



Sisäilman laatu ja asukkaiden oireet nuorissa asunnoissa



Juha Niiranen

Helsinki 1999



*Etukannen kuva ei ole tämän tutkimuksen asuinkiinteistöstä. Kuva: Markku Viinikka
Painettu pohjoismaisen ympäristömerkin saaneelle paperille*

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 11/99

Juha Niiranen

SISÄILMAN LAATU JA ASUKKAIDEN OIREET
NUORISSA ASUNNOISSA

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 1999

ISSN 1235-9718
ISBN 951-718-380-1
Painopaikka: Helsingin kaupungin hankintakeskus
Helsinki 1999

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO

SAMMANDRAG

ESIPUHE

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUSKOHTTEEN KUVAUS	2
3. OIREKYSELY	2
3.1. YLEISTÄ	2
3.2. ASUKKAIDEN TÄMÄNHETKINEN TERVEYDENTILA	3
3.3. HAITAT ASUNNOISSA	4
3.4. OIREILU ASUNNOISSA	5
3.5. OIREIDEN ESIINTYMINEN	6
3.6. MUUTA OIREKYSELYSSÄ ILMENNYTTÄ	6
4. SISÄILMAMITTAUKSET	7
4.1. YLEISTÄ	7
4.2. AMMONIAKKI	7
4.3. FORMALDEHYDI	8
4.4. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (VOC)	9
4.5. MIKROBIT	13
5. OIREKYSELY JA SISÄILMAN LAATU	16
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	19
LÄHDELUETTELO	21

LIITTEET

Liite 1 Sisäilmastokyselylomake

Liite 2 Kvantitoidut VOC-yhdisteet; esimerkkitaulukko

Liite 3 Mikrobimittaukset; homesukujen prosentuaalinen osuus ilmanäytteissä

Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa käytetään yhdestä kymmeneen vuoden ikäisistä asunnoista nimitystä nuoret asunnot erotukseksi vasta valmistuneista uusista ja selvästi vanhoista asunnoista. Helsingissä nuoria asuntoja koskevat tarkastuspyynnöt ovat oma ryhmänsä asukkailta ympäristökeskukselle tulevien, asuntojen terveyshaittaepäilyjä koskevien tarkastuspyyntöjen joukossa.

Tutkimuksessa, joka tehtiin syksyn 1998 aikana, mitattiin yhden asuinkiinteistön kaikkien asuntojen sisäilman laatua tavanomaisessa käytössä olevien parametrien osalta ja tehtiin asukkaille oirekysely. Vuosina 1993 - 94 rakennetussa kiinteistössä on neljä pienkerrostaloa, joissa kussakin on kahdeksan asuntoa. Kaikissa 32 asunnossa tehtiin kaksi samanlaista sisäilmatutkimusta.

Asuntojen sisäilmasta mitattiin ammoniakkin, formaldehydin, mikrobien sekä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet. Lisäksi oirekyselyn tietojen perusteella laskettiin viikoittain asukkailla esiintyvien oireiden kokonaismäärä asunnoissa. Oireiden kokonaismäärän ja sisäilman laadun riippuvuutta toisistaan selvitettiin ristiintaulukoinneilla.

Asuntojen ammoniakkipitoisuudet vaihtelivat välillä 8 - 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kaikkien asuntojen keskiarvo oli 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Selvästi kohonneena ja mahdollista terveyshaittaa indikoivana raja-arvona pidetään pitoisuutta 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin asunnoista, joissa tupakoitiin sisällä tai pidettiin lemmikkieläimiä. Formaldehydin mittaukseen käytettiin passiivikeräintä. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,03 - 0,06 mg/m^3 . Sosiaali- ja terveysministeriön Sisäilmaohjeen mukaan formaldehydin pitoisuus ei saa uusissa asunnoissa ylittää pitoisuutta 0,15 mg/m^3 . Homeitiöpitoisuudet jäivät asunnoissa alhaisiksi eikä kosteusvaurioita indikoivia lajeja todettu. Mesofiilisiä sädesieniä löytyi 12 asunnon sisäilmasta vähäisiä määriä. Kosteusvaurioita ei kuitenkaan ollut todettavissa. Kaikkien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus (TVOC) ylitti raja-arvona pidetyn 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ neljässä asunnossa. Muutoin tarkasteltujen yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat tavanomaisella kerrostaloasunnoissa mitatulla tasolla.

Oirekyselyn ja sisäilman laadun välistä riippuvuutta toisistaan tarkasteltiin ristiintaulukoinnin avulla. Merkittävä korrelaatio ($r = 0,7$) havaittiin aromaattisten VOC-yhdisteiden ja viikoittain

asunnoissa esiintyvien hengitystieoireiden kokonaismäärän välillä. Muiden epäpuhtauksien ei todettu korreloivan oireiden kokonaismäärän kanssa.

Tutkimus vahvisti käsitystä, jonka mukaan asuntojen sisäilmasta johtuvan oireilun syyt riippuvat monista tekijöistä. Jatkossa tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota mittausajankohtaan (vuorokaudenaika/vuodenaika), näytteenottoajan pituuteen sekä mittausolosuhteiden vakiinnuttamiseen. Myös haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuteen (TVOC) sisältyviä, toistaiseksi tunnistamatta jääviä yhdisteitä ja niiden mahdollista merkitystä terveyden kannalta tulisi tarkemmin selvittää.

Sammandrag

Kvaliteten på inomhusluften och symptom hos invånarna i unga bostäder

Med unga bostäder avses i den här undersökningen sådana bostäder som är ett till tio år gamla till skillnad från nya bostäder och klart gamla bostäder. I Helsingfors utgör de utredningsanhållanden som gäller unga bostäder en egen grupp bland utredningsanhållandena som invånarna riktar till miljöcentralen och som gäller misstankar om hälsorisker.

I undersökningen som utfördes hösten 1998 utvärderades kvaliteten på inomhusluften i samtliga bostäder i en fastighet med hänsyn till de normala parametrarna och en symptomförfrågan riktades till invånarna. Till fastigheten, som byggdes under åren 1993–94, hör fyra mindre höghus med åtta bostäder var. Två likadana undersökningar av inomhusluften genomfördes i alla de 32 bostäderna.

Inomhusluften i bostäderna undersöktes med avseende på halterna av ammoniak, formaldehyd, mikrober och flyktiga organiska föreningar (VOC). Dessutom beräknades det totala antalet symptom hos invånarna en gång i veckan på basis av resultatet av symptomförfrågan. Beroendeförhållandet mellan det totala antalet symptom och kvaliteten på inomhusluften redde ut med hjälp av korstabellering.

Ammoniakhalten i bostäderna varierade mellan 8 och 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Medelvärdet för alla bostäder var 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En halt på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anses vara ett högt värde och ett gränsvärde som indikerar eventuella hälsorisker. De högsta halterna uppmättes i de bostäder där det finns sällskapsdjur eller där invånarna röker. Vid undersökningen av formaldehyd användes passivsamling. Halterna varierade mellan 0,03 och 0,06 mg/m^3 . Enligt Social- och hälsovårdsministeriets anvisningar om inomhusluft får formaldehydhalten i nya bostäder inte överstiga 0,15 mg/m^3 . Mögelsporhalten i bostäderna var låg och inga typer som skulle indikera fuktskador påträffades. Låga halter av mesofila strålsvampar påträffades i inomhusluften i 12 bostäder. Trots det kunde inga fuktskador konstateras. Den totala halten av flyktiga organiska föreningar (TVOC) översteg gränsvärdet på 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i fyra bostäder. Halterna av de andra enskilda föreningarna som undersöktes var på en nivå som är normal för höghus.

Beroendeförhållandet mellan symptomförfrågan och kvaliteten på inomhusluften undersöktes med hjälp av korstabellering. En betydande korrelation ($r = 0,7$) kunde noteras mellan förekomsten av aromatiska VOC-föreningar och det totala antalet symptom som gällde andningsvägarna och som varje vecka beräknades för bostäderna. Inga andra orenheter korrelerade med det totala antalet symptom.

Undersökningen bekräftar uppfattningen att symptomen som beror på inomhusluften i bostäderna har mångfacetterade orsaker. I fortsättningen borde mer uppmärksamhet fästas vid tidpunkten för mätningen (tid på dygnet, årstiden), provtagningstidens längd och etableringen av mätningförhållandena. De föreningar som ingår i den totala halten av flyktiga organiska föreningar och som tillsvidare inte har identifierats men som eventuellt påverkar hälsan borde också redas ut mer ingående.

Esipuhe

Tämä tutkimus toteutettiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ja VVO-yhtymän yhteistyönä. Sisäilmanäytteet analysoitiin Helsingin kaupungin ympäristölaboratoriossa.

