC-näytteistä on havaittu epätavanomaisina pitoisuuksina etanolia, etikkahappoa ja alfa-pineeniä, jotka ovat kosteus- ja mikrobivaurioita indikoivia yhdisteitä. Sisäilman VVOC/VOC-näytteistä on havaittu myös 2-etyyliheksanolia, joka on mikrobivaurioita indikoiva yhdiste. Myös kosteuden vaurioittama muovimatto voi päästää sisäilmaan 2-etyyliheksanolia. Tulokset ovat liitteessä 1 (liite 1/3). (Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus (DNA). 2010, liitteessä 1.)

Materiaalien molemmista FLEC-näytteistä on havaittu epätavanomaisina pitoisuuksina 2-etyyliheksanolia. FLEC-näytteistä on havaittu myös mikrobien aineenvaihduntatuotteita. Tulokset ovat liitteestä 1 (liite 1/3). (Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus (DNA). 2010, liitteessä 1.)

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat märällä betonipinnalla muovimatossa olevia muovien ja kumien pehmitin aineita. Näiden aineiden hajoessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia. 2-etyyliheksanoli aiheuttaa makeahkoa hajua sisäilmaan ja huonontaa näin ollen sisäilman laatua. Kun reaktio kerran alkaa märällä betoni- ja mattopinnalla, se ei pysähdy, vaikka pinnat olisivat kuivia. Tulokset ovat liitteestä 1 (liite 1/3). (Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus (DNA). 2010, liitteessä 1.)

4.4 Toimenpidesuositukset 28.5.2010

Yläpohjan mikrobivaurioitunut eriste tulee uusida, koska yläpohjaeristeestä on havaittu viitearvot ylittäviä määriä mikrobeja. Mustuneet runkopuut tulisi desinfioida, koska toisen kerroksen runkopuusta on havaittu viitearvot ylittäviä määriä mikrobeja. Muovimatot tulee poistaa ja lattiat hioa, koska materiaalien molemmista FLEC-näytteistä on havaittu epätavanomaisina pitoisuuksina 2-etyyliheksanolia. Hiottu betonilattia tulee desinfioida, minkä jälkeen se pinnoitetaan epoksilla. Epoksilla on tarkoitus sulkea 2-etyyliheksanoli betoniin. Tulokset löytyvät liitteestä 1 (liite 1/4). (Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus (DNA). 2010, liitteessä 1.)

Ositum Oy on tehnyt asbestianalyysin kohteen rypyläkatosta. Näyte on hajotettu mekaanisesti ja tutkittu valomikroskooppisesti. Asbestianalyysin tuloksen mukaan asbesti ei aiheuta toimenpiteitä. Tulokset ovat liitteessä 2 (liite 2/4). (Materiaalien asbestianalyysit Luotolaisentie 12. 2010, liitteessä 2.)

4.5 Toimenpidesuositukset 9.12.2010

Urakoitsija on ottanut joulukuussa 2010 Luotolaisentie 12:n A-talon betonilattiasta materiaalinäytteen. Näyte on lähetetty tutkittavaksi Ositum Oy:n laboratorioon. Näytteestä ilmenee, että näyte sisältää heksadekaania epätaivomaisena pitoisuutena. Tulokset ovat liitteessä 3, sivulla 7. Mitatut pitoisuudet ovat kuitenkin alhaiset. Uusien tulosten mukaan alapohjan betonilattialle ei suositella toimenpiteitä VVOC- ja VOC-yhdisteiden osalta. Toimenpidesuositukset ovat liitteessä 4. (Luotolaisentie 12 materiaalien FLEC-analyysi; Toimenpidesuositus koskien raporttia 987810.)

5 RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS

Energiankulutuksen vähentämisen taustalla on ilmastonmuutos. Ilmakehään kertyy jatkuvasti ylimääräistä hiilidioksidia, mikä aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Ilmastonmuutokseen mukautuminen ja sen hillitseminen vaativat maailmanlaajuisia toimenpiteitä. Hiilidioksidipäästöjen määrään on mahdollisuus vaikuttaa pienentämällä energiankulutusta suosimalla uusiutuvan energian käyttöä. Hiilidioksidin eräitä lähteitä ovat energiantuotanto ja käyttö. (Työtehoseura. 2011, linkit Energiankulutus.)

Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen taustalla ovat Kioton ilmastopimus ja Suomen energia- ja ilmastostrategia. Energiatehokkuuden tavoitteena on vähentää kasvihuonepäästöjä. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8.)

Tutkimuksien mukaan Euroopassa energiankulutusta voitaisiin vähentää jopa viidenneksellä, jos rakennuksien energiatehokkuutta parannettaisiin ja se johtaisi päästöjen vähenemiseen. Koko Euroopan energiankulutuksesta 40 % kuluu rakennuksissa. Rakennuksien osuudesta kotitalouksien osuus on kaksi kolmasosaa. Suomessa rakennuksien energiankulutus painottuu lämmityksen, ilmanvaihdon, lämpimänveden ja valaistuksen tuottamiseen. Lämmityksen osuus pelkästään tuottaa jopa 30 % Suomen kasvihuonepäästöistä. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 2; Fortum. 2011, linkit Tiesitkö energiasta -> Energiatodistus.)

5.1 Energiatehokkuusdirektiivi

Energiatehokkuusdirektiivi eli Euroopan unionin rakennusten energiatehokkuutta koskeva direktiivi velvoittaa jäsenmaat energiatodistusten käyttöönottoon. Energiatehokkuusdirektiivin tavoitteena on vähentää 20 %:lla hiilidioksidipäästöjä koko EU:n alueella parantamalla rakennusten

energiatehokkuutta. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8.)

Direktiiviä sovelletaan kansallisella tasolla, maan paikalliset olo- ja ilmastosuhteet sekä sisäilmastolle asetetut vaatimukset ja kustannustehokkuus huomioonottaen. Direktiivi vaikuttaa niin uudis- kuin korjausrakentamiseen ja se sisältää kolme osa-aluetta: energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset, energiatodistuksen käyttöönoton sekä lämmityskattiloiden ja ilmastointilaitteiden määräaikaistarkastukset. Rakentamismääräyskokoelman osat, jotka liittyvät Energiatehokkuusdirektiiviin, ovat C3, D2, D3 ja D5. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8; Ympäristö. 2011b, linkit Energia ja ekotehokkuus -> Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi.)

Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia ja ne koskevat uuden rakennuksen rakentamista. Kokoelman ohjeet eivät ole velvoittavia. Rakentamismääräysten vaatimusten on toteuduttava suunnitellussa uudessa rakennuksessa. Vaatimusten toteutuminen on osoitettava rakennuslupaa haettaessa. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8, 37; Ympäristö. 2011b, linkit Energia ja ekotehokkuus -> Suomen rakentamismääräyskokoelma.)

5.2 Uudet energiamääräykset

Ympäristöministeriö antoi 30.3.2011 uudet energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset. Määräykset tulevat voimaan 1.7.2012. Voimaan tulevat määräykset koskevat vain uudisrakentamista ja niiden keskeinen muutos on siirtyminen kokonaisenergiatarkasteluun. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määrätään rakennustyyppikohtainen yläraja, joka ilmaistaan E-luvulla. E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen käyttämän energian tuotantomuoto. (Ympäristö. 2011c, linkit Ympäristöministeriö -> Ajankohtaista -> Tiedotteet -> Tiedotteet 2011 -> Uudet rakentamisen energiamääräykset annettu.)

Uusissa määräyksissä on eri energiamuodoille annettu kertoimet, jotka kuvaavat luonnonvarojen käyttöä. Energiamuodoille annetut kertoimet kannustavat käyttämään kaukolämpöä sekä uusiutuvia energianlähteitä, kuten pellettiä ja maalämpöä. Määräysten uudistuksen tarkoituksena on ohjata energiansäästöön ja päästöjen vähentämiseen. Määräysten tiukennus tarkoittaa keskimäärin 20 prosentin parannusta nykyisten määräysten vaatimaan energiatehokkuuteen. (Ympäristö. 2011c, linkit Ympäristöministeriö -> Ajankohtaista -> Tiedotteet -> Tiedotteet 2011 -> Uudet rakentamisen energiamääräykset annettu.)

5.3 Energiatehokkuuden osoittaminen

Energiatodistusten käyttöönoton taustalla on ollut huoli energiantuontiriippuvuudesta ja energiankulutuksesta johtuvista hiilidioksidipäästöistä. Energiatodistukset auttavat ja ohjaavat kuluttajia rakennusten oston yhteydessä vertaamaan rakennuksen energiatehokkuutta ja auttamaan valinnoissa. Myytäessä tai vuokrattaessa rakennusta tai sen osaa on myyjän tai vuokranantajan asetettava nähtäville voimassa oleva rakennuksen energiatodistus lain mukaisesti. Uudisrakennukselle rakennuslupaa haettaessa hakemukseen on liitettävä pääsuunnittelijan antama rakennuksen energiatodistus. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8,10.)

Rakennettuun, enintään kuuden asunnon asuinrakennukseen energiatodistus on vapaaehtoinen, jos se on rakennettu ennen vuotta 2008. Muilta olemassa olevilta kiinteistöiltä on vaadittu energiatodistus myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Vuoden 2008 alusta energiatodistus on ollut pakollinen uudisrakennuksille. Energiatodistusta ei vaadita rakennuksilta, jotka ovat suojeltuja, alle neljä kuukautta vuodessa käytössä olevia vapaa-ajan asuntoja tai kirkkoja. (Ympäristö. 2010a, linkit Maankäyttö ja rakentaminen -> Energia- ja ekotehokkuus -> Energiatodistus.)

5.3.1 Energiatehokkuusluku ja -luokat

Energiatodistuksesta ilmenee rakennuksen energiatehokkuus, joka pitää sisällään rakennuksen tarvitseman lämmitysenergian, laite- tai kiinteistösähkön ja mahdollisen jäähdytysenergian sekä bruttoalaan suhteuttaen lasketun energiatehokkuusluvun. Energiatehokkuusluokka saadaan energiatehokkuusluvun perusteella. Rakennuksen energiatehokkuusluokat ovat A-G ja ne määräytyvät rakennuksen tyypin perusteella. Rakennustyyppejä ovat esimerkiksi pienet asuinrakennukset, suuret asuinrakennukset, päiväkodit ja uimahallit. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8, 36; Motiva Oy. 2010, linkit Koti ja asuminen -> Taloyhtiöt -> Energiatodistus.)

Energiatehokkuusluokat menevät siten, että A-luokka kuluttaa energiaa vähiten ja G-luokka eniten. Jos rakennuksen energiankulutusta ei ole voitu luotettavasti selvittää, voi rakennus saada energiatehokkuusluokaksi G:n. Mikäli energiatehokkuusluokkaa ei ole voitu määrittää, on siitä energiatodistuksessa maininta ja parannustoimenpiteet, joiden avulla energiatehokkuusluku saataisiin. Vuoden 2008 määräysten mukaan rakennettu tavanomainen rakennus sijoittuu yleensä D-luokkaan. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 8, 36; Motiva Oy. 2010, linkit Koti ja asuminen -> Taloyhtiöt -> Energiatodistus.)

Energiatehokkuuden määrittämiseen on kaksi tapaa, laskennalliseen tai toteutuneeseen energiankulutukseen pohjautuvat. Enintään kuuden asunnon uudisrakennuksilla tai -rakennusryhmillä sekä olemassa olevilla samankokoisilla rakennuksilla energiatodistus perustuu aina laskennalliseen energiankulutukseen. Yli kuuden asunnon uudisrakennuksilla tai -rakennusryhmillä ensimmäinen energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja sen jälkeinen todistus toteutuneeseen kulutukseen. Olemassa olevilla yli kuuden asunnon rakennuksilla tai rakennusryhmillä energiatodistus perustuu toteutuneeseen kulutukseen. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 10, 13, 15.)

5.3.2 Energiatodistuksen myöntäjät

Uudisrakennuksille energiastodistuksen antaa pääsuunnittelija. Energiastodistus liitetään rakennuslupahakemukseen. Rakennusvalvontaviranomainen arkistoi energiastodistuksen. Olemassa oleville rakennuksille energiastodistuksen voi antaa henkilö, joka täyttää energiastodistuksen vaadittavat pätevyysvaatimukset. Henkilön pätevyysvaatimuksia ovat soveltuva rakennusalan tai talotekniikan tutkinto tai vähintään kolmen vuoden työkokemus rakennusten energiankäyttöön liittyvissä tehtävissä ja hän on perehtynyt energiastodistuksen laadintaan sekä siihen liittyviin säädöksiin. Energiakatselmuksen yhteydessä todistuksen antaa katselmuksen suorittaja. Energiakatselmuksen suorittajalta vaaditaan kauppa- ja teollisuusministeriön tai Motivan hyväksymä energiakatselmoijan pätevyys. Isännöitsijä tai hallituksen puheenjohtaja voi antaa isännöitsijätodistukseen sisältyvän energiastodistuksen. (Energiastodistusopas 2007. Rakennuksen energiastodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 10–12, 19.)