Tutkimukseen kuuluvat sisäilmamittaukset teki ja tutkimusraportin kirjoitti projektityöntekijä Juha Niiranen ympäristökeskuksesta. Asukkaiden oirekyselyn suorittivat terveydenhoitaja-opiskelijat Leena Alanko ja Minna Ilvonen, mistä heille suuret kiitokset. Lisäksi arvokasta apuaan tutkimuksen aikana ja raportin laadinnassa antoivat johtava ympäristötarkastaja Markku Viinikka, ympäristötarkastaja Jukka Puttonen ja tutkimusavustaja Juha Österholm ympäristökeskuksesta.

Tutkimuksen tekijä kiittää myös ympäristölaboratorion henkilökuntaa.

Helsingissä 31.12.1998

Juha Niiranen

1. Johdanto

Asuntojen sisäilman laatuun vaikuttavat monet eri tekijät, kuten ulkoilman laatu, rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöt, asukkaiden omat toiminnot ja ilmanvaihdon toimivuus. Tunnetuin terveyshaittojen aiheuttaja on viime vuosina ollut kosteusvaurioihin liittyvä homeongelma. Huono sisäilma voi aiheuttaa muun muassa hengitystie- ja iho-oireita tai erilaisia yleisöireita, kuten väsymystä ja päänsärkyä. Vakavissa tapauksissa huono sisäilma voi johtaa asukkaan sairastumiseen (allerginen nuha, astma). Tieto sisäilman laadun - erityisesti kemiallisen laadun - ja asukkaiden oireilun välisestä syy-yhteydestä on kuitenkin vielä puutteellista.

Tässä tutkimuksessa käytetään yhdestä kymmeneen vuoden ikäisistä asunnoista nimitystä nuoret asunnot erotukseksi vasta valmistuneista uusista ja selkeästi vanhoista asunnoista. Nuoria asuntoja koskevat tarkastuspyynnöt ovat oma ryhmänsä asukkailta ympäristökeskukseen tulevien tarkastuspyyntöjen joukossa. Useimmiten asunnoissa ei ole havaittavissa merkkejä ongelmista, kuten kosteusvaurioita, hajua tai puutteita ilmanvaihdossa. Asukkaiden oireilu on useissa tapauksissa ainut ongelman selvittelyn lähtökohta.

Päivittäisessä asunnontarkastustyössään ympäristökeskus tutkii ainoastaan yksittäisiä toimenpidepyyntöjä. Tutkimuskohteena olleesta yhtiöstä ympäristökeskus oli ennen tutkimusta saanut tarkastuspyynnön muutamien asuntojen asukkailta. Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli mitata sisäilman laatua yhden kerrostaloyhtiön kaikissa asunnoissa ja tehdä oirekysely yhtiön kaikille asukkaille. Lisäksi tulosten perusteella pyrittiin yksinkertaisin keinoin selvittämään yhteyttä asukkaiden mahdollisen oireilun ja sisäilman laadun välillä.

Tutkimuskohteena oli Helsingissä sijaitseva VVO-yhtymän omistama, vuosina 1993 - 94 valmistunut vuokrakiinteistö, johon kuului neljä pienkerrostaloa ja yhteensä 32 asuntoa.

2. Tutkimuskohteen kuvaus

Tutkimuksen kohteena olleeseen Länsi-Helsingissä sijaitsevaan vuokrakiinteistöön kuuluu neljä kaksikerroksista, harjakattoista pienkerrostaloa. Kussakin on kahdeksan asuntoa. Asunnoista kahdeksan on tyyppiä 3 huonetta ja keittiö sekä muut 24 asuntoa kahta eri kokoa olevia kaksioita. Oheisessa taulukossa on esitetty yhteenveto asuntojen rakenteellisista ominaisuuksista.

Ulkoseinät	Elementti
Väliseinät	Kipsilevy/elementti
Ala-, väli- ja yläpohjat	Ontelolaatta
Asuinhuoneiden kattopinnoite	Ruiskutasoite
Asuinhuoneiden lattiapinnoite	Muovimatto
Kylpyhuoneiden lattiapinnoite	Muovimatto
Kylpyhuoneiden seinäpinnoite	Laatoitus
Lämmitysjärjestelmä	Vesikiertopatterit
Ilmanvaihtojärjestelmä	Koneellinen, huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto

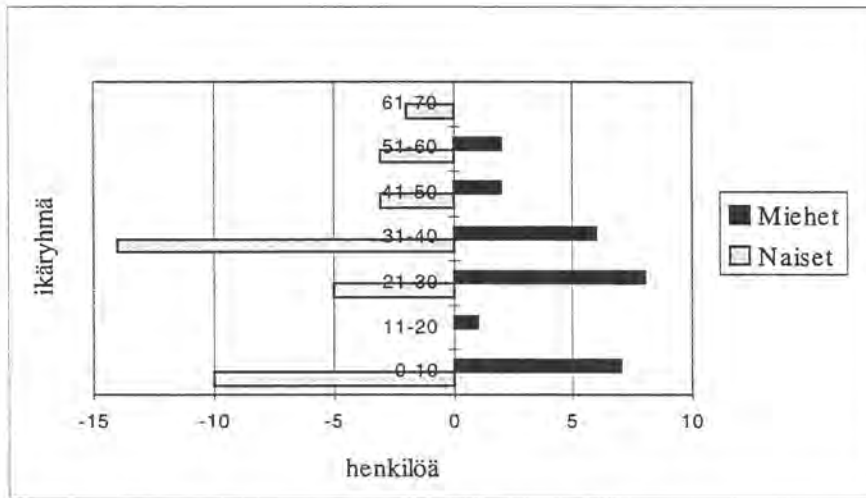
Kahteen asuntoon oli terveyshaittaepäilyn vuoksi tehty lattiaremontti (asunnot n:o 25 ja 28), jossa vanha muovimatto oli poistettu. Tämän jälkeen lattiat oli hiottu mattoliimasta puhtaaksi ja betonilaattaa oli tuuletettu kohottamalla huoneiston lämpötilaa. Vasta tämän jälkeen oli asennettu uudet muovimatot lattiaan.

3. Oirekysely

3.1. Yleistä

Asukkaille tehtiin oirekysely, jossa oli mukana 31 asunnon asukkaat (asunto n:o 28 oli tyhjä). Haastattelulomakkeena käytettiin Örebro-sisäilmastokyselylomaketta, jota muokattiin tähän

tarkoitukseen sopivaan muotoon (liite 1). Haastattelussa oli mukana yhteensä 63 henkilöä, joista alle 18-vuotiaita oli 18. Kuvassa 1 on esitetty ikä- ja sukupuolijakauma tutkitussa kiinteistössä.

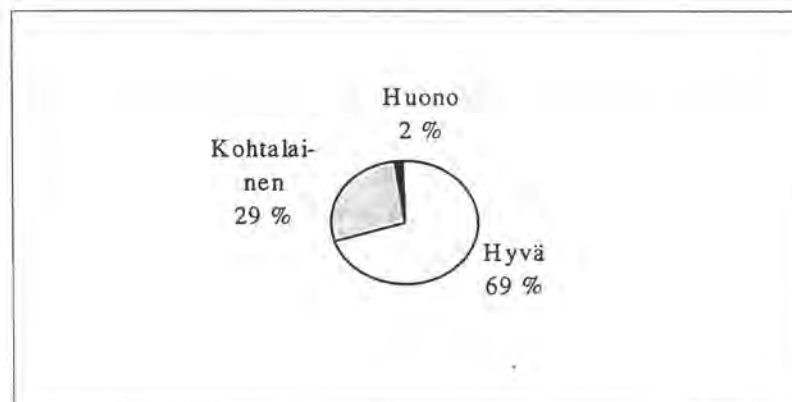


Kuva 1. Ikä- ja sukupuolijakauma kiinteistössä.

Haastatelluista 21 ilmoitti tupakoivansa ainakin joskus. Vain 12 asunnon asukkaat eivät tupakoineet ollenkaan.