Energiastodistukset ovat voimassa pienillä uudisrakennuksilla 10 vuotta. Myös olemassa olevilla pienillä ja suurilla asuinrakennuksilla todistus on voimassa 10 vuotta, mikäli energiastodistus on annettu energiakatselmuksen yhteydessä tai energiastodistus on erillinen energiastodistus. Suurien uudisrakennusten todistus on voimassa 4 vuotta. Energiastodistus, joka annetaan isännöitsijätodistuksen osana, on voimassa yhden vuoden, kuten isännöitsijätodistuskin. Isännöitsijä voi antaa vain toteutuneeseen energiankulutukseen perustuvan energiastodistuksen. (Energiastodistusopas 2007. Rakennuksen energiastodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 15- 18.)

5.3.3 Energiatehokkuusluvun laskeminen

Olemassa oleville rakennuksille energiastodistusta ei voi antaa asuntokohtaisesti, vaan se annetaan rakennus- tai rakennusryhmäkohtaisesti. Energiastodistus perustuu toteutuneeseen energiankulutukseen, mutta enintään kuudesta asunnosta koostuville asuinrakennuksille tai -rakennusryhmille

energiatodistus perustuu aina laskennalliseen kulutukseen. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 15.)

Energiatodistusasetus antaa lähtöarvot rakennuksen lämpöhäviöenergioille, käyttöveden lämmitystarpeelle, lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergioille, lämpökuormille ja laitteiden sähköenergiankulutuksen laskennalle. Sama asetus antaa myös lähtöarvot tilojen jäähdytysenergian laskentaan ja ohjeet pienien asuinrakennuksien energiatehokkuusluvun laskentaan. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 2007, 3620.)

Laskennan lähtötietoina ovat säätiedot, sisäilmasto, rakennuksen vaipan U-arvot, bruttopinta-ala ja laitejärjestelmät. Bruttopinta-ala saadaan laskemalla kaikki kerrostasojen kerrosalat yhteen. Energiatodistusta varten lasketusta bruttopinta-alasta vähennetään tilat, jotka eivät sisällä lämmitysjärjestelmää. Sellaisia tiloja ovat esimerkiksi kylmät autosuojat, varastot ja ullakot. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 24- 25; D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007. 2007, 8.)

Energiatehokkuusluku suomessa on suhteutettu vastaamaan Jyväskylän säätä, jotta eri puolella Suomea olevat rakennukset olisivat vertailtavissa. Olemassa olevien enintään kuuden asunnon asuinrakennuksille tai rakennusryhmille käytetään säätietoina RakMk osan D5/2007 liitteen 1 säävyöhykkeen III (Jyväskylä - Lounetjärvi) mukaisia tietoja. Tässä tapauksessa ei erillistä sääkorjausta tarvitse enää laskennallisesti tehdä energiatodistusta varten toisin kuin muille asuinrakennuksille. Energiatehokkuusluvun laskenta suoritetaan rakennusmääräyskokoelman osan D5/2007 ohjeita noudattaen. (Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. 2009, 15, 34.)

5.3.4 Energiajuniori

Energiajuniori on ohjelmisto, joka perustuu Rakennusmääräyskokoelman osan 5D laskentaohjeeseen. Lämmöntarve lasketaan bruttokulutuksena eli siinä ei oteta huomioon lämmöntuotantotapaa. Asuintilaan liittyviä puolilämpimiä tiloja, kuten autotalli ja viherhuone, ei oteta mukaan laskentaa tehtäessä. (Pientalon laatu. 2011, linkit Energiankulutus.)

Energiajuniorin tulostus sisältää normaalit kohdetiedot ja energiatarpeen eritellyt sekä energiaselvityksen ja energiatodistuksen. Erityisesti rakennusvalvontaa ja dokumentointia varten tulostuu yhteenvetolomake, jossa on yhdellä sivulla energiaselvityksen 8-kohtainen tulosten yhteenveto. (Pientalon laatu. 2008.)

5.4 Kohteen energiatehokkuus

Luotolaisentie 12:n A-talo on rakennettu 1980-luvun alkupuolella, milloin rakennusten energiamääräykset eivät ole olleet kovinkaan tiukat. Kohteen alkuperäinen rakentaja ei ole huolehtinut lämmöneristeiden huolellisesta asentamisesta eikä rakenteiden tiiveydestä. Rakennus on kuluttanut ylimääräistä energiaa hallitsemattoman ilmanvaihdon, lämmöntalteenoton puuttumisen, ilmaa vuotavien ja huonon lämmönvastuksen omaavien rakenteiden vuoksi. Vaikka rakennus olisikin aikanaan rakennettu huolella, ei se siltikään olisi enää energiatehokkuudelta nykypäivän tasoa.

5.4.1 Kohteen energiatehokkuus ennen korjausta

Energiajuniorilla tehtyjen laskelmien mukaan Luotolaisentie 12:n A-talo on kuulunut energiatehokkuusluokkaan E. Energiatehokkuusluku on ollut 256 kWh/ brm²/ vuosi. Rakennus on kuluttanut ylimääräistä energiaa hallitsemattoman ilmanvaihdon, lämmöntalteenoton puuttumisen, ilmaa vuotavien ja huonon lämmönvastuksen omaavien rakenteiden vuoksi. Lämpöhäviö D3-

2007 vertailutasosta on ollut 130 %. Tulokset ovat liitteessä 5. (Energiaselvityksen tulosten yhteenveto. 2010, liitteessä 5.)

5.4.2 Kohteen energiatehokkuus energiakorjauksen jälkeen

Energiakorjauksen jälkeen A-talon energiatehokkuusluokka on noussut E-luokasta B-luokkaan. Energiatehokkuusluku on parantunut luvusta 256 kWh/brm²/vuosi lukuun 159 kWh/brm²/vuosi. Laskennallisesti energiansäästöä kertyy 97 kWh/brm²/vuosi. Lämpöhäviö D3-2010 vertailutasosta on 72 %. Korjatun kohteen lämpöhäviötaso vastaa matalaenergiarakennuksen tasoa. Tulokset ovat liitteessä 6. (Energiaselvityksen tulosten yhteenveto 2011, liitteessä 6.)

Tähän energiansäästöön on päästy parantamalla rakenteiden U-arvoa, uusimalla vanhat ikkunat vähemmän energiaa kuluttaviin ikkunoihin, parantamalla rakennuksen ilmatiiveyttä ja hallitulla ilmanvaihtojärjestelmällä, jonka lämmöntalteenotto-prosentti on 76 %. Taulukossa 1 on vertailtu valintoja, jotka ovat olennaisesti vaikuttaneet saavutettuun energiansäästöön.

TAULUKKO 1. Energiatehokkuutta parantavat valinnat

Rakennuksen osa	Yksikkö	Ennen korjausta	Jälkeen korjauksen
Ulkoseinä	u- arvo (W/m ² K)	0,23	0,14
Yläpohja	u- arvo (W/m ² K)	0,16	0,08
Ikkunat	u- arvo (W/m ² K)	2,1	0,82
Ilmanvuotoluku	1/h	8,3	0,4
Ilmanvaihdon LTO.	%	0	76

5.4.3 Energiatehokkuuden tavoitearvo

Kohteeseen on tehty useita laskelmia energiajunioriohjelmistolla. Tavoitteena on ollut saada kohde energiatehokkuusluokkaan A. Laskelmissa on käytetty eri variaatioita korjaustavoista ja rakennevalinnoista. Laskelmissa on kokeiltu

ilmanvaihtokonetta, jonka lämmöntalteenotto on parempi kuin valitussa laitteessa. Laskelmissa, joissa on käytetty alapohjan lisälämmöneristämistä, on päästy energiatehokkuusluokkaan A. (Vielma 2011.)

Energiatehokkuuden tavoitearvoon A vaadittavat seikat, kuten esimerkiksi ulko-ovien uusiminen, alapohjan lisälämmöneristäminen ja paremman LTO:n omaavan ilmanvaihtokoneen valitseminen ei välttämättä kuitenkaan olisi järkevää kustannussyistä. Laskelmissa on pidetty linjaa, että valitun parannuksen tulisi maksaa itsensä takaisin viimeistään kolmessakymmenessä vuodessa. Laskelmissa on otettu yhtenä tekijänä huomioon myös asumismukavuus. Tästä hyvä esimerkki ovat uudet ikkunat, joiden kustannuksista puolet voidaan katsoa parantavan energiatehokkuutta ja puolet asumismukavuutta. Kohteen ulko-ovet on uusittu vuonna 2007, joten on katsottu, ettei niiden uusiminen ole taloudellisesti järkevää. Luotolaisentie 12:n B-taloon on katsottu järkeväksi vaihtoehdoksi purkaa vanha alapohjalaatta. Taustalla ovat B-talon huonompi sijoittuminen ympäröivään maastoon ja vanhan lattiamaton aiheuttamat ongelmat. Purkamalla vanha alapohjalaatta päästään tarkistamaan vanha kapilaarikatkerros ja samalla voidaan lisätä alapohjan lämmöneristävyttä. (Vielma 2011.)

Pelkästään hyvät materiaali- ja laitevalinnat eivät riitä energiatehokkuuden parantamiseen. Se että, myöhemmin tehtävä, toteutuneeseen energiankulutukseen perustuva energiatehokkuusluku vastaa laskennallista kulutusta, on paljolti kiinni siitä, miten rakennustyö suoritetaan työmaalla. Kun työntekijät ja työnhajaaja ovat motivoituneet rakentamaan huolellisesti ja he tietävät, että rakennus tullaan lämpökuvaamaan ja tiiveysmittaamaan on rakentamisen laatu parempaa.

6 RAKENTEIDEN KUNTO JA KORJAUSTOIMET

Luotolaisentie 12:n A-talon rakenteet olivat monelta osin huonossa kunnossa. Rakenteissa oli korjauksen tai purkamisen tarvetta. Osassa rakenteita oli mikrobivaurioita ja osasta rakenteista haihtui huoneilmaan orgaanisia yhdisteitä. Rakenteet eivät olleet tiiviitä eivätkä energiatehokkaita. Osa rakenteista voitiin jättää rakenteelle tehtävien eri toimenpiteiden jälkeen. Rakenteiden kunnan määrittämisen jälkeen voitiin tehdä korjaussuunnitelmat uusista terveellisistä ja energiatehokkaista rakenteista.

6.1 Vesikatto

Vesikattona on ollut peltikatteinen harjakatto. Peltikatteen pinnoite on hilseilyt irti. (Kuva 4.)



KUVA 4. Hilseilevä vesikatto

Aluskate on asennettu jälkeinpäin ja virheellisesti. Veden tulisi pystyä virtaamaan ilman esteitä aluskatteen pintaa pitkin rakennuksen seinälinjojen ulkopuolelle ja vesikatteen tulisi olla irti aluskatteesta. Aluskatteen päällä tulisi olla korokerimat. (Kuva 5.)



KUVA 5. Aluskatteen virheellinen asennus

Aluskate on asennettu virheellisesti. Aluskate sijaitsee osittain ruodepuiden alla ja osittain ruodepuiden päällä. (Kuva 6).



KUVA 6. Aluskatteen virheellinen asennus

Veden päästessä peltikatteen läpi aluskate suojaa veden valumisen yläpohjaeristeisiin. Aluskatteen tulee olla niin hyvin asennettu, että rakennus voi vesisateella olla ilman vesikatemateriaalia, yläpohjaeristeitä kastelematta. Vesikatteen kiinnitykseen käytettävien ruoteiden ja aluskatteen välissä tulee olla tuulettuva väli (kuva 7).



KUVA 7. Aluskatteen oikeaoppinen asennus

Uudeksi vesikatteeksi on valittu pystysaumakate. Ruodepuiden väliin tulee villasuikale huoneistojen väliseksi palo-osastoinniksi. (Kuva 8.)



KUVA 8. Uusi vesikate

Vesikaton rakenteet on purettu ja korjattu toimivaksi. Taulukossa 2 on vertailtu vanhaa rakennetta uuteen rakenteeseen.

TAULUKKO 2. Vesikaton rakennekerrokset ennen ja jälkeen energiakorjauksen

Rakennekerros	Ennen energiakorjausta	Jälkeen energiakorjauksen
1		Pystysaumakate
2	Kanttikate	Ruodepuut vaakassa
3	Ruodepuut vaakassa	Korokerimat
4	Aluskate	Aluskate
5	Kattoristikot	Kattoristikot

6.2 Yläpohja

Yläpohjassa on ollut lämmöneristeenä 150 mm+150 mm mineraalivillaa (kuva 9). Rakenne on ollut suunnittelun osalta toimiva, mutta rakentamisen toteutus on ollut puutteellista.



KUVA 9. Mineraalivilla yläpohjaeristeenä

Vanhassa yläpohjarakenteessa on ollut höyrynsulkumuovi, mutta se on viilletty useista kohdista puhki. Yläpohjan höyrynsulkumuovi on vuotanut läpivientien ja teipattujen viiltojen kohdalta. (Kuva 10.)