3.2. Asukkaiden tämänhetkinen terveydentila

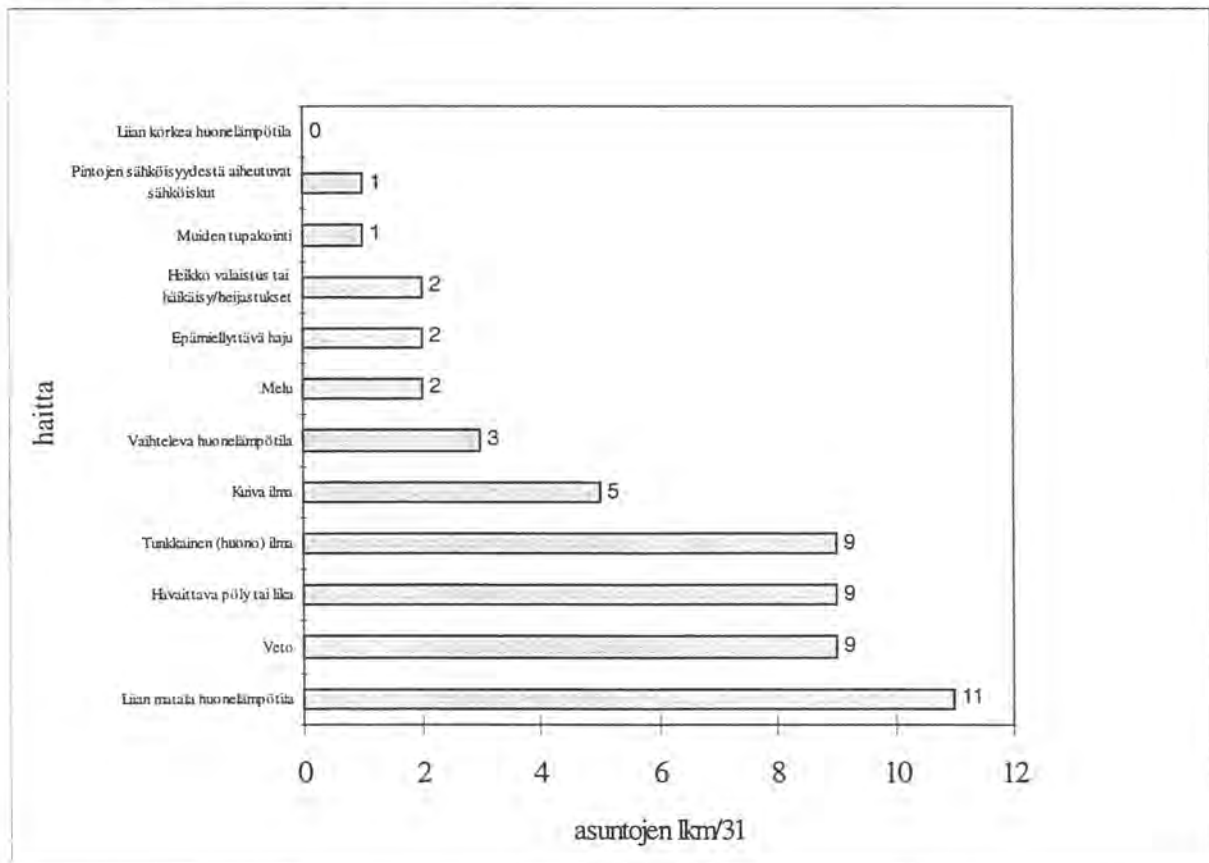
Haastattelussa asukkailta kysyttiin, minkälaiseksi he kokivat senhetkisen terveydentilansa. Vastausten prosentuaalinen jakauma on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Asukkaiden kokema terveydentila haastatteluhetkellä.

3.3. Haitat asunnoissa

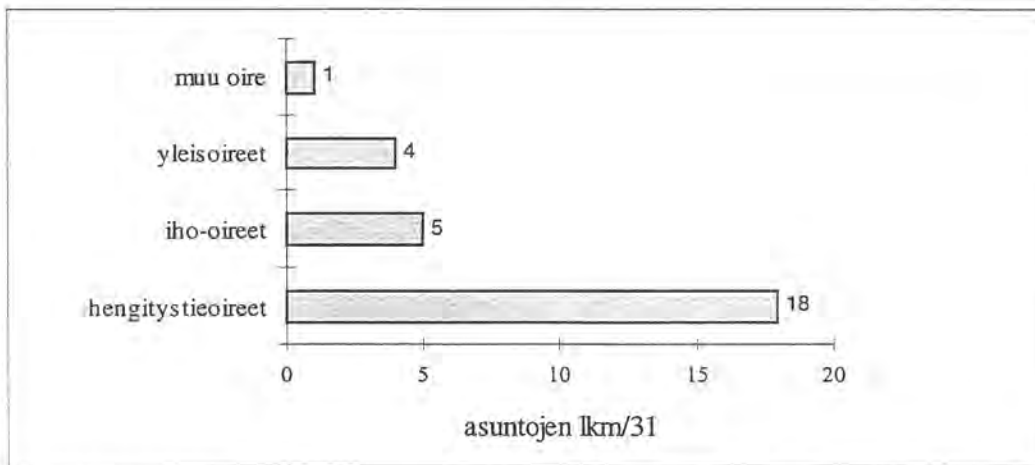
Asukkaat kokivat yleisimmäksi haitaksi asunnoissaan liian matalan huonelämpötilan. Mittausten mukaan huonelämpötilat vaihtelivat välillä +19 - +23,6 °C. Kaikkien asuntojen keskiarvo oli +21,3 °C, joten sisälämpötila oli sosiaali- ja terveysministeriön ohjearvon mukainen (1). Lisäksi asukkaat valittivat vedon tunteesta ja pölystä sekä tunkkaisesta huoneilmasta. Näiden valitusten syyksi voidaan epäillä koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää, joka aiheuttaa helposti vetoa, ja saa näin ollen huonelämpötilan tuntumaan liian matalalta. Lähes kaikissa asunnoissa oli myös havaittavissa olo- ja makuuhuoneen tuloilmaventtiilien ympärillä katossa pölyä ja likaa. Kuvassa 3 nähdään, mitä haittoja asukkaat kokivat asunnoissaan, ja kuinka monessa asunnossa niitä esiintyi.



Kuva 3. Asukkaiden kokemien eri haittojen esiintyminen asunnoissa.

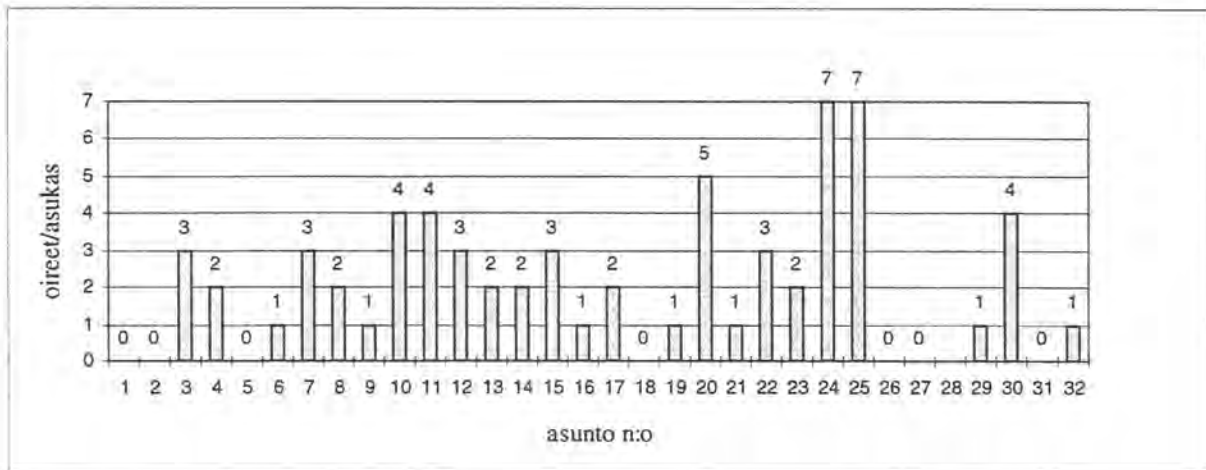
3.4. Oireilu asunnoissa

Örebro-kysymyssarjan oirekysymykset jaetaan hengitystie-, yleis- ja iho-oireisiin (2). Yleisoi-reita ovat mm. päänsärky, väsymys, pahoinvointi tai huimaus ja keskittymisvaikeudet. Hengi-tystieoireisiin luetaan kuuluvaksi silmäoireet, nenän ärsytys, tukkoisuus tai vuoto, käheys tai kurkun kuivuus ja yskä. Iho-oireita ovat kasvojen ihon kuivuus tai punoitus, päänahan tai kor-vakäytävien hilseily tai kutina, käsien ihon kuivuus, kutina tai punoitus. Kuvassa 4 nähdään, kuinka monessa asunnossa eri oireita esiintyi viikoittain.



Kuva 4. Eri oireiden viikoittainen esiintyvyys asunnoissa (31 asuntoa, muu oire on tässä nenä-verenvuoto).