KUVA 10. Yläpohjan vuotava höyrynsulkumuovi

Vuotava höyrynsulkumuovi voi johtaa rakenteen liialliseen kostumiseen ja sen kautta rakenteen vaurioitumiseen (Tulla 2011). Yläpohjan eristemateriaaleista on mitattu kohonneita mikrobipitoisuuksia, minkä vuoksi vanhat yläpohjaeristeet on uusittu ja kattoristikot puhdistettu ja desinfioitu (Pääaho 2011).

Yläpohjarakenne on korjattu paremman U-arvon saavuttamiseksi ja vaurioituneen rakenteen vuoksi. Yläpohjaan on tullut yhteensä 580 mm lämmöneristettä. Taulukossa 3 on vertailtu vanhaa rakennetta uuteen rakenteeseen.

TAULUKKO 3. Yläpohjan rakennekerrokset ennen ja jälkeen energiakorjauksen

Rakennekerros	Ennen energiakorjausta	Jälkeen energiakorjauksen
1	Mineraalivilla 300mm	Puhallusvilla 550mm
2	Höyrynsulkumuovi	Polyuretaanilevy 30mm
3	Koolausrima	Koolausrima
4	Kipsilevy	Ristikoolausrima
5		Kipsilevy
U-arvo	0,16	0,08

Sisäpinnassa on tuotenimeltään SPU-eriste polyuretaanilevy. Levyn sisäpinnassa on diffuusiotiivis alumiinilaminaatti, joka estää vesihöyryn pääsemisen rakenteisiin. (Kuva 11.)



KUVA 11. Yläpohjan uusien rakennesuunnitelmien mukainen polyuretaanilevy

SPU-tuotteen avulla pystytään rakennuksesta tekemään hyvin ilmatiivis huolellista työskentelyä noudattamalla. Polyuretaanilevyn saumat saumataan uretaanivaahdolla. Uretaanivaaho lämmöneristää polyuretaanilevyjen väliin mahdollisesti jäävät raot. (Kuva 12.)



KUVA 12. SPU-eristeen saumojen ja läpivientien eristys uretaanivaahdolla

Polyuretaanilevyn saumat teipataan huolellisesti siihen soveltuvalla vesi-
höyrypitävällä teipillä. Teippaus tekee rakenteesta ilmatiiviimmän. (Kuva
13.)



KUVA 13. SPU-eristeen saumojen ja läpivientien teippaus

Polyuretaanilevyn pintaan on tullut ristikoolaus (kuva 14). Koolausriman pintaan on ruiskutettu uretaanivaaho juuri ennen riman kiinnittämistä yläpohjarakenteeseen. Uretaanivaaho tiivistää riman kiinnikkeiden tekemät ilmaa vuotavat reiät. Sähköasennukset tulevat koolaustilaan.



KUVA 14. Yläpohjan ristikoolaus

6.3 Ulkoseinät

Ulkoseinärakenteiden korjaamisella pyritään poistamaan aiheutuneet mikrobivauriot ja parantamaan lämmöneristävyttä. Ulkoseinälle tehtävät muutokset ovat taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Ulkoseinärakenteeseen tehtävät muutokset

Rakennekerros	Ennen energiakorjausta	Jälkeen energiakorjauksen
1		Kipsilevy (erikoiskova) 13mm
2	Rakennuslevy 12mm	Koolauslaudoitus 22mm
3	Rakennusmuovi 0,2mm	polyuretaanilevy 60mm
4	Runko 125mm + mineraalivilla 125mm	Runko 125mm+ mineraalivilla 125mm
5	Tuulensuoja mineraalivilla 50mm	Tuulensuojalevy
6	Naulausrimat 25mm	Tuuletusrako 22mm
7	Ulkovuorilaudoitus 19mm	Julkisivulaminaatti
U-arvo	0,23	0,14

Vanhassa seinärakenteessa on ollut 50 mm:n tuulensuojavilla ja 125 mm:ä mineraalivillaa lämmöneristeinä. Vanhat ulkoseinäeristeet ovat olleet huolimattomasti asennettuja. Eristeen ja runkokuun välissä on ollut huomattavia rakoja. Höyrynsulkumuovi on vuotanut useista kohdista. Lämmöneristeessä on ilmavuodosta aiheutuneita tummentumia. (Kuva 15.)



KUVA 15. Huolimattomasti asennetut lämmöneristeet

Ilman epäpuhtaudet ovat tummentaneet tuulensuojavillan ulkopinnan (kuva 16). Tummentumat itsessään eivät tarkoita sitä, että rakenne olisi mikrobi- tai kosteusvaurioitunut.



KUVA 16. Tummunut tuulensuojavilla

Ulkooverhousstiilen ja tuulensuojavillan välissä olisi hyvä olla tuuletusrako. Tässä tapauksessa tuuletusrako on tukkeutunut muurauslaastista (kuva 17).



KUVA 17. Tukkeutunut tuuletusrako

Ulkoseinäeristeet on uusittu tarvittavilta osin ja sisäpuolelle on asennettu 60 mm:n polyuretaanilevy. Seinissä on lämmöneristeinä Knauffin kierrätyslasi-villaa ja SPU-eristelevy ilman- ja höyrynpitävine pintoineen. (Kuva 18.)



KUVA 18. Uusi ulkoseinärakenne

Ulkoseinäessä polyuretaanilevyn saumat tiivistetään uretaanivaahdolla ja vesihöyryn pitävällä teipillä, samoin kuin yläpohjarakenteessa. Polyuretaanilevyn pintaan tulee myös vaakakoolaus (kuva 19), johon kiinnitetään kipsilevy. Koolauslautojen takapintaan ruiskutetaan uretaanivahto juuri ennen kiinnitystä. Uretaanivahto tiivistää koolauslautojen kiinnikkeiden tekemät ilmaa vuotavat reiät.



KUVA 19. Ulkoseinärakenteen vaakakoolaus

6.4 Välipohja

Vanhaa välipohjarakennetta ei ole ollut tarvetta korjata, muilta kuin kylpyhuoneiden ja pintojen osalta. Vanha kylpyhuoneen pintalaatta on purettu. Uuteen kylpyhuoneen pintalaattaan on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys (kuva 20).



KUVA 20. Märkätilalaatan vesikiertoinen lattialämmitys

Välipohjan vanhat pintamateriaalit on purettu ja pintaan on valettu uusi tasoi-
tekerros (kuva 21). Tasoitemateriaalia valittaessa on hyvä tarkistaa muiden
rakennusmateriaalien soveltuvuus tasoitemateriaalin yhteyteen. Tällaisia ra-
kennusmateriaaleja voivat olla esimerkiksi märkätilojen vesieristeet.

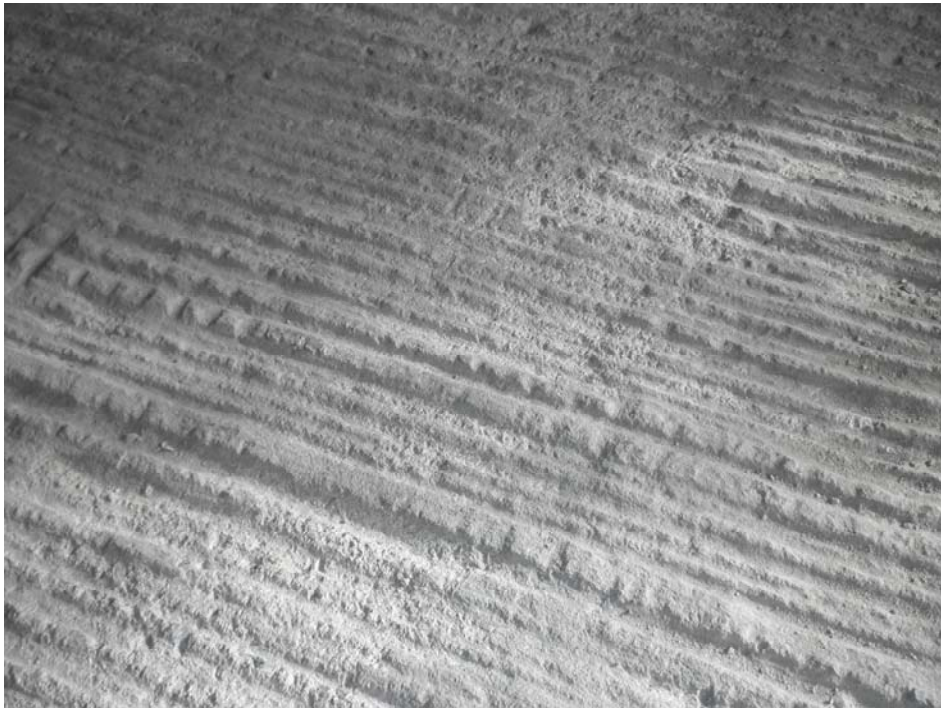


KUVA 21. Välipohjalaatan tasoitekerroksen valu

6.5 Alapohja

Alapohjarakenteena on maanvastainen teräsbetonilaatta. Alapohjan keski-alueella on lämmöneristeenä 70 mm:n solupolystyreenilevy ja reunoilla 140 mm:n solupolystyreenilevy. Alapohjan korjaamisen taustalla on muovimatos- ta liikkeelle lähtenyt 2-etyyliheksanoliuongelma ja vesikiertoisen lattialämmi- tyksen valinta lämmönjako tavaksi.

Ositum Oy:n toimenpidesuosituksen mukaan alapohjalaatan pinta tulisi hioa, desinfioida ja pinnoittaa epoksilla. Epoksin on tarkoitus kapseloida mahdolli- set 2-etyyliheksanoli päästöt betonilaattaan. Myöhempien mittausten mukaan FLEC-näytteestä on ilmennyt, että jyrskyssä (kuva 22) betonilaatassa ei ole enää merkittäviä pitoisuuksia haitallisia VOC/VVOC-yhdisteitä.



KUVA 22. Jyrsky alapohjalaatta

Alapohjalaatan pintaa on jouduttu urittamaan ja piikkaamaan (kuva 23) kah- teen kertaan, koska vesikiertoinen lattialämmitys vaatii 30 mm tasoitetta put- ken päälle. Betonilaattaa ei ole voitu korottaa ylöspäin, koska se pienentäisi huonekorkeutta, mikä on haluttu pitää 2 500 mm:ssä.



KUVA 23. Uritettu ja piikattu alapohjalaatta

Alapohjalaattaan on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. Alapohjalaattaan on sahattu urat vesikiertoisen lattialämmityksen putkistolle (kuva 24).



KUVA 24. Vesikiertoisen lattialämmityksen putkiston urat alapohjalaatassa

Vesikiertoisen lattialämmityksen putkisto on asennettu kiertämään alapohjalaattaan sahattuihin uriin (kuva 25).



KUVA 25. Asennettu vesikiertoinen lattialämmitys

Vesikiertoisen lattialämmityksen putkisto on juotettu kiinni alapohjalaattaan (kuva 26). Apuna juottamiseen voidaan käyttää kastelukannua.



KUVA 26. Lattialämmityspotkiston juotosvalu

Vesikiertoisen lattialämmityksen asentamisen jälkeen alapohjalaatan pinta on tasoitettu tasoitevalulla (kuva 27). Tasoitemateriaalia valittaessa on hyvä tarkistaa muiden rakennusmateriaalien soveltuvuus tasoitemateriaalin yhteyteen. Tällaisia rakennusmateriaaleja voivat olla esimerkiksi märkätilojen vesieristeen. (Pääaho 2011.)



KUVA 27. Lattipinnan tasoitevalu

Alapohjalaatan työstäminen on osoittautunut sen verran työlääksi tehdä, että Luotolaisentie 12:n B-taloon on kaavailtu koko alapohjalaatan purkamista. Taustalla on myös se, että B-talon lattiapinta on alempana kuin ympäröivä maanpinta, minkä vuoksi kapilaarikatkokerroksien toimivuus halutaan varmistaa. Purkamalla alapohjalaatta kokonaisuudessaan säästytään laatan urittamisen ja hiomisen vaatimalta työmäärältä ja varmistetaan mahdollisten 2-etyyliheksanoli päästöjen olemassaolon mahdollisuus. Laatan purkamisen avaa myös mahdollisuuden asentaa salaojaputket rakennuksen alle. (Vielma 2011; Pääaho 2011.)

6.6 Piha- ja maarakenteet

Pöyry Oy:n pohjatutkimusraportin mukaan A- ja D-talojen lattipinnan etäisyys pohjavesipintaan on vähemmän kuin yksi metri. Tämä edellyttää salaojajärjestelmän asentamista (kuva 28). Pohjatutkimusraportti on liitteenä (liite 7). (Yleispiirteinen pohjatutkimus ja perustustapalausunto. 2010, liitteessä 7.)



KUVA 28. Salaojajärjestelmän asennus

Yleisperiaatteena on se, että lattiapinta on vähintään yhden metrin pohjavedenpinnan yläpuolella. Salaojat tulee sijoittaa vähintään yhden metrin lattiapinnan alapuolelle ja vähintään 0,1 m perustusten alapuolelle. Pohjatutkimusraportti on liitteenä (liite 7). (Yleispiirteinen pohjatutkimus ja perustustapalausunto. 2010, liitteessä 7.)

Katolta tulevat sadevedet on ohjattava kattovesijärjestelmällä sadevesiviemäriin. Rakennuksen ympäröivä maanpinta on muotoiltava 3 m:n matkalta kaltevuuteen 1:20 ja sen ulkopuolelta kaltevuuteen 1:50 - 1:100 rakennuksesta poispäin. Pohjatutkimusraportti on liitteenä (liite 7). (Yleispiirteinen pohjatutkimus ja perustustapalausunto. 2010, liitteessä 7.)

Perustusten ympärille asennetaan perusmuurilevy (kuva 29). Perusmuurilevyn tehtävänä on pitää perustuksen pinta kuivana ja tuulettavana. (Tulla 2011.)



KUVA 29. Asennettu perusmuurilevy

7 KORJAUSSUUNNITELMIEN TOTEUTUMINEN

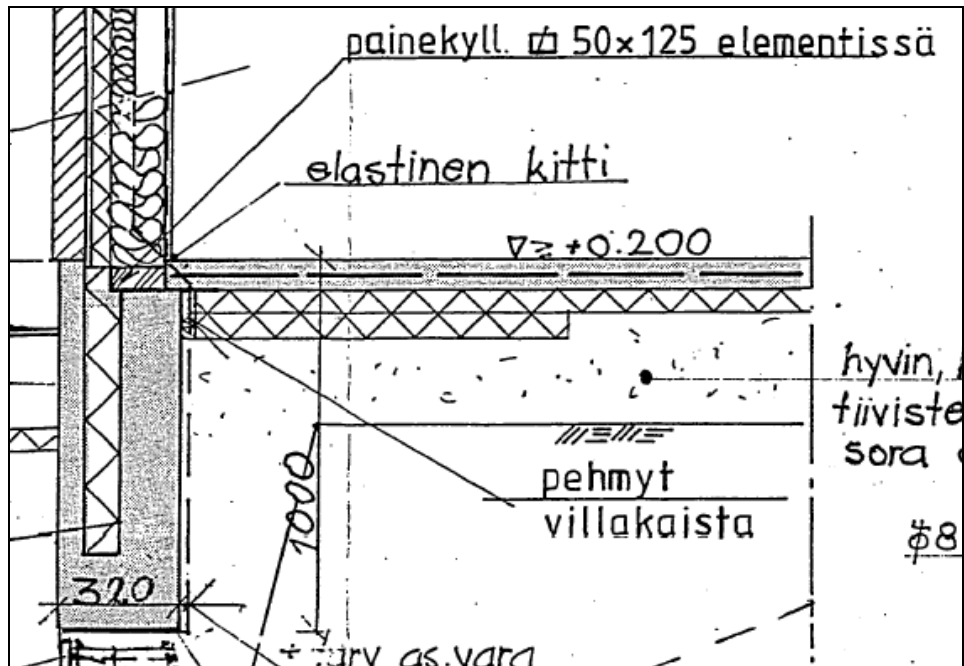
Vanhempien rakennusten korjaamisessa ei ole epätavanomaista, että korjauksen yhteydessä tulee esiin seikkoja, joita ei ole alustavissa suunnitelmissa osattu odottaa. Luotolaisentie 12:n A-talossa oli niin paljon uusittavaa ja korjattavaa, että käytännössä kaikki on uusittu tai korjattu betonirunkoa ja julkisivumuurausta lukuun ottamatta.

Yksi hieman lisäkustannuksia tuova seikka liittyi rakennuksen vanhoihin sähkörunkolinjoihin. Vanhat 1-vaiheiset rakennuksen sähkörunkolinjat oli vaihdettava 3-vaiheisiin.

Kaukolämpöä on kaavailtu kytkettäväksi huoneistokohtaisen ilmanvaihtokoneen tuloilman esilämmittimeen. Kiinteistökohtainen lämmönvaihdin ei kuitenkaan ole soveltunut tähän käyttöön.

Mikrobi- ja VOC/VVOC-ongelmat on tutkitettu Ositum Oy:llä, joten nämä ongelmat eivät sinänsä olleet yllätyksiä. Rakennuksen julkisivumuurauksen takana kuuluisi olla 10 mm:n tuuletusrako, mutta se on tukkeutunut muurauslaastista. On kuitenkin katsottu, että julkisivumuuraus on kestänyt vaurioitta tähänkin asti, vaikka rakenteet ovat vuotaneet, joten kestää se tästä eteenpäin vuotamattomilla rakenteilla.

Vanhat rakennesuunnitelmat eivät ole toteutuneet työmaalla aikoinaan rakenteita rakentaessa. Ulkoseinän alaohjauspuun kuuluisi olla vanhojen suunnitelmien mukaan painekyllästettyä puutavaraa. (Kuva 30.)



KUVA 30. Vanha alapohjan leikkauspiirustus

Urakoitsijan avattua seinärakenteet on havaittu alaohjauspuun olleen kyllästämätöntä puutavaraa (kuva 31). Alaohjauspuun ja perustuksen välissä olisi hyvä olla kosteuden siirtymisen estävä rakennekerros. Käyttämällä kyllästettyä puutavaraa alaohjauspuuna ja kosteuden siirtymisen estävää rakennekerrosta alaohjauspuun ja perustuksen välissä, saadaan alaohjauspuulle suotuisemmat olosuhteet pysyä kuivana ja terveenä. Alaohjauspuusta on otettu materiaalinäyte, josta on mitattu mikrobipitoisuudet. (Pääaho 2011.) Alaohjauspuun mikrobipitoisuudet ovat olleet tavanomaiset (Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobitutkimus (DNA). 2010, liitteessä 1.)



KUVA 31. Kyllästämätön alaohjauspuu

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Luotolaisentie 12:n A-talon osalta raportti kohteen nykytilasta, vanhojen rakenteiden kunnon ja energiatehokkuuden tasosta, kohteen korjaustavoitteista, uusien rakenteiden tasosta ja työmaalla vastaan tulleista ongelmista. Tarkoituksena oli koota sellainen tietopaketti, että sitä voidaan hyödyntää B-talon korjauksessa. Työn tavoitteena oli myös antaa kattava kuva A-talon ongelmakohdista kohteen seuraaviin opinnäytetyöaiheisiin.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kosteus- ja mikrobivaurioituneen rivitalokohteen energiakorjaukseen johtaneita syitä. Työssä tarkasteltiin vanhojen rakenteiden kunnon tasoa ja niiden energiatehokkuutta. Työssä verrattiin rivitalokohteen vanhojen rakenteiden lämmöneristävyyttä uusien rakenteiden lämmöneristävyyteen. Työhön raportoitiin energiatehokkuuden parantamiseen johtaneista syistä.

Luotolaisentie 12 tapaisen kohteen yksi ongelma on epätietoisuus siitä, mitä tällaiselle kohteelle pitäisi tehdä, kun kohteen puutteina tai vaurioina voidaan mainita energiatehottomuus, mikrobivauriot, huono sisäilma ja ahtaat tilaratkaisut.

Kiinteistön omistajalla voidaan ajatella olevan kolme mahdollisuutta tehdä kohteelle jotain. Kohteelle voidaan tehdä hätäapukorjauksia, jotka antavat rakennuksen käytölle hieman lisääaikaa. Rakennukselle voidaan tehdä kokonaisvaltainen korjaus, minkä jälkeen rakennus ei vastaa uudisrakennusta, mutta antaa rakennukselle suunnitellun käyttöiän. Viimeisenä vaihtoehtona voidaan ajatella olevan kohteesta luopumisen, jolloin rakennus myydään toiselle taholle, jolla on resursseja kohteen tulevaisuuden varalle tai yksinkertaisesti vain puretaan ja rakennetaan uudelleen.

Luotolaisentie 12 entinen omistaja Sivakka-yhtymä Oy päätyi vaihtoehtoon, jossa kohteesta luovutaan. Kohteen ostaja OAKK Oy ei pitänyt kohdetta on-

gelmana vaan mahdollisuutena. OAKK Oy oli pitkään etsinyt Luotolaisentie 12:n tapaista kohdetta, jonka yhtenä tulevaisuuden vaihtoehtona on rakennuksen kokonaisvaltainen korjaaminen.

Kokonaisvaltaiseen korjaushankkeeseen ryhtyessä rakennuksen käyttötarkoitusta voidaan mahdollisuuksien mukaan muuttaa tai tilat voidaan muuttaa eri käyttäjäryhmille sopiviksi. Luotolaisentie 12 kohteessa yhtenä lähtökohtana oli tilojen uudelleen järjestely, tilavuuden ja valoisuuden lisäämiseksi. A-talon huoneistoja ei kuitenkaan ole laajennettu tai pienennetty, joten käyttäjäryhmät eivät sen vuoksi muutu. Käyttäjryhmiä voi muuttaa se, että kohteen huoneistot ovat olleet vuokra- asuntoja ja jatkossa huoneistot tulevat olemaan omistusasuntoja. Asunnoista osa voi mennä sijoittajille, jotka jälleen vuokraavat huoneistoja.

Kun rakennukseen tehdään kokonaisvaltainen korjaus, tulee miettiä, mitä kohteesta on pakko purkaa ja mitä voidaan jättää, vai onko järkevää jättää mitään energiatehottomuuden, asumisepämukavuuden ja rakennuksen terveyshaittojen vuoksi.

Luotolaisentie 12:n A-talon rakenteiden mikrobivaurioiden ja rakenteiden VOC-päästöjen vuoksi on lähes selvää, ettei kokonaisvaltaista korjausta tehdessä voida vaurioituneita rakenteita jättää. Mikrobivaurioituneet rakenteet tai VOC-päästöjä aiheuttavat rakenteet on mahdollista kapseloimalla saada haitattomiksi, mutta näihin ratkaisuihin liittyy aina riskinsä. Kapseloidut rakenteet saattavat alkaa vuotamaan, jolloin terveydelle haitalliset päästöt kulkeutuvat jälleen huoneilmaan. Ositum Oy oli suositellut alapohjalaatalle kapselointia, jotta VOC-päästöt eivät pääse huoneilmaan, mutta tähän ei ollut tarvetta, koska rakenne oli tuulettunut riittävän hyvin ja myöhemmissä tutkimuksissa ei haitallisia päästöjä enää havaittu. Alapohjalaatan työstäminen tavoitetason saavuttamiseen on työläs vaihe korjauksessa. Alapohjalaatan kokonaisvaltainen purkaminen tulee kysymykseen Luotolaisentie 12B - talossa.

Kohteen energiatehokkuutta on parannettu lisäämällä rakenteiden lämmöneristävyyttä, pienentämällä ilmanvuotolukua ja käyttämällä lämmöntalteenottimella varustettua ilmanvaihtokonetta. Kohteen energiatehokkuuden tavoitearvona ollut A-luokka jäi kohteessa saavuttamatta, mutta B-luokka saavutettiin. Paremman lämmöntalteenoton omaavaa ilmanvaihtokonetta käytettäessä A-luokka saattaa tulla mahdolliseksi. Alapohjalaatan purkamisella alapohjaa päästään lisälämmöneristämään ja senkin kautta A-luokka voidaan saavuttaa.

LÄHTEET

D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. 2007. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>. Hakupäivä 14.3.2011.

Energiatodistusopas 2007. Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen. Ympäristöministeriö. 2009. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=105735&lan=fi> . Hakupäivä 14.3.2011.

Fortum. 2011. Saatavissa: <http://fortum.fi>. Hakupäivä 18.3.2011.

Kosteus. 2004. Rafnet-oppimateriaali. Saatavissa: Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön verkkolevyllä sijainnista J:\kimmoi\Rakennusfysiikan_sovellukset\Kosteus\kosteus_27092004.pdf.

Motiva Oy. 2010. Saatavissa: www.motiva.fi. Hakupäivä 14.3.2011.

Ositum Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.ositum.fi/index.php?p=Flec>. Hakupäivä 16.2.2011.

Pientalon laatu. 2008. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/rakennusvalvonta/pdf/laatukortit/Energiajunior-26112008.pdf>. Hakupäivä 6.5.2011.

Pientalon laatu. 2011. Saatavissa: <http://www.pientalonlaatu.fi/kysely.php?part=3>. Hakupäivä 6.5.2011.

Pääaho, Kari 2011. Haastattelu 18.3.2011.

Riala, Riitta – Pirhonen, Päivi – Heikkilä Pirjo 1993. Asbesti Purku- ja huolto- töissä. Helsinki: Työterveyslaitos.

RT RakMK-21099 1998. Kosteus. Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys. 2008. Saatavissa:

http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/perustietoa/epapuhautudet_ja_niiden_torjunta/. Hakupäivä 6.5.2011.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2008. Asumisterveys opas. Pori: Ympäristö ja Terveys-lehti.