Jos kyselyyn vastanneella henkilöllä on viikoittain vähintään yksi oire jokaisesta kolmesta ryhmästä, voidaan olettaa, että oireet johtuvat sisäilmasta. Kun rakennuksen asukkaista enin-tään viidennes täyttää tämän luokituksen, voidaan rakennus luokitella vähäoireiseksi (2). Tutkituissa rakennuksissa 63 haastatellun joukossa oli seitsemän henkilöä, jotka kärsivät vii-koittain hengitystie-, yleis- ja iho-oireista. Tämän perusteella rakennukset voidaan luokitella vähäoireisiksi. Yleisesti ottaen kaikista haastatelluista 40 koki kärsivänsä vähintään yhdestä em. oireesta viikoittain. Haastatelluista 20 piti kaikkia oireitaan asunnostaan johtuvina. Ku- vassa 5 nähdään viikoittain esiintyvien hengitystie-, yleis- ja iho-oireiden määrä asukasta kohti eri asunnoissa. Haastattelussa yleisimmäksi oireeksi osoittautui nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto, jota ilmeni 48 %:lla haastatelluista. Toiseksi yleisin oire oli yskä (30 %).



Kuva 5. Viikoittain esiintyvien hengitystie-, yleis- ja iho-oireiden määrä eri asunnoissa asukasta kohti laskettuna.

3.5. Oireiden esiintyminen

Haastattelussa saatujen tietojen mukaan 14 asunnon asukkailla eli yhteensä 27 asukkaalla oli ilmennyt asuntoon muuton jälkeen oireita, joita he eivät olleet ennen havainneet. Heistä 12 havaitsi oireiden häviävän ollessaan poissa asunnosta. Loput eivät osanneet sanoa, katosivatko oireet muualla oleskeltaessa.

3.6. Muuta oirekyselyssä ilmennyt

Kaikki asukkaat kokivat asuinympäristönsä viihtyisäksi. Yksittäinen asuntoon ja asumiseen liittyvä seikka, joka sai eniten kritiikkiä asukkailta, oli ilmanvaihto. Vain kolmen asunnon asukkaat pitivät ilmanvaihtoa toimivana ja sisäilmaa hyvänä. Viidentoista asunnon asukkaat kokivat ilmanvaihdon tai sen toimivuuden huonoksi. Epäluuloista suhtautumista ilmanvaihtoa kohtaan lisäsi varmasti myös se, että lähes jokaisessa asunnossa ilmanvaihdon tuloventtiilien ympäristö (lähinnä katto) oli likaantunut silmin havaittavasti. Lisäksi monessa asunnossa koettiin kylpyhuone viileäksi. Se johtui patterin väärästä sijoittamisesta sisäseinälle, eikä ulkoseinällä olevan ikkunan alle, missä sen pitäisi olla.

4. Sisäilmamittaukset

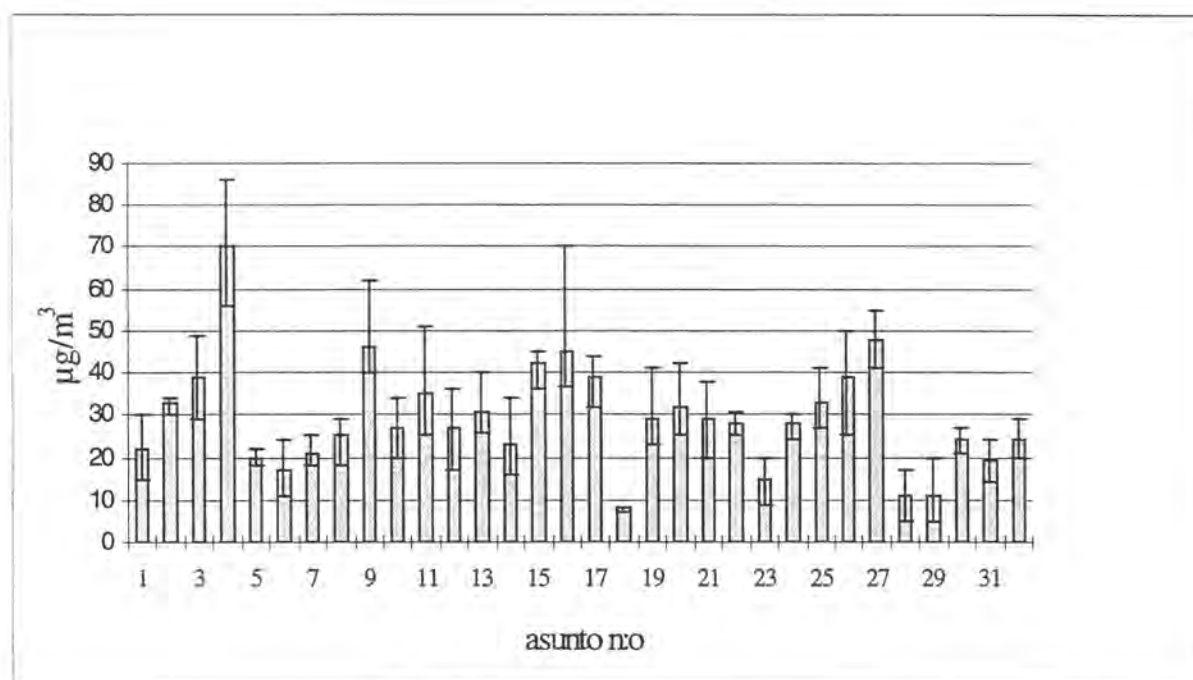
4.1. Yleistä

Jokaisessa asunnossa tehtiin kaksi identtistä sisäilmatutkimusta. Näytteet analysoitiin Helsingin kaupungin ympäristölaboratoriossa. Asukkaita oli pyydetty säätämään ilmanvaihdon teho asentoon 2/4 edellisestä päivästä alkaen. Saman asunnon kahden eri tutkimuskerran välinen aika oli 3 - 4 viikkoa; paitsi neljässä asunnossa, joissa mittauksen väli oli noin viikko. Asunto n:o 28 oli ensimmäisen tutkimuksen aikana tyhjä, joten sen kohdalla voitiin tutkia asukkaiden vaikutusta sisäilman laatuun. Kahden eri mittauskerran tulosten perusteella saatiin kullekin mitatulle epäpuhtaudelle asuntokohtainen keskiarvo, jota käytettiin lopullisissa analyyseissä.

4.2. Ammoniakki

Ammoniakki on epäorgaaninen kaasu, joka ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Sisäilman ammoniakkihähteitä voivat olla lemmikkieläimet, ihminen ja hänen toimintansa, tupakointi, maalit ja puhdistusaineet. Myös rakennusmateriaaleista voi vapautua ammoniakkia sisäilmaan. Erityisesti esim. tasoitteissa ja liimoissa aiemmin käytetty kaseiini (eläinproteiini) voi kosteuden vaikutuksesta pilkkoutua, jonka tuloksena syntyy ammoniakkia.(3)

Ammoniakkipitoisuudet mitattiin jokaisessa 32 asunnossa sekä olo- että makuuhuoneesta kahteen kertaan. Ilmanäytteen tilavuus oli 100 litraa. Ammoniakinäyte kerättiin kuplittamalla huoneilmaa 100 minuutin ajan 0,01 N rikkihappoon pumpun avulla keräysnopeuden ollessa yksi l/min. Laimeassa rikkihapossa ammoniakista muodostuu ammoniumsulfaattia. Laboratoriossa näytteet neutraloitiin ja ammoniumpitoisuus määritettiin spektrofotometrisesti.(4) Eri asuntojen ammoniakkipitoisuuksien keskiarvo sekä minimi- ja maksimipitoisuus on esitetty kuvassa 6.



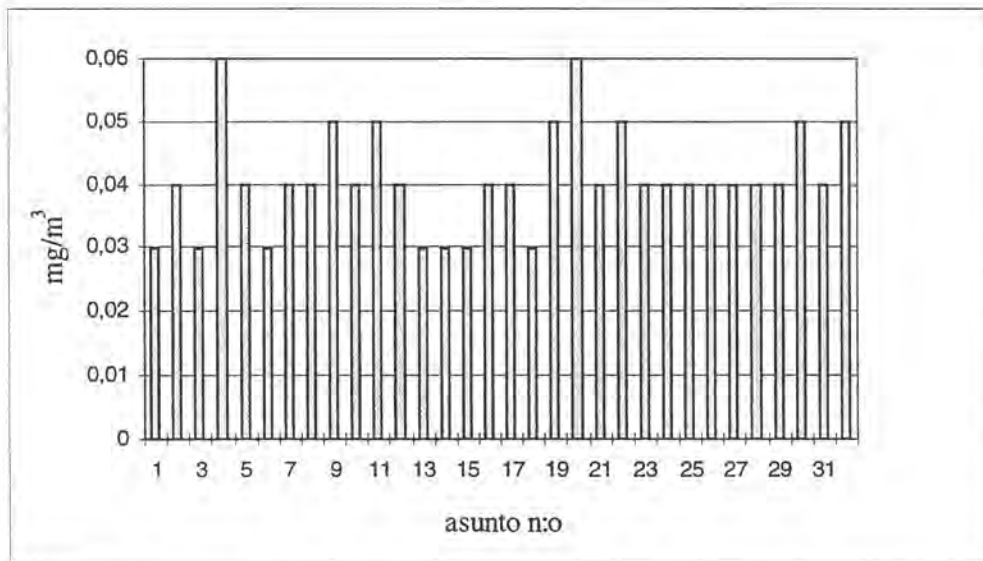
Kuva 6. Asuntojen ammoniakkipitoisuuksien keskiarvot (pylväät) sekä minimi- ja maksimipitoisuudet (janat).