Tulla, Kauko. 2011. Korjausrakentamisen jatkokurssi.

Työtehoseura. 2011. Kodin energiaopas. Saatavissa:

<http://www.tts.fi/kodinenergiaopas/>. Hakupäivä 18.3.2011.

Vielma, Paavo. 2011. Haastattelu 18.3.2011.

Ympäristö. 2010a. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=307290&lan=fi&clan=fi>. Hakupäivä 16.2.2011.

Ympäristö. 2011b. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20644&lan=fi>. Hakupäivä 16.2.2011.

Ympäristö. 2011c. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=380147&lan=FI>. Hakupäivä 2.5.2011.

Ympäristöministeriö. 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Ympäristöministeriö. 2007a. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/5424.pdf>. Hakupäivä 14.3.2011.

LIITTEET

Liite 1. Luotolaisentie 12 materiaalien mikrobiutkimus (DNA)

Liite 2. Materiaalien asbestianalyysit Luotolaisentie 12

Liite 3. Luotolaisentie 12 materiaalien FLEC-analyysi

Liite 4. Toimenpidesuositus koskien raporttia 987810

Liite 5. Energiaselvityksen tulosten yhteenveto alkuperäisillä ratkaisuilla

Liite 6. Energiaselvityksen tulosten yhteenveto toteutuneilla ratkaisuilla

Liite 7. Yleispiirteinen pohjatutkimus ja perustustapalausunto

LUOTOLAISENTIE 12
MATERIAALIEN MIKROBITUTKIMUS (DNA)



Tutkimusraportti 887710

28.5.2010

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	VVOC/VOC -yhdisteet, ilma	8
5.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	8
6.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA	9
6.1	VVOC/VOC -yhdisteet, FLEC -analyysi	9
6.1.1	Tutkimusmenetelmä.....	9
6.1.2	Tulostaulukko, VVOC/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

Tilaja	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 VVOC/VOC -näytteessä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittiin etanolia, etikkahappoa ja alfa-pineeniä.

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

Sisäilman VVOC/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 dioktyylyftalaaatteja, 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.

3. TOIMENPIDESUOSITUS

Yläpohjan eriste on mikrobivaurioitunut joten se tulee uusaa.

Suosittelimme mustien runkopuidendesinfiointia. Koska alaohjauspuun bakteerimäärä on suuri, suosittelimme 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 ilmapuotojen estämiseksi.

4. MIKROBIANALYYSI

4.1 Materiaalinäyte, DNA-analyysi

4.1.1 Tutkimusmenetelmä

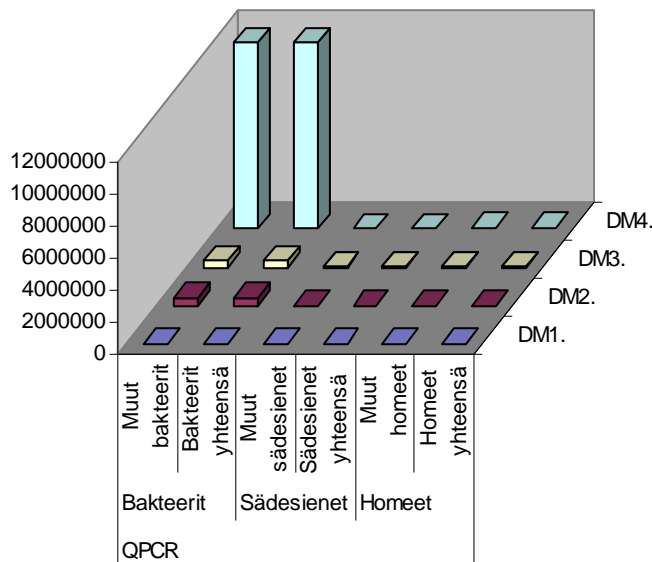
Materiaalinäytteistä on määritetty seuraavat mikrobit: homeet, sädesienet (aktinomykeetit) ja muut bakteerit. Näytteen analysointi ja tulosten tulkinta on tehty Ositum Oy:n laboratorion sisäisen ohjeen mukaan.

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 jaksoja.

Näytteistä on punnittu tietty määrä materiaalia, joka on sekoitettu puskuuriin 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 tyhjä 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 alaosassa	2499
2.	DM2. A1, alaohjauspuu	2493
3.	DM3. A1, toisen kerroksen runkopuu	2504
4.	DM4. A1, yläpohjaeriste	2497

DNA	Analyysi	Mikrobilajit	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 alaosassa) ja DM2 (A1, alaohjauspuu) tulos on tavanomainen mikrobien määrien suhteen.

4.1.4 Toimenpidesuositus

Yläpohjan eriste on mikrobivaurioitunut joten se tulee uusida.

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 validoidut 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 VVOC/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 Defrender 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 erityispitkää 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 tolueeniekvivalenteina 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 VVOC/VOC -profiiliin poikkeamiin tavanomaisena pidettävästä VVOC/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 VVOC/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, VVOC/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-terkkuuspumpua.

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 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 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			
	Tolueeni	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		
	dl-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

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

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

Sisäilman VVOC/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. Epoksinpinnoituksen 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			

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys µg/m ³	Normaalipitoisuus µg/m ³	HTP 8 h - mg/m ³	HTP 15 min - mg/m ³
	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
	Tolueeni	11100.0	14.40	190	380
Esterit	Etyyliasettaatti	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		
	dl-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.

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, 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 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 launnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 28.5.2010

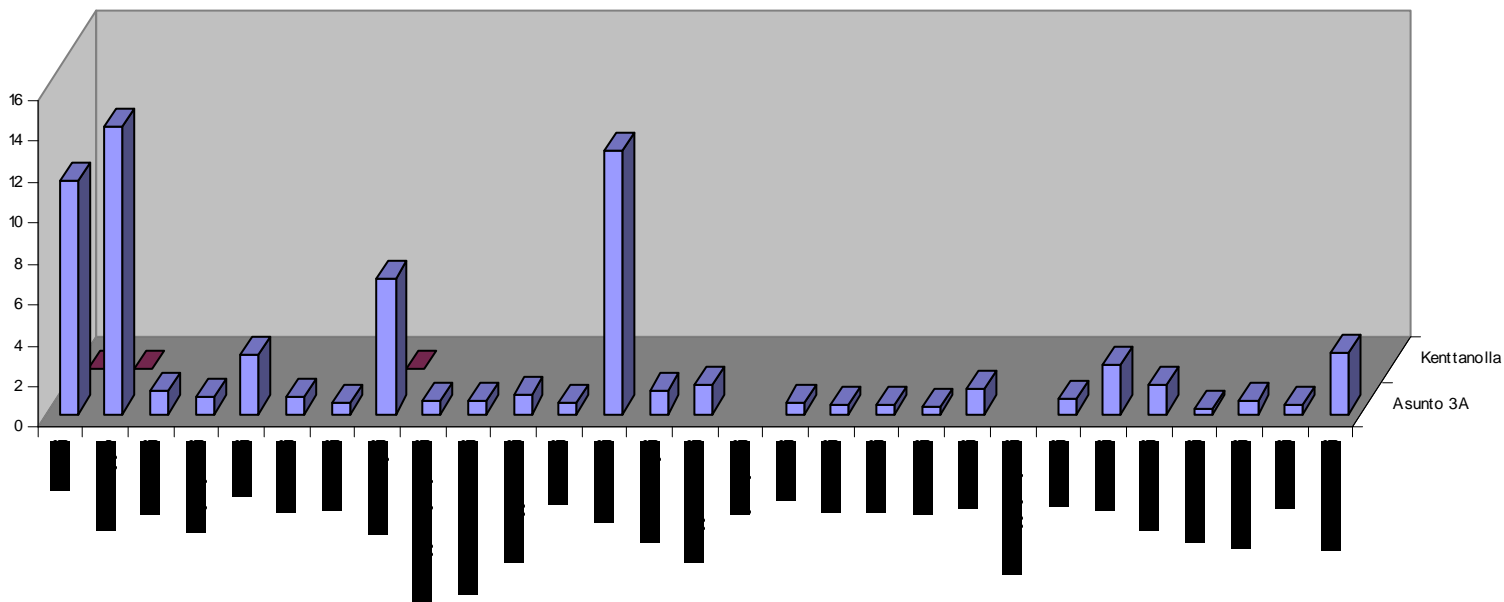
Ositum Oy



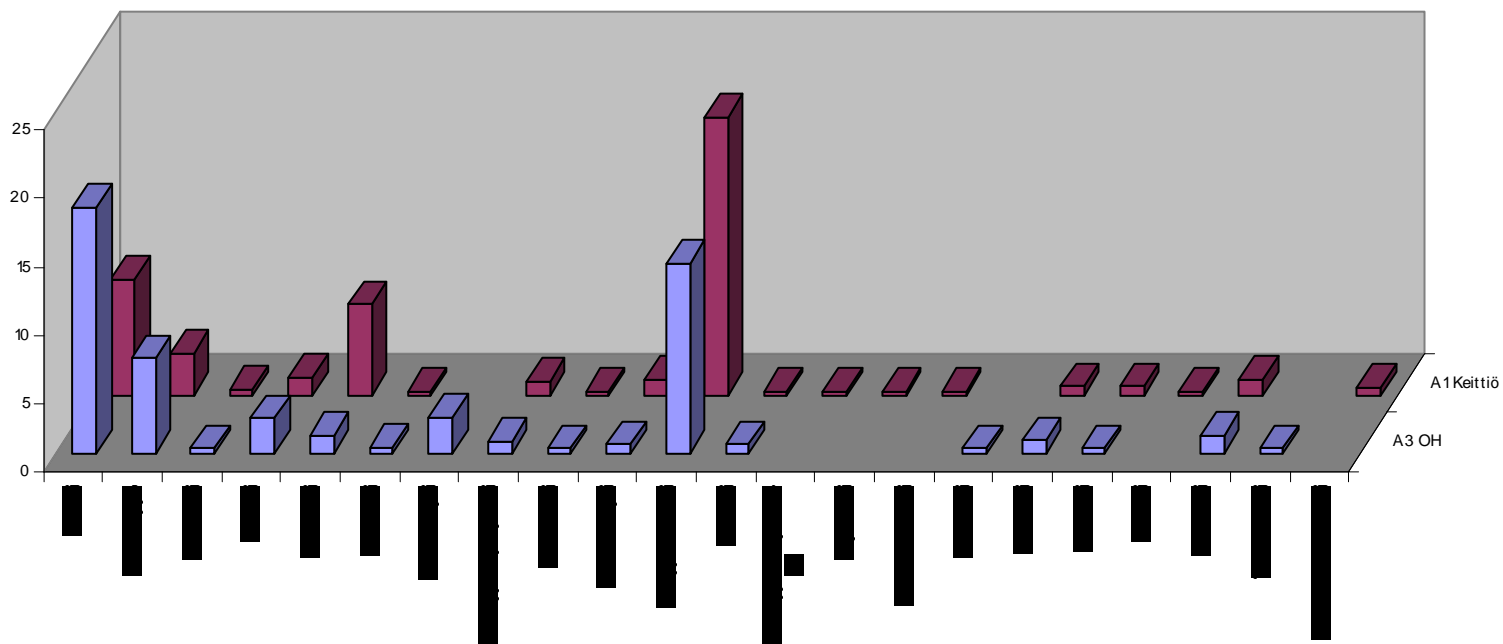
Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

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



Materiaalin FLEC -analyysi ng/g h



**MATERIAALIEN ASBESTIANALYYSIT
LUOTOLAISENTIE 12**



Analyysiraportti 1005711

5.1.2011

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

Tilaaaja	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	Tilaaaja

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

Riala 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 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 5.1.2011

Ositum Oy



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
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

Sisällysluettelo

1. YHTEYSTIEDOT	3
2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA	4
2.1 VVOC 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

Tilaaaja	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 Laboratorioanalyttikko (AMK) Anssi Riekki Gsm 050 3306526
Näytteenottaja	Tilaaaja: Oulun Osaamiskeskus Oy
Näyteinfo	Vastaanotettu 2.12.2010

2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA

2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

2.1.1 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, VVOC 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-terkkuuspumpua.