Asuntojen sisäilman tavanomainen ammoniakkipitoisuus on nykytietämyksen mukaan 10 - 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tutkittujen asuntojen ammoniakkipitoisuudet vaihtelivat välillä 8 - 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Seitsemässä asunnossa pitoisuus jäi alle 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mahdollista terveyshaittaa indikoivana raja-arvona pidetään pitoisuutta 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1). Tämä ylittyi viidessä asunnossa. Niille oli yhteistä se, että niissä kaikissa joko tupakoitiin sisällä tai pidettiin kotieläimiä. Kaikkien asuntojen pitoisuuksien keskiarvo oli 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkein pitoisuus (70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin kaksiosista, jossa asui kaksi aikuista ja kaksi lasta, joista toinen oli vaippaiässä sekä kissa.

4.3. Formaldehydi

Huoneilman formaldehydi on peräisin tavallisesti lastulevyistä ja niissä liima-aineena käytetystä ureaformaldehydihartsista. Etenkin kastuessaan lastulevyn formaldehydipäästöt lisääntyvät. Happokovetteiset lakat, maalit, pinnoitteet ja koolattiamatot ovat myös mahdollisia formaldehydin lähteitä. Formaldehydi ärsyttää hengitysteitä ja silmiä, ja on erityisen haitallinen aine.(1)

Asuntojen formaldehydipitoisuus määritettiin passiivikeräimellä. Käytetty keräin oli ”3M 3730/3721 Formaldehyde diffusion monitor”. Keräysaika oli yksi vuorokausi, ja keräin sijoitettiin asunnon olohuoneeseen riippumaan noin puolen metrin etäisyydelle katosta. Laboratorioanalyysit tehtiin standardin SFS 3862 mukaisesti (5). Kuvasta 7 nähdään asuntojen formaldehydipitoisuudet.



Kuva 7. Asuntojen formaldehydipitoisuudet.

Asuntojen formaldehydipitoisuudet olivat alhaiset ja jäivät alle sosiaali- ja terveysministeriön Sisäilmaohjeessa asettaman enimmäispitoisuuden $0,15 \text{ mg/m}^3$ (1).

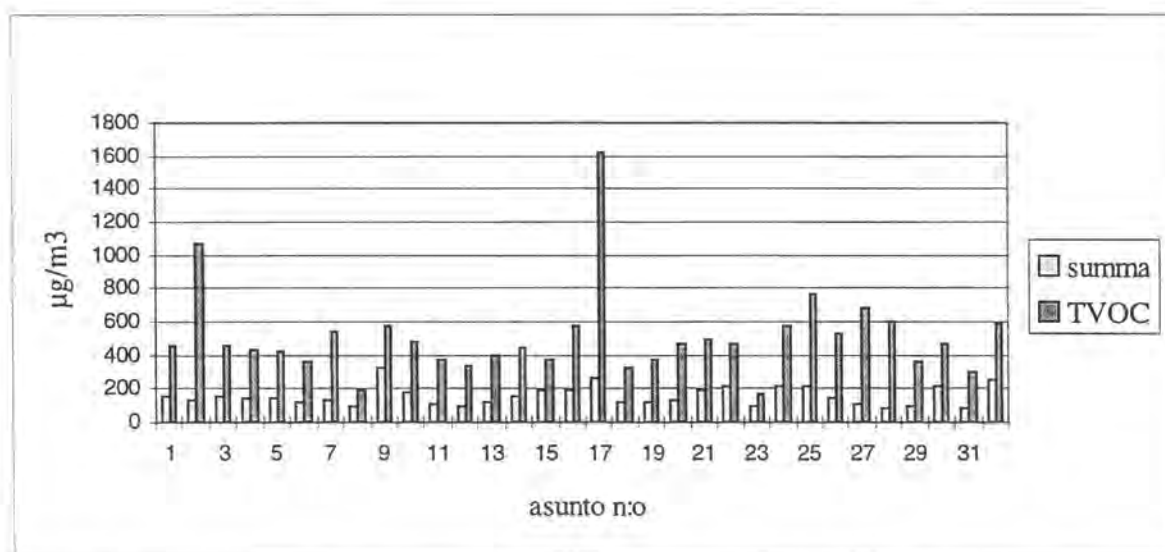
4.4. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC: Volatile Organic Compounds) ovat yhdisteitä, jotka esiintyvät osittain höyrystyneenä ilmassa. VOC-yhdisteiden pääkomponentteja sisäilmassa ovat aromaattiset, syklist ja alifaattiset hiilivedyt, aldehydit, alkoholit, esterit, ketonit, terpeenit ja klooratut hiilivedyt. (6)

Sisäilman VOC-pitoisuudet määritettiin joka asunnon olo- ja makuuhuoneesta kahteen kertaan. Näytteet kerättiin Tenax-adsorbentilla pakattuihin lasiputkiin. Ennen varsinaista näyt-

teenottoa puhdistettuihin Tenax-putkiin lisättiin sisäiset standardit. Sisäilmaa kerättiin Tenax-putkien läpi virtausnopeuden ollessa keskimäärin 96 ml/min ja keräysajan 30 minuuttia eli yhden näytteen tilavuudeksi tuli noin 3 litraa. Keräyksen jälkeen näyteputkien päät suljettiin metallisilla kierretulpilla ja putket käärittiin alumiinifolioon. Näytteet säilytettiin jääkaapissa eksikaattorissa ja analysoitiin mahdollisimman pian. Tarkempi kuvaus näytteenotosta ja analyysistä löytyy viitteestä 6 kuitenkin sillä erotuksella, että tämän tutkimuksen näytteiden analysoinnissa termodesorberina oli Perkin-Elmerin ATD-400 ja kvantitointi tehtiin SIM-tekniikalla.

Eri yhdisteet tunnistettiin kaasugromatografiin liitettyllä massaspektrometrillä, jolloin saatiin myös VOC-yhdisteiden summa (kaikki kvantitoidut yhteensä). Tarkempi VOC-yhdisteiden jaottelu näkyy liitteessä 2 olevassa yhden esimerkkiasunnon VOC-analyysitaulukossa. Kaikkia yhdisteitä ei saada kvantitoitua, vaan niiden osuus näytteessä täytyy arvioida massaspektrometrin antamien piikkien pinta-aloista. Niistä saadaan kuitenkin määritettyä näytteen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus eli TVOC (Total Volatile Organic Compounds). Kuvasta 8 nähdään VOC-summa ja TVOC.

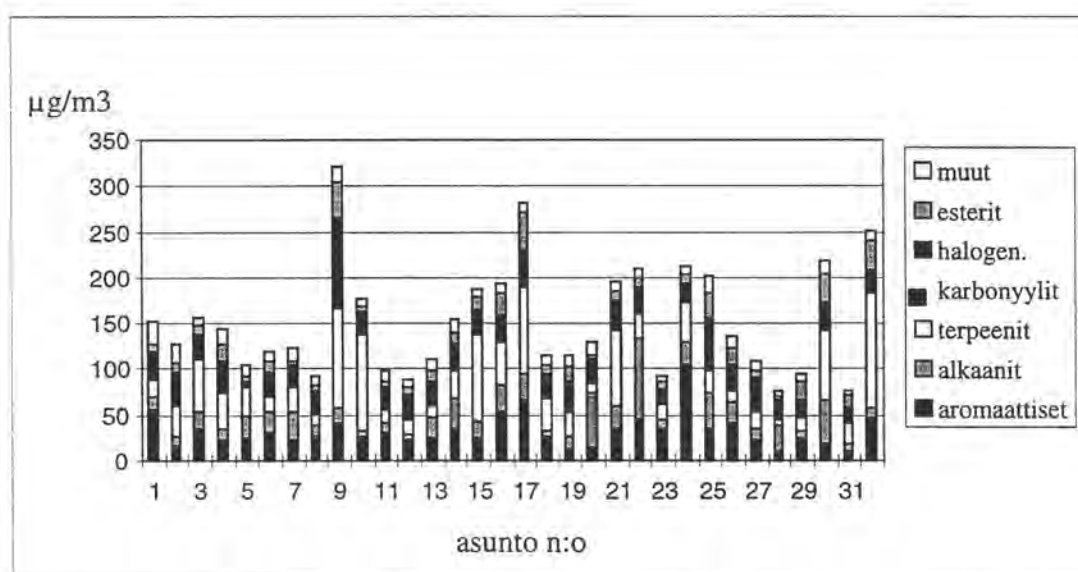


Kuva 8. VOC-summa ja kaikkien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) pitoisuus asunnoissa.