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 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 tolueeniekvivalenteina 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 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

2.1.2 Tulostaulukko, FLEC -analyysi

VVOC/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	4
	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
Glykolieetterit		

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

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 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 launnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 9.12.2010

Ositum Oy



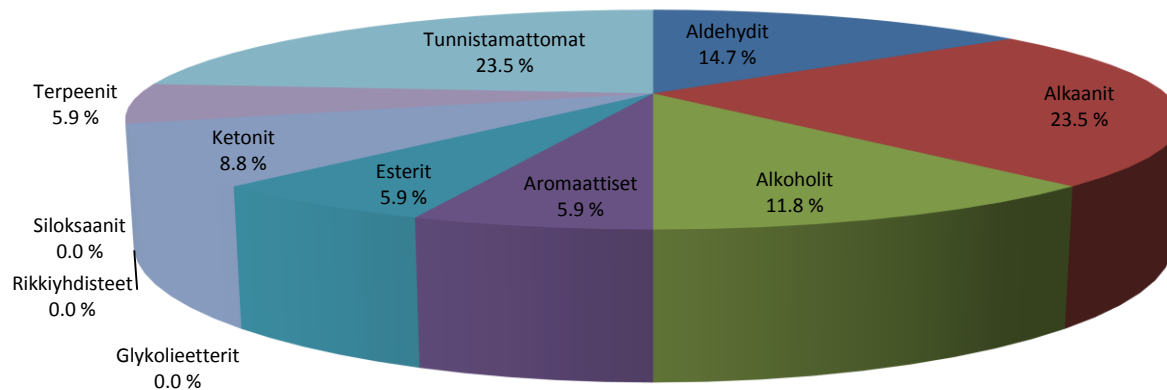
Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

4. TULOKSET GRAAFISESTI

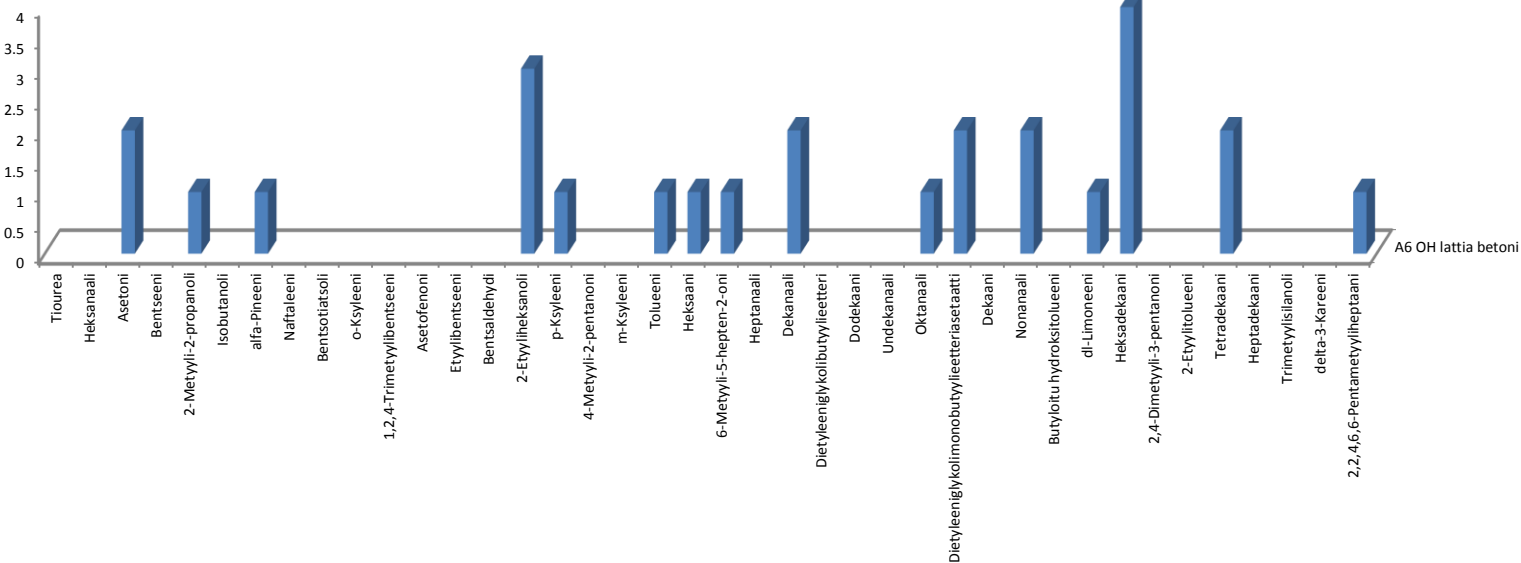
Ryhmiin pitoisuudet

Materiaalin FLEC -analyysi ng/g h



Yhdisteiden pitoisuudet

Materiaalin FLEC -analyysi ng/g h



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

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 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 maksusaatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

aporttia 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



Merja Mikkonen
FT, toimialajohtaja, laboratoriot



Energiaselvityksen tulosten yhteenveto

LIITE 5/1

Rakennuskohde: Osoite:
 Rakennustyyppi:
 Pääsuunnittelija: Pvm: Allekirjoitus:
 Selvityksen tekijä: Pvm: Allekirjoitus:
 Rakennuslupa Nro: Viranomaismerkintöjä:

1. Rakennuksen ominaislämpöhäviötarkastelu / tasauslaskelma (liite 1)

Lämpöhäviö on % tasauslaskelman D3-2007 vertailutasosta %
 Kyllä Ei
 Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 60 %
 vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä
 -lämpimissä tiloissa
 -puolilämpimissä tiloissa
 Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen
 Lämpöhäviötaso
 Kyllä Ei
 60 % Vertailu- Suunnittelu-
 arvo arvo

2. Ilmanvaihtojärjestelmä ja rakennuksen tiiveys (liite 2)

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, SFP, kW/m³/s (tyydyttävä < 2,5, hyvä < 2,0 ja erinomainen < 1,5)
 Kohteessa mitattu ilmanvuotoluku (n50), 1/h
 Ilmanvaihtojärjestelmän vuosihyötysuhde, %

3. Rakennuksen lämmitysteho, kW / lämmitysteholaskelma (liite 3)

Rakennuksen lämmitysteho, kW

4. Rakennuksen jäähdytystarve ja mahdollinen jäähdytysteho / jäähdytysteholaskelma (liite 4)

Rakennuksen jäähdytystarve Kyllä Ei
 Rakennuksen jäähdytysteho, kW

5. Rakennuksen energiankulutus, kWh/vuosi / energiankulutuslaskelma (liite 5)

Rakennuksen energiankulutus, kWh/vuosi
 Rakennuksen ostoenergia, kWh/vuosi
 Rakennuksen energiankulutus, kWh/brm²/vuosi
 Rakennuksen lämmitysenergia
 Tilojen lämmitysenergia
 Käyttöveden lämmitysenergia
 Rakennuksen laitesähkö
 Rakennuksen jäähdytysenergia

Rakennuksen energiankulutusjakauma

1 Tilat	58 %
2 Käyttövesi	23 %
3 Laitesähkö	20 %
4 jäähdytys	0 %

6. Energiatodistus, lasketaan Jyväskylän arvoilla / energiatodistus (liite 6)

Rakennuksen ET-luokka (A...G)
 Rakennuksen energiatehokkuusluku ET, kWh/brm²/vuosi

-150	A	
151-170	B	
171-190	C	
191-230	D	
231-270	E	<input checked="" type="checkbox"/>
271-320	F	
321-	G	

7. Rakennuksen lämmitysenergian säästö - % / energiankulutuslaskelma (liite 7)

Rakennuksen lämmitysenergian kulutus kWh/brm²/vuosi
 Määräysten vähimmäistason sallima rakennuksen
 lämmitysenergiankulutus, kWh/brm²/vuosi ns. vertailutaso
 Rakennuksen lämmitysenergian säästö - %

8. Erityisperustelut, jos poiketaan energiaselvityksen vaatimuksista, esitetään tarvittaessa erillisellä liitteellä 8

1. Rakennuksen ominaislämpöhäviötarkastelu

Ilman tiheys: 1,2 kg/m³
 Ilman ominaislämpökapasiteetti: 1 000 Ws/(KgK)
 Laatumuunnoskerroin m³/h > m³/s: 3 600

Ilmatilavuus: 1 392,00 m³
 Julkisivun pinta-ala: 417,00 m²
 Maanpäällinen kerrostasoala: 572,00 m²

Vertailuarvo

Suunnittelu-arvo

Rakennusosat**Ulkoseinä (enimmäisarvo: 0,60 W/(m²K))**

297,18 m² x 0,24 W/(m²K) = 71,32 W/K

312,30 m² x 0,23 W/(m²K) = 71,83 W/K X

Yläpohja (enimmäisarvo: 0,60 W/(m²K))

263,00 m² x 0,15 W/(m²K) = 39,45 W/K

263,00 m² x 0,16 W/(m²K) = 42,08 W/K X

Alapohja (enimmäisarvo: 0,60 W/(m²K))

263,00 m² x 0,24 W/(m²K) = 63,12 W/K

263,00 m² x 0,22 W/(m²K) = 57,86 W/K ✓

Ulko-ovi (enimmäisarvo: -)

34,02 m² x 1,40 W/(m²K) = 47,63 W/K

34,02 m² x 1,40 W/(m²K) = 47,63 W/K ✓

Ikkuna (enimmäisarvo: 1,80 W/(m²K))

53,46 m² x 1,40 W/(m²K) = 74,85 W/K

44,04 m² x 2,10 W/(m²K) = 92,48 W/K X

32,34 m² x 1,40 W/(m²K) = 45,27 W/K

26,64 m² x 2,10 W/(m²K) = 55,94 W/K X

Yhteensä: 943,00 m² 341,64 W/K

943,00 m² 367,83 W/K X

Vuotoilma

1,2 kg/m³ x 1 000 J/kgK x 4,0 / 25 x 1 392,00 m³ / 3 600 =
74,24 W/K

1,2 kg/m³ x 1 000 J/kgK x 8,3 / 25 x 1 392,00 m³ / 3 600 =
154,05 W/K X

Vaippa yhteensä: 415,88 W/K

521,87 W/K X

Vaipan ominaislämpöhäviön suhdeluvun maksimi: 1,20

1,25 X

Ilmanvaihto

1,2 kg/m³ x 1 000 J/kgK x 0,5 x 1 392,00 m³ / 3 600 x (1 - 0,30) =
162,40 W/K

1,2 kg/m³ x 1 000 J/kgK x 0,5 x 1 392,00 m³ / 3 600 x (1 - 0,0) =
232,00 W/K X

Vertailurakennuksen lämpöhäviötaso: 578,28 W/K

753,87 W/K X

Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso: 346,97 W/K

753,87 W/K X

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta: ✓
 Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisuissa: ✓
 U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia: X
 Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,20: X
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen: X
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 60 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä: X

Suunnitteluratkaisu ei täytä lämpöhäviövaatimuksia

2. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP: 1,50 kW/m³/s

3. Rakennuksen lämmitysteho

Ilman tiheys:	1,2 kg/m ³	Säävyöhyke:	III
Ilman ominaislämpökapasiteetti:	1 000 Ws/(KgK)	Mitoittava ulkolämpötila:	-32,0 °C
Laatumuunnoskerroin m ³ /h > m ³ /s:	3 600	Sisälämpötila:	21 °C
Veden tiheys:	1000 kg/m ³	Kylmän ja lämpimän veden lämpötilaero:	50 °C
Veden ominaislämpökapasiteetti:	4,2 kJ/(KgK)	Huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde:	0,9
Rakennuksen bruttopinta-ala:	572,00 m ²	IV:n tuloilman lämmitysjärj. hyötysuhde:	0,9
Läm. käyttöveden mitoitusvirtaama:	0,600 l/s	Käyttöveden lämmitysjärj. hyötysuhde:	0,9
Kiertojohdon ominaistehontarve:	2 W/brm ²		

Ulkoseinä		$312,30 \text{ m}^2 \times 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	3 807 W
Yläpohja		$263,00 \text{ m}^2 \times 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	2 230 W
Alapohja		$263,00 \text{ m}^2 \times 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (21 \text{ °C} - 4,0 \text{ °C}) =$	984 W
Ulko-ovi		$34,02 \text{ m}^2 \times 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	2 524 W
Ikkuna		$44,04 \text{ m}^2 \times 2,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	4 902 W
		$26,64 \text{ m}^2 \times 2,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	2 965 W
			7 867 W
			17 412 W
Vuotoilma	$1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1 000 \text{ Ws/(KgK)} \times 8,3 / 25 \times 1392,00 \text{ m}^3 / 3 600 \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$		8 165 W
Ilmanvaihto		$1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1 000 \text{ Ws/(KgK)} \times 0,5 \times 1392,00 \text{ m}^3 / 3 600 \times (1 - 0,000) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	12 296 W
Käyttövesi		Lämpimän käyttöveden kierto johdon tarvitsema teho = $2 \text{ W/brm}^2 \times 572,00 \text{ brm}^2 =$	1 144 W
		Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho jatkuvalla lämmitystehontarpeella = $1 000 \text{ kg/m}^3 \times 4186 \text{ kJ/(KgK)} \times 0,000600 \text{ m}^3/\text{s} \times 50 \text{ °C} =$	125 580 W
			126 724 W

Huonelämmityksen tehontarve:	$17 412 \text{ W} + 8 165 \text{ W} + 12 296 - 0 \text{ W} =$	37 872 W
Ilmanvaihdon tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve:		0 W
Käyttöveden lämmitystehontarve:		126 724 W
Rakennuksen lämmitystehontarve:	$37 872 \text{ W} / 0,9 + 126 724 \text{ W} / 0,9 =$	182 885 W

4. Rakennuksen jäähdystarve ja mahdollinen jäähdysteho

Rakennuksen jäähdysteho: 0 kW

5. Rakennuksen energiankulutus

Rakennuksen energiankulutus

Lämmin käyttövesi:	33 215 kWh
Lämmitysjärjestelmä (vesi):	8 580 kWh
Vaipan johtumishäviöt yht.:	55 608 kWh
Ulkovaipan ilmavuodot:	24 615 kWh
Hallittu ilmanvaihto:	37 008 kWh
Lämmitysjärjestelmä (tila):	7 148 kWh
Hyödynnetty lämpökuorma:	-48 618 kWh

Rakennuksen lämmitysenergia vertailupaikkakunnalla: 117 555 kWh

Rakennuksen lämmitysenergia, paikkakunnalla: Oulu: 122 938 kWh

Laitesähkö: 28 600 kWh

Tilojen jäähdytys: 0 kWh

Kohteen energiatarve, paikkakunnalla: Oulu: 151 538 kWh

Ostoenergiat

Lämmöntuottolaite:	Kaukolämpö
Lämmöntuottolaitteen vuosihyötysuhde:	1,00
Sähköntuotto- ja muuntolaitteen vuosihyötysuhde:	1,00
Kylmäntuottolaitteen vuotuinen lämpökerroin:	1,00

Rakennuksen lämmitysenergian kulutus

valitulla lämmöntuottolaitteella:	122 938 kWh / 1,00 =	122 938 kWh
Laitteiden sähköenergia:	28 600 kWh / 1,00 =	28 600 kWh
Jäähdytysenergia:	0 kWh / 1,00 =	0 kWh

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
Osoite: **Luotolaisentie 12**
90540 Oulu

Valmistumisvuosi:
Rakennustunnus:

Asuntojen lukumäärä:

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-150	A	
151-170	B	
171-190	C	
191-230	D	
231-270	E	
271-320	F	
321-	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm²/vuosi):

256

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:

Paavo Vielma

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

20.12.2010

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

20.12.2020

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakenuksen laajuustiedot

Bruttoala	572,00 brm²	Ilmatilavuus	1 392,00 m³
Rakennustilavuus	1700,00 rak-m³	Henkilömäärä	26
Huoneistoala	480,00 hum²		

Rakenteet

Rakennusosat

	Pinta- ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)		
Ulkoseinät	312,30	0,23		
Yläpohja	263,00	0,16		
Alapohja	263,00	0,22		
Ovet	34,02	1,40		
Ikkunat				
Länteen	44,04	2,10	g kohtisuora 0,65	F kehä 0,75
Itään	26,64	2,10	0,65	0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin.} 70 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀	8,3 1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	0,193 m³/s

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	569,40 m³/vuosi
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys Kaukolämpö	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen	
Lämmönjakotapa Vesiradiaattorit	
Lämmönvaraajat	
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Kiertojohdtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita	kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	117 555 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	28 600 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	146 155 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatehokkuusluku	256 kWh/brm²/vuosi

YHTEENVETO

Lämpöhäviöt

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Ulkoseinä:	1 689	1 603	1 260	1 076	572	315	321	331	674	1 030	1 117	1 491	11 478 kWh
Alapohja:	517	505	603	625	646	583	517	474	417	387	375	430	6 078 kWh
Yläpohja:	989	939	738	630	335	185	188	194	395	603	654	873	6 724 kWh
Ulko-ovet:	1 120	1 063	836	713	379	209	213	220	447	683	740	989	7 611 kWh
Ikkunat:	3 490	3 311	2 604	2 223	1 182	652	663	685	1 392	2 128	2 307	3 081	23 717 kWh
Vuotoilma:	3 622	3 437	2 703	2 307	1 226	677	688	711	1 445	2 209	2 395	3 198	24 615 kWh
Ilmanvaihto:	5 445	5 167	4 063	3 468	1 844	1 017	1 034	1 068	2 173	3 320	3 600	4 807	37 008 kWh

Käyttövesi

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Käyttövesi:	2 821	2 548	2 821	2 730	2 821	2 730	2 821	2 821	2 730	2 821	2 730	2 821	33 215 kWh

Lämmitysjärjestelmät

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Lämmitysenergia yhteensä:	17 263	15 870	12 049	9 416	6 085	4 094	4 211	4 272	7 061	10 291	11 599	15 343	117 555 kWh

Sähkölaitteet

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Laitesähkö:	2 429	2 194	2 429	2 351	2 429	2 351	2 429	2 429	2 351	2 429	2 351	2 429	28 600 kWh

Lämpökuormat

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Henkilöt:	534	483	534	517	534	517	534	534	517	534	517	534	6 292 kWh
Lämmitysjärjestelmät:	772	772	515	515	257	0	0	0	257	515	772	772	5 148 kWh
Sähkölaitteet:	1 555	1 404	1 555	1 504	1 555	1 504	1 555	1 555	1 504	1 555	1 504	1 555	18 304 kWh
Aurinko:	144	663	1 253	2 225	812	929	760	640	369	569	132	67	8 564 kWh

Jäähdytys

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Jäähdytys:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 kWh

Yhteensä

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Vaipan johtumishäviöt:	7 804	7 421	6 041	5 267	3 113	1 945	1 900	1 903	3 325	4 831	5 193	6 865	55 608 kWh
Sisäiset lämpökuormat:	4 104	4 291	5 032	5 894	4 410	4 238	4 179	4 059	3 858	4 347	3 980	4 026	52 418 kWh
Lämmitysenergia:	17 263	15 870	12 049	9 416	6 085	4 094	4 211	4 272	7 061	10 291	11 599	15 343	117 555 kWh
Kohteen energiatarve:	19 692	18 064	14 478	11 767	8 514	6 444	6 640	6 701	9 412	12 720	13 950	17 772	146 155 kWh

Energiajunior 7.1

Omat tietoiset valinnat, tavoitteena matalaenergiataso
Energiaselvitys / energiatodistus

www.pientalonlaatu.fi



Kohteen energiantarve

Vaiipan osat	kohte kWh/vuosi	vertailu kWh/vuosi
Ulkoseinä	7119	8645
Alapohja	6078	4420
Yläpohja	3362	3782
Uiko-ovet	7611	5436
Ikkunat	8483	10345
Vaiipan johtumishäviöt yht.	32653	32628
Ulkovaiipan ilmaruudot	1150	5752
Hallittu ilmenvaihto	- 8652	19827
Sisäiset lämpökuumat	59636	59636
Lämmin käyttövesi	27679	27679
LÄMMITYSENERGIA YHT: (vrt. ki-mittarin lukema)	61859	69965
Laitesähkö	28600	28600
Tilojen jäähdytys	0	0
KOHTEEN ENERGIANTARVE: (vrt. ki- ja sähkömittarin lukema)	90459	98568
ENERGIATODISTUS:		
ET-luku kWh/m ² /vuosi	159	173
ET-luokka, A...G	B	C
Lämmitysenergian säästö	12 %	0 %
Kohteen lämpöhäviö tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta on	72 %	100 %
Kohde vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	Kyllä	
Kohteen ilmaisen energian ja ympäristöpäästöjen yhteenveto		
Ilmaisen energia	0	0
Ostettava energia	92641	101264
HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT	kg/vuosi	kg/vuosi
Lämmöntarve	13795	15602
Sähkötarve	5720	5720
Kokonaispäästöt	19515	21322

Kirjuri- ja projekti

Rakennuskohde:	Asuntopinta-ala (huoneistoala), asm ²	480,00
As Oy Myrskyluoto talo A	Bruttopinta-ala (lämpimät ja puoli-lämpimät tilat), brn ²	572,00
Kohteen katuvuosi:	Maanpäällinen kerrostasosa (lämpimät ja puoli-lämpimät tilat), m ²	572,00
Luotolaisentie 12	Rakennustilavuus (lämpimät ja puoli-lämpimät tilat), m ³	1700,00
Postinumero: Paikkakunta:	90540 Oulu	Lämmin ilmatilavuus (lämpimät ja puoli-lämpimät tilat), m ³
Rakennustyyppi:	Rivitalo	Asukasmäärä (makuuhuoneiden lukumäärä + 1), hlö
Energiaselvityksen laaja:	Paavo Vielma	26

RAKENTEET	määrä m ²	u-arvo W/m ² K	u-arvo vertailu	IKKUNAT	määrä m ²	u-arvo W/m ² K	u-arvo vertailu
Ulkoseinä	318,24	0,14	0,17	Länsi	40,80	0,82	1,00
Uiko-ovi	34,02	1,40	1,00	Itä	23,94	0,82	1,00
Alapohja	263,00	0,22	0,16	Lisää			
Yläpohja	263,00	0,08	0,09				
Lisää							

Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö	Lämmöntuotokseen vuosihyötysuhde	1,00
Lämmönjakotapa:	Vesikiertoinen lattialämmitys	Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, %	76
		IV-järjestelmän ominais sähköteho SFP, kW/(m ³ /s)	1,50
Vedenkulutuksen huoneistokohtainen mittaus ja laskutus		Kohteessa mitattu ilmanvuotoluku (n50), 1/h	0,4
Lämmönkehitys sisältää käyttöveden lämmityksen		Rakennuksen ilmanvaihtokerroin, 1/h	0,50
Lämpimän käyttöveden kiertojohdot		Aurinkokeräinten hyötysuhde	0,00
Kiertojohdot on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			
Jäähdytys otetaan huomioon laskennassa			

AURINKOKERÄIMET

Lisää

Talenta

Tulosta näkymä

Energiaselvitys 2008

Energiaselvitys 2010

**Oulun Aikuiskoulutuskeskus Oy
Rakennustiimi
Kotkantie 3
90250 OULU**

**As Oy Oulun Myrskyluoto
Luotolaisentie 12, Oinaansuo, Oulu**

**Yleispiirteinen pohjatutkimus ja
perustustapalausunto**

1. TOIMEKSIANTO	1
2. TEHDYT TUTKIMUKSET	1
2.1 Maastotutkimukset	1
2.2 Laboratoriotutkimukset	1
3. POHJASUHTEET TUTKIMUSALUEELLA	2
4. POHJARAKENNUSTAPA	3
4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista	3
4.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen	3
4.3 Routasuojaus ja salaojitus	4
4.4 Piha - ja liikennealueet	5
4.5 Putkijohdot	6
4.6 Kuivatus	6
5. POHJARAKENNUSTYÖN SUORITUSOHJEET	7
5.1 Maarakennustyöt, yleistä	7
6. JATKOTOIMET	9

1. TOIMEKSIANTO

Oulun Aikuiskoulutuskeskus Oy:n toimeksiannosta Pöyry Finland Oy on tehnyt yleispiirteiset pohjatutkimukset Oinaansuolla rivitalokohteen perusparantamista varten. Pohjatutkimukset tehtiin maaliskuussa 2010.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulun kaupungissa, Oinaansuolla, Luotolaisentie 12:ssa. Kohteessa on neljä (4) perusparannettavaa rivitaloa, jotka ovat 2-kerroksisia tiiliverhoiltuja ja teräsbetonirunkoisia asuinrakennuksia.

Pohjatutkimukset ohjelmoitiin tilaajan ohjeiden perusteella.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää pohjamaan kantavuus ja routivuus, tutkimusalueen perustusolosuhteet sekä nykyisten rakennusten alustäytön rakenne perusparannussuunnittelua sekä rakentamista varten.

2. TEHDYT TUTKIMUKSET

2.1 Maastotutkimukset

Pohjatutkimuksia tutkimuskohteessa on tehty kaikkiaan

- maanpinnan ja katujen vaaitus,
- tutkimuspisteiden mittaus ja vaaitus,
- painokairauksia yhteensä 10 tutkimuspisteessä, yksi painokairaus on tehty rakennuksen (talo A) alapohjan alueella
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 5 tutkimuspisteessä
- pohjavesihavainnointi 3 pisteessä, yksi pohjavesiputki on sijoitettu rakennuksen (talo A) alapohjan alueelle.

Pohjatutkimuspisteet on sidottu Oulun kaupungin koordinaattijärjestelmään ETRS-GK26. Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään NN.

Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty pohjatutkimuskartassa 16WWE0259/1. Pohjatutkimustulokset on esitetty pohjatutkimusleikkauksissa 16WWE0259/2...4.

2.2 Laboratoriotutkimukset

Häiriintyneitä maanäytteitä otettiin 5 tutkimuspisteestä yhteensä 16 kpl.

Maanäytteille on määritetty vesipitoisuus ja näytteet on tulkittu silmämääräisesti. Valituille seitsemälle (10) edustavalle maanäytteelle on tehty rakeisuusmääritys maalajien ja maakerrosjaon varmistamiseksi.

Tulokset on esitetty pohjatutkimusleikkauksissa 16WWE0259/2...4.

3. POHJASUHTEET TUTKIMUSALUEELLA

Tutkimusalue on nykyistä piha-aluetta ja asfaltoitua paikoitus yms. aluetta. Maanpinnan korkeus vaihtelee tasovälillä +16,8...+18,1.