Sisäilman tavanomainen TVOC-pitoisuus on 200 - 300 µg/m³. Jos TVOC-pitoisuus on yli 600 µg/m³, on syytä tarkastella yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksia (1). Tässä tutkimuksessa

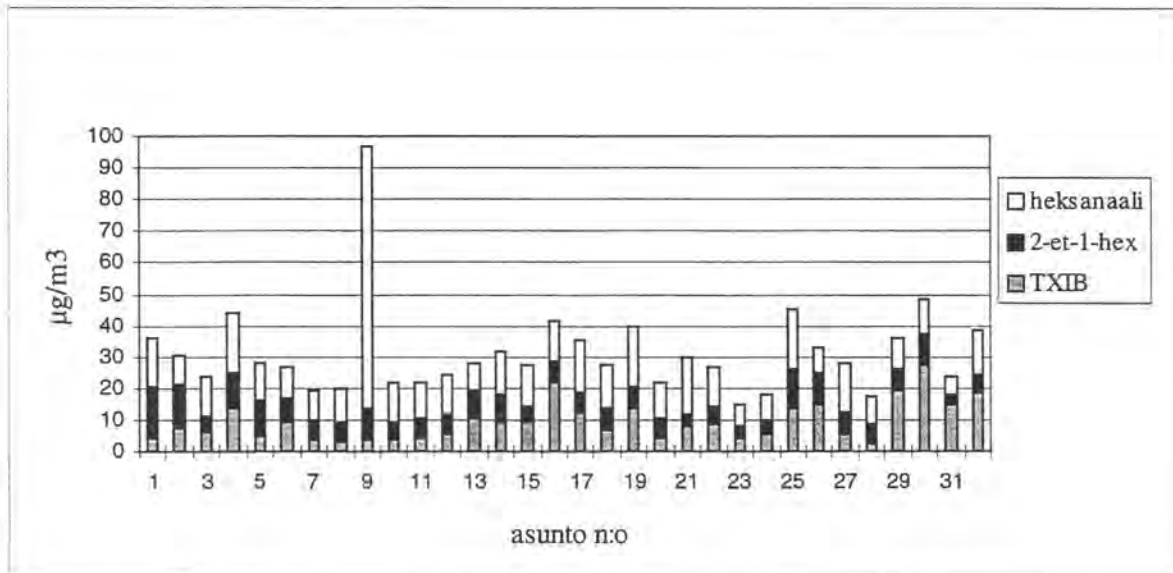
600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pitoisuus ylittyi neljässä asunnossa. Kun tarkastellaan TVOC:a, kolmessa asunnossa (asunnot 2, 17 ja 27) siloksaanit olivat suurin yksittäinen kokonaispitoisuutta kohottava yhdisteryhmä. Näissä asunnoissa TVOC:n ja VOC-summan erotuksesta noin 50 % oli siloksaaneja. Ne ovat muoveja, joita käytetään mm. tiivistys- ja saumausaineissa. Niiden terveydelle haitallisia vaikutuksia ei ole selvitetty. Asunnossa 25 taas suurimmaksi ryhmäksi kohosivat bentseeniyhdisteet noin 10 %:n osuudella TVOC:n ja VOC-summan erotuksesta.

Kuvasta 9 nähdään eri VOC-ryhmien osuudet VOC-summasta. Pylvään korkeus kertoo VOC-yhdisteiden kokonaissumman.



Kuva 9. Kvantitoitujen VOC-ryhmien osuudet VOC-summasta eri asunnoissa.

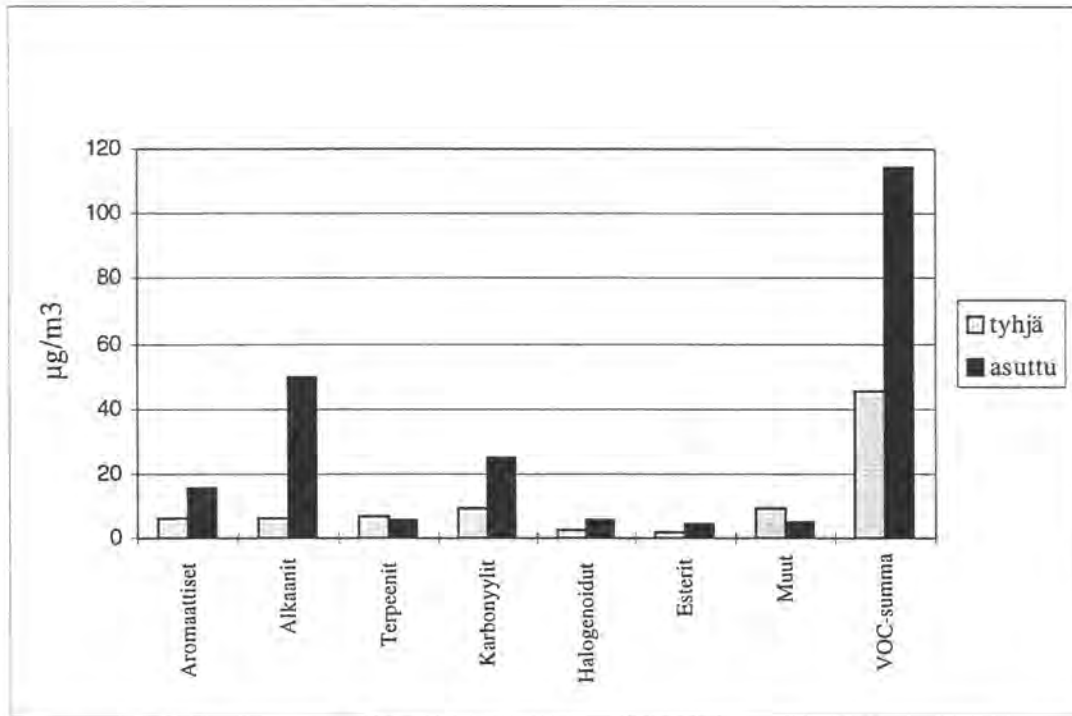
Yksittäisistä yhdisteistä tarkasteltiin heksanaalin, 2-etyyli-1-heksanolin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli-di-isobutyraatin (TXIB) pitoisuuksia. Ympäristökeskuksen tekemien VOC-mittausten perusteella näiden yhdisteiden pitoisuudet ovat usein kohonneet nuorissa asunnoissa. Kuvasta 10 nähdään mainittujen yhdisteiden pitoisuudet nyt tutkituissa asunnoissa.



Kuva 10. Heksanaalin, 2-etyyli-1-heksanolin ja TXIB:n pitoisuudet asunnoissa.

Yhdisteiden pitoisuudet eri asunnoissa olivat yhtä asuntoa lukuun ottamatta lähes samalla tasolla. Muovimatoista ilmaan haihtuvan TXIB:n pitoisuus oli tavanomaisella tasolla; kaikkien asuntojen keskiarvo oli $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Heksanaalin ja 2-etyyli-1-heksanolin kaikkien asuntojen keskiarvot olivat vastaavasti $14,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet ovat tyypillisiä ympäristökeskuksen kerrostaloasunnoissa mittaamia arvoja. Asunnon 9 korkeat arvot johtuvat sisätiloissa tupakoinnista.

Asunnon 28 kohdalla voitiin tutkia myös asukkaiden vaikutusta VOC-pitoisuuksiin. Ensimmäinen VOC-mittaus tehtiin asunnon ollessa remontoinnin jälkeen tyhjänä ja toinen mittaus asukkaiden asuttua siellä viikon. Kuvasta 11 nähdään asunnon VOC-pitoisuudet tyhjänä ja asuttuna. Kuvasta voidaan havaita, että ihminen ja hänen toimintonsa ovat merkittäviä VOC-yhdisteiden lähteitä asunnossa.



Kuva 11. Asukkaiden vaikutus asunnon VOC-pitoisuuksiin.