Rakennusten lattiatasot ovat mittausten mukaan:

- talo A lattiataso +17,47
- talo B lattiataso +17,97
- talo C lattiataso +18,53 ja
- talo D lattiataso +17,48.

Tutkimusalueen koillispuolella sijaitsevan kevyenliikenteenväylän korkeus vaihtelee tutkimusalueen kohdalla tasovälillä +16,8...+17,7. Tutkimusalueen luoteispuolella oleva Töyhtöhyypäntien korkeus vaihtelee tutkimusalueen kohdalla tasovälillä +16,8...+18,2.

Maakerrosjako on tutkimusalueella yleispiirteissään seuraava:

- pintamaakerrokset; humusmaa, nykyiset rakennekerrokset 0,2...1,0 m paksuna kerroksena,
- kekitiivis-tiivis silttinen hiekka, silttinen hiekkamoreeni 2,0...4,2 m paksuna kerroksena,
- löyhä-keskitiivis silttinen hiekka, silttinen hiekkamoreeni 0,4...2,6 m paksuna kerroksena
- tiivis silttinen hiekkamoreeni

Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen tai tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen 2,5...9,5 m syvyydessä.

Pohjavedenpinta tutkimusalueella sijaitti 6.4.-22.4.2010 noin tasossa +15,2...+16,8 eli 0,9...1,9 m syvyydessä maanpinnasta. Pohjavedenpinta mitattiin ensimmäisen kerran n. viikko putkien asentamisesta, jälkimmäisessä mittauksessa voi olla mukana sulamisvesiä. Sadannasta ja vuodenaikasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä +0,2...-0,4 m.

4. POHJARAKENNUSTAPA

4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Kohteessa on neljä (4) perusparannettavaa rivitaloa. Rakennukset ovat asuinkäytössä olevia 2-kerroksisia tiiliverhoiltuja ja teräsbetonirunkoisia rakennuksia.

Rakennuksiin tehdään perusparannus, mm. sisätiloja muutetaan, sisäpinnoitteet uusitaan, rakennukset salaojitetaan.

Piha-alueelle rakennetaan kevytrakenteinen autokatos, huoltotiloja sekä uusia autopaikoitusalueita.

4.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen

Yleisperiaatteena on, että lattiatason tulee sijaita vähintään 0,4 m lopullisen maanpinnan ja vähintään 0,7 m kadun pinnan yläpuolella sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella.

Tutkimusalueella pohjasuhteiden ja tutkimustulosten perusteella rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksin. Anturaperustukset voidaan suunnitella $p_{sall}=200$ kPa sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,8 m.

Rakennusalueella ja pinnoitetuilla alueilla poistetaan pinta- ja humusmaat. Tarvittavat täytöt tehdään routimattomalla suodatinhiekkalla tai vastaavalla kerroksittain tiivistäen. Täyttömateriaalin kapillaarinen nousukorkeus on oltava pienempi kuin 0,3 m.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,3 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,8 m.

Alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena. Alapohjan alle tehdään 0,2 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituskerros sepelistä #4...22 mm tai salaojatorasta. Muut alustäytöt ja vierustäytöt tehdään hiekasta, jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Perustusalueella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D>95$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D>92$ % ja rakennuksen vierellä tiiveyteen $D>90$ %.

Kun perustaminen tehdään em. ohjeiden mukaisesti, ovat anturoiden kokonaispainumat suuruusluokkaa $S<10$ mm ja epätasaisten painumien suuruus <5 mm.

4.3 Routasuojaus ja salaojitus

Routasuojaus

Tutkimustulosten mukaan luonnonmaakerrokset tutkimusalueella ovat routivia.

Rakennukset ja rakenteet on routaeristettävä, ellei niitä perusteta roudattomaan syvyyteen ja ellei routimaton routimaton massanvaihto ulotu roudattomaan syvyyteen.

VTT:n yhdyskuntatekniikan julkaisun "Talonrakennuksen routasuojausohjeet" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää, $F_{50}=54\ 000\ Kh$, vastaava roudaton perustussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalla 1,6 m ja nurkissa 2,1 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,3 m.

Routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään $100\ kN/m^2$, ja jonka vedenimeytyminen on ≤ 2 -tilavuus-%. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (vähintään $300\ kN/m^2$). Routaeristys mitoitetaan VTT:n julkaisun "Talonrakennuksen routaeristysohjeet" mukaisesti.

Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on $< 0,3\ m$.

Salaojitus

Salaojitus, kts. Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus RIL 126-2009, kohta 3 Rakennuspohjan kuivatus.

Pohjavedenpinta sijaitsee tutkimusalueella noin tasossa $+16,3\dots+16,8$. Rakennuksen A kohdalla mitattu pohjavedentaso on $+16,8$.

Pohjavesi on niin ylhäällä, että taloissa A ja D etäisyys lattiatasoon on vähemmän kuin 1 m.

Rakennukset ja kaikki maanalaiset tilat on salaojitettava. Salaojat sijoitetaan vähintään 1 m lattiataason alapuolella ja vähintään 0,1 m perustusten alapuolelle ja maanalaisissa tiloissa vähintään 0,5 m lattiataason alapuolelle.

Talo A alapohjan alta otettujen maanäytteiden mukaan alustäyttö (paksuus noin 1,1 m) on routimatonta suodatinhiekkää (osittain soraista) ja hienoa hiekkää. Rakeisuuden perusteella lattian alustäytön kapillaarisuus on $< 0,3\ m$, vertaa liite 1.

Kun rakennusten ympärille rakennetaan salaojat ja salaojitustaso on vähintään 1 m lattiataason alapuolella ja kun kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä sadevesiviemäriin, on rakennusten kuivatus riittävä. Lisäksi pin-

tavedet ohjataan maastokallistuksin pois rakennusten vierustoilta. Maanpinta muotoillaan 3 m matkalla kaltevuuteen 1:20 ja sen ulkopuolella kaltevuuteen 1:50...1:100 rakennuksesta poispäin. Piha- ja liikennealueen pintavesikuivatus järjestetään pintavesiviemäröinnillä ja kallistuksin tontin reunoilta.

4.4 Piha - ja liikennealueet

Pihan ja liikennealueiden rakennekerrosten paksuus määrätään tiesuunnitteluohjeiden mukaisesti, toisaalta kantavuusvaatimusten mukaan ja toisaalta liiallisen routimisen estämiseksi.

Pohjamaa on routivaa siltistä hiekkaa ja siltistä hiekkamoreenia. Ohjeen "Tierakenteen suunnittelu" (TIEH 2100029-04) mukaan pohjamaan kelpoisuusluokka on kelpoisuusluokka H4, jolloin routaturpoama kuivana 6 % ja märkänä 12 %. E-moduuli kuivana 35 MPa ja märkänä 20MPa. Pohjamaan kantavuusluokka (alusrakenneluokka) on uH.

Pohjamaan routimiskertoimen arvolla $Sp=6 \text{ mm}^2/\text{Kh}$ Oulun kaupungin katusuunnitteluohjeen "Katujen tyyppirakenteet" v. 2005 mukaan tarvittava kokonaiskerrospaksuus on 1,50 m (katuluokka 5).

Pisteessä 3 tehdyn tutkimuksen perusteella nykyisen asfalttipintaisen pysäköintialueen täyttöjen paksuus on noin 1,8 m (suodatinkerros lievästi routivaa hienoa hiekkaa). Pisteessä 5 tehdyn tutkimuksen perusteella asfaltoidun alueen kerrospaksuus on vain 0,7 m.

Silmämääräisen havainnoinnin perusteella nykyiset asfalttipintaiset piha- ja liikennealueilla on havaittavissa routavaurioita.

Liikenne- ja piha-alueilla rakennekerrokset suositellaan tehtäväksi seuraavasti:

- kulutuskerros, Ab/kiveys	50 mm
- kantava kerros, murske 0...55 mm	350 mm
- suodatinkerros, hiekka	<u>> 1100 mm</u>
	yht. ~ 1,50 m.

Muut alustäytöt kaivutasoon saakka tehdään routimattomasta hiekasta.

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään julkaisun RIL 132-2000 "Talorakennuksen maarakenteet" ja InfraRYL 2006 Osa 1 Väylät ja alueet ohjeita noudattaen.

4.5 Putkijohdot

Vesijohto- ja viemäri liittymät suunnitellaan kunnallisteknisten määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Kaapeleiden ja putkijohtojen tarkka sijainti on varmistettava ennen rakennustöihin ryhtymistä.

Putkijohtokaivantojen kaivupohja tasataan. Kaivupohjasta poistetaan mahdolliset kivet.

Jätevesiviemäreiden ja muiden putkijohtojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka voidaan tehdä kaivuhiekalla.

Putkijohdot tulee pyrkiä sijoittamaan liikennealueiden ulkopuolelle. Talvityönä täyttöä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

4.6 Kuivatus

Yleisperiaatteena on, että lattiatason tulee sijaita vähintään 0,4 m lopullisen maanpinnan ja vähintään 0,7 m kadun pinnan yläpuolella sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella.

Kattovedet ohjataan ~~kattovesijärjestelmällä~~ pintavesiviemäriin.

Valumavesien poisjohtamiseksi piha-alueella maanpinta kallistetaan rakennuksista poispäin viettäväksi rakennuksen vieressä vähintään 3 m matkalla kaltevuudella 1:20 ja kauempana kaltevuudella 1:50...1:100.

Liikenne- ja piha-alueiden osalla pintavesikuivatus järjestetään kallistuksin pintavesiviemäriin ja tontin reunoille.

5. POHJARAKENNUSTYÖN SUORITUSOHJEET

5.1 Maarakennustyöt, yleistä

Humusmaat, turve ja humuksiset pintamaat poistetaan rakennus- ja täyttö-alueilta sekä tarvittaessa piha-alueilta.

Rakennusalueella ja pinnoitetuilla alueilla humusmaat korvataan eristyshiekalla tai vastaavalla kerroksittain tiivistäen. Piha-alueella (nurmialue) täyttö voidaan tehdä moreenista tai vastaavasta.

Kaivu ulotetaan täyttöjen vaatimaan tasoon. Rakentamiseen liittyvät kaivut tehdään pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 2:1 ja pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:1.

Kaivutöistä saatavat kitkamaamassat käytetään viheraluetäyttöihin ja ylijäämämassat kuljetetaan maankaatopaikalle.

Massanvaihtotäytöt ja rakenteiden alustäytöt tehdään suunnitelmissa esitetyistä materiaaleista. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi ohjeessa InfraRYL 2006 annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään 400 kg tärylevyllä taulukon 2 mukaisiin tiiviysasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitetty. Liikennealueella rakennekerrokset tiivistetään ohjeen InfraRYL 2006 mukaisesti.

Kokeet sijoitetaan työn alkuun käytettävissä olevalle kalustolle sopivan kerrospaksuuden ja yliajokertojen selvittämiseksi.

Taulukko 2. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviy- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistys- luokka	Tiiviy- aste ¹⁾	Kantavuus- arvot, $E_{1,2}$	Kantavuus- suhde
		D_{vaad}	MN/m^2	E_2/E_1
Maanvaraisten perustusten alustäyttö	1	> 95	$E_1 > 50$	< 2,2
Maavaraisten lattioiden alustäyttö	1 ja 2	> 92	$E_1 \geq 40$	< 2,2
Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö	2	> 90	-	-
Putkijohdojen tasauskerros ja ympärystäyttö, sekä rumpujen arina ja ympärystäyttö	2	> 90	-	-
Pengertäyte	2	> 90	-	-
Suodatinkerros	1	> 90	-	-
Jakava kerros	1	> 92	$E_2 \geq 87$	< 2,2
Kantava kerros	1	> 95	$E_2 \geq 122$	< 2,2
Kulutuskerros	1	> 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-


¹⁾ Mikäli täytemateriaali on niin karkeaa, että Proctor-kokeen suoritus on vaikeaa, käytetään kantavuusarvoja

Täyttöihin käytettävän materiaalin tulee olla sulaa eikä se saa sisältää lunta, jäätä, juurakoita tms. Talvityönä täyttöjä tehtäessä tulee materiaalin olla mahdollisimman kuivaa (vesipitoisuus alle 3 %) ja tiivistystyötä on lisättävä noin 50 % vaadittujen tiiveysasteiden saavuttamiseksi.

6. JATKOTOIMET

Pohjarakennussuunnittelija antaa tarvittaessa pohjarakentamiseen liittyviä lisäohjeita jatkosuunnittelun ja rakennustyön aikana.

Oulussa 30.pnä huhtikuuta 2010.



Sakari Lotvonen, TkL



Eija Nygård, Ins. (AMK)

Pöyry Finland Oy
Tutkijantie 2 A
90590 OULU
puh: 08-8869 235
fax: 08-8869 250
e-mail: sakari.lotvonen@poyry.com

LIITTEET:

- Piste 1 (Talo A) lattian alustäyttöjen rakeisuudet

liite 1.