4.5. Mikrobit

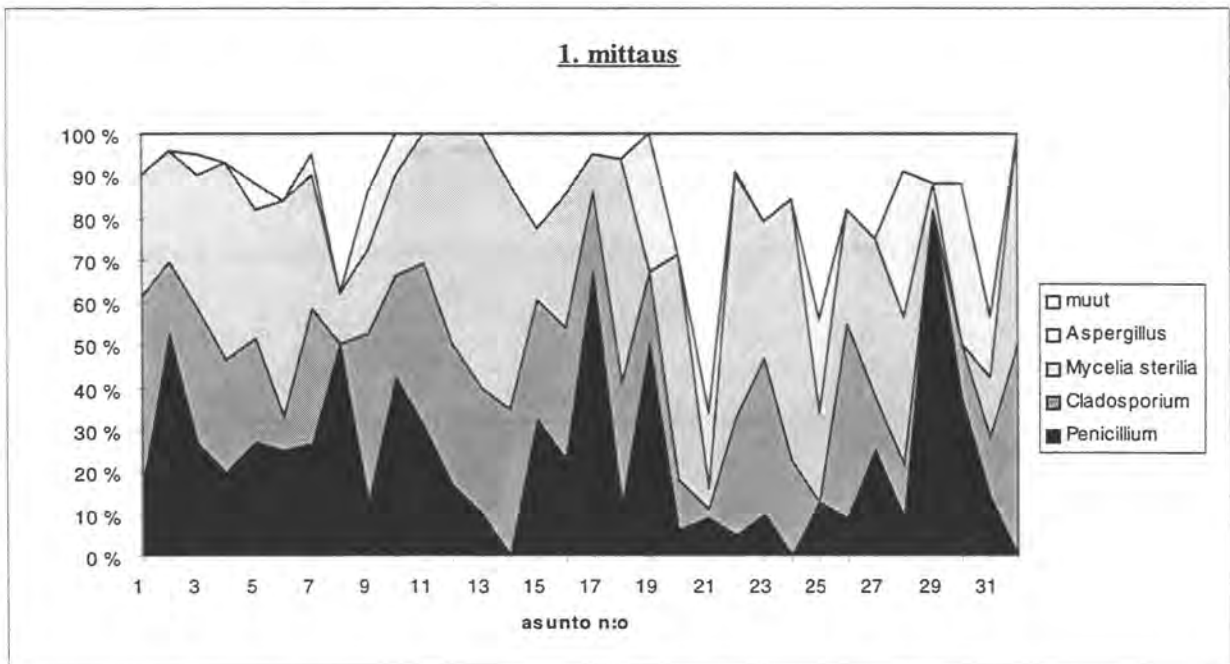
Ihmisen asuinympäristössä esiintyy mikrobeja kaikkialla. Rakennuksissa tärkein niiden kasvua säätelevä tekijä on kosteus. Mahdollista homevaurion olemassaoloa voidaan selvittää huoneilmasta tapahtuvalla homeitiöpitoisuuden mittauksella. Mittaus kertoo kuitenkin vain sen hetkisen tilanteen, ja sen antamaan tulokseen tulee suhtautua kriittisesti.

Tässä tutkimuksessa homeitiöiden ja mesofiilisten sädesienten pitoisuudet määritettiin kaikkien asuntojen olohuoneista kahteen kertaan sosiaali- ja terveysministeriön Sisäilmaohjeen (1997) mukaan (1). Keräykseen käytettiin kuusivaiheista Andersen-keräintä näytteenottoajan ollessa kahdeksan minuuttia. Ulkoilmanäytteitä otettiin yksi jokaisena mittauspäivänä.

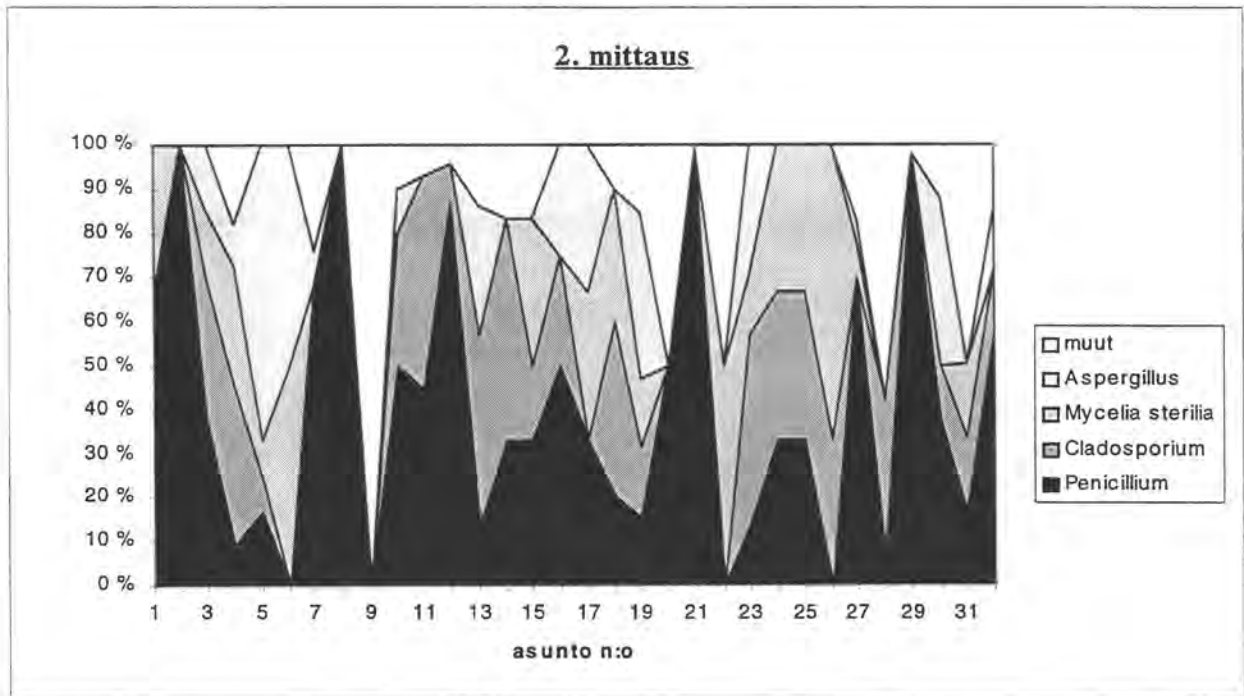
Mikrobinäytteistä määritettiin asuntojen ilman homeitiöiden pitoisuus ja homesienisuvustot sekä mesofiilisten sädesienten pitoisuus. Määritysten tavoitteena oli selvittää, olivatko homesuvusto ja -pitoisuus ajankohtaan nähden normaalit. Sisäilmaohjeen mukaan mikrobinäytteet tulisi pyrkiä ottamaan talvella, jolloin ulkoilman pitoisuudet ovat pienimmillään. Tämän tut-

kimuksen näytteistä puolet kerättiin sulan maan aikaan ja puolet maan ollessa lumen peitossa (lumi peitti maan 6.11. ja pysyi maassa, välillä hieman sulaen, mittausten loppuun saakka). Sisäilman homesuvustoa verrattiin samana päivänä otettuun ulkoilmanäytteen suvustoon.

Kuvissa 12 ja 13 on esitetty eri homesukujen suhteellinen osuus eri asunnoissa kahdessa eri mittauksessa. Ulkoilman yleisin sienisuku on *Cladosporium*, joten sen eri lajeja havaitaan tavallisesti myös sisäilmassa. Sisäilman yleisin sienisuku on *Penicillium*, joka esiintyi tämänkin tutkimuksen molemmissa mittauksissa valtasukuna. Sisäilmassa esiintyy tavallisesti myös *Aspergillus*-lajeja.(1) *Mycelia sterilia* tarkoittaa sieniä, jotka eivät itiöi kasvatusalustalla. Niitä ei voida sen vuoksi tunnistaa, koska homeiden tunnistus perustuu lähes kokonaan niihin rakenteisiin, joihin itiöitä muodostuu.



Kuva 12. Eri homesukujen prosentuaalinen osuus asunnoissa (1. mittaus).



Kuva 13. Eri homesukujen prosentuaalinen osuus asunnoissa (2. mittaus).

Liitteenä 2 olevissa taulukoissa on eritelty eri homesukujen esiintyminen asuntojen sisäilmas-
sa, mittauspäivämäärät ja homeitiöiden kokonaispitoisuudet (kpl/m^3). Taulukoista nähdään
myös mesofiilisten sädesienten pitoisuudet (kpl/m^3) asunnoissa.

Sisäilmanäytteistä tunnistettiin yhteensä 20 eri homesukua. Vallitsevat suvut olivat *Penicilli-
um* ja *Cladosporium*, joita tavattiin lähes jokaisen asunnon sisäilmasta. Lisäksi varsinkin en-
simmäisellä mittauksella (sulan maan aikaan) tavattiin runsaasti laboratorio-olosuhteissa
itämättömiä lajeja (*Mycelia sterilia*). Taajamassa sijaitsevien rakennusten sisäilman sieni-
itiöpitoisuudet, $100 - 500 \text{ kpl}/\text{m}^3$, voivat olla osoituksena kohonneesta pitoisuudesta talviaika-
na. Jos taajamassa sijaitsevassa rakennuksessa pitoisuudet ovat tuolloin yli $500 \text{ kpl}/\text{m}^3$, ne
voidaan tulkita kohonneiksi ja mahdollista terveyshaittaa aiheuttaviksi.(1)

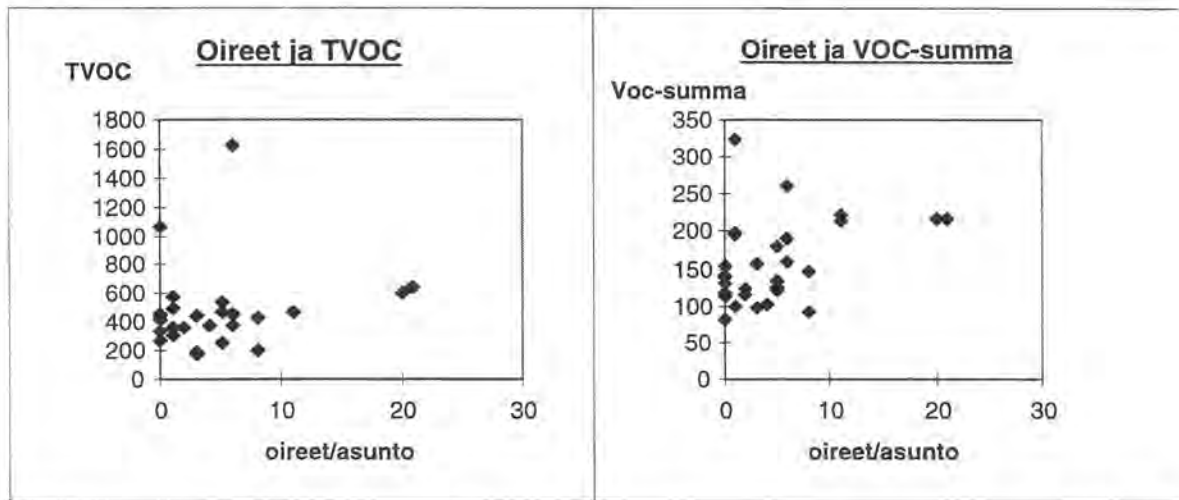
Tämän tutkimuksen 64 mittauksesta 32 tehtiin sulan maan aikaan. Niissä homeitiöpitoisuuksi-
en keskiarvo oli $95 \text{ kpl}/\text{m}^3$. Maan ollessa lumen peitossa suoritettiin myös 32 mittausta ja
asuntojen homeitiöpitoisuuksien keskiarvo oli tällöin $59 \text{ kpl}/\text{m}^3$. Kaiken kaikkiaan pitoisuu-
det vaihtelivat välillä $4 - 460 \text{ kpl}/\text{m}^3$. Kahdessatoista mittauksessa ylittyi homeitiöpitoisuus
 $100 \text{ kpl}/\text{m}^3$. Vain kolmessa asunnossa (numerot 5, 21 ja 29) molempien mittauksien homei-

tiöpitoisuus oli yli 100 kpl/m^3 . Niissäkin vallitseva suvusto oli tavanomainen eikä kosteusvaurioita indikoivia homeita todettu.

Mesofiiliset sädesienet ovat tyypillisiä kosteusvaurioindikaattoreita. Tosin niitä voi joutua ilmaan myös ihmisen toiminnan tuloksena. Kukkaruukkujen multa ja juuresten käsittely voivat toimia sisäilman sädesienten lähteinä. Jos pitoisuus talviaikaan on yli 10 kpl/m^3 , voidaan epäillä, että rakennuksessa on terveyshaittaa aiheuttavaa mikrobikasvustoa (1). Sädesieniä todettiin 16 mittauksessa, mutta vain viidessä ylittyi pitoisuus 10 kpl/m^3 (liite 3). Neljässä asunnossa (asunnot n:o 9, 13, 28 ja 30) havaittiin molemmissa mittauksissa sädesieniä, mutta pitoisuudet olivat alhaiset. Korkein yksittäinen pitoisuus havaittiin asunnossa 10, jossa ensimmäisessä mittauksessa oli sädesieniä 120 kpl/m^3 . Toisessa mittauksessa ei sädesieniä todettu. Lisäksi asunnon 10 homeitiöpitoisuudet olivat 93 kpl/m^3 ja 44 kpl/m^3 , joten tulokset eivät viittaa näiden mittausten perusteella mikrobikasvuston olemassaoloon.

5. Oirekysely ja sisäilman laatu

Sisäilmasta johtuvaa oireilua on pyritty selvittämään monin eri tutkimuksin. Eräs tämän tutkimuksen tavoitteista oli asukkaiden oirekyselyssä ilmenneiden seikkojen ja asuntojen sisäilman laadun vertailu. Oirekyselyssä selvitettiin mm. asunnossa viikoittain esiintyvien oireiden kokonaismäärä. Nämä arvot ristiintaulukoitiin ammoniakkipitoisuuksien ja joidenkin VOC-mittausten tuloksien kanssa. Kuvasta 14 nähdään TVOC:n ja VOC-summan sekä asunnoissa viikoittain esiintyvien oireiden kokonaismäärien väliset riippuvuudet.

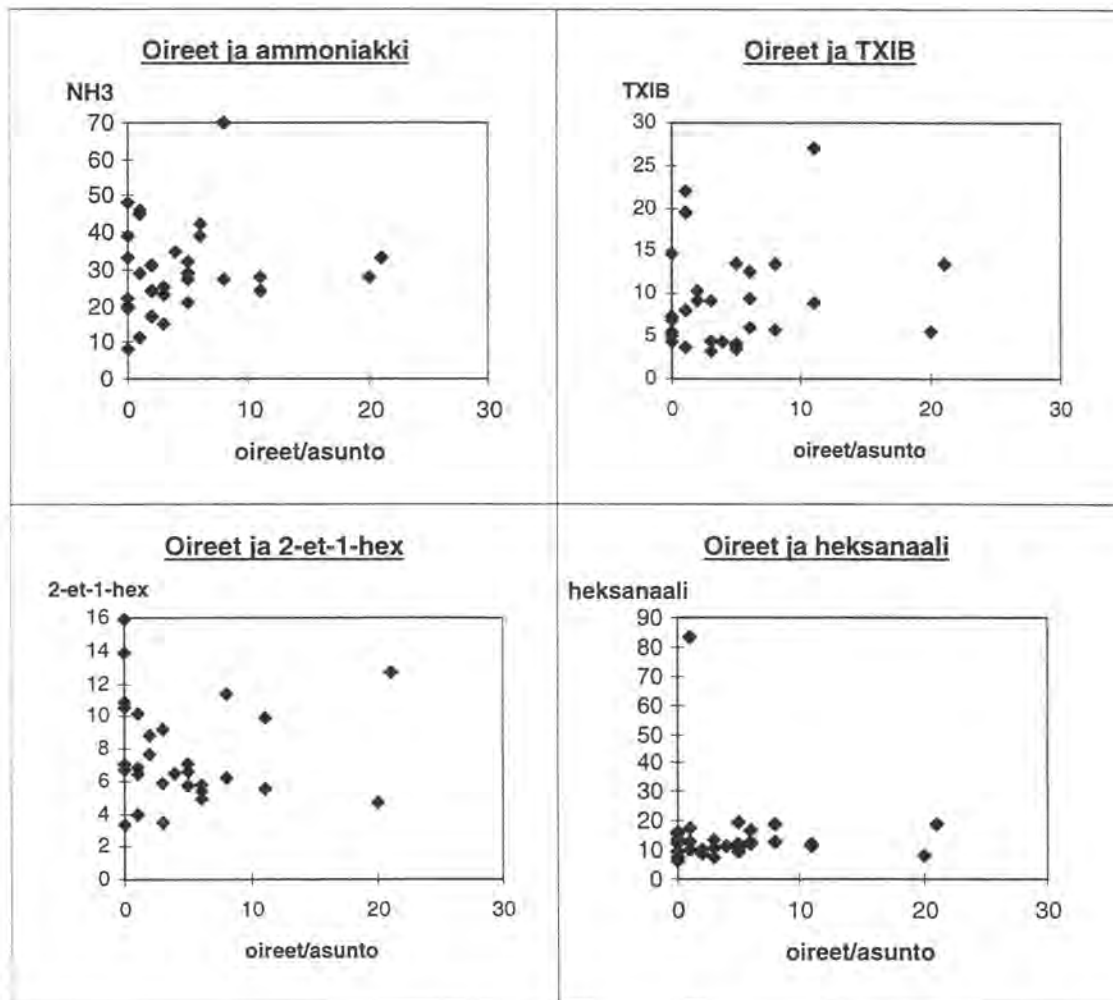


Kuva 14. TVOC:n ja VOC-summan sekä viikoittain asunnoissa esiintyvien oireiden kokonaismäärien väliset riippuvuudet.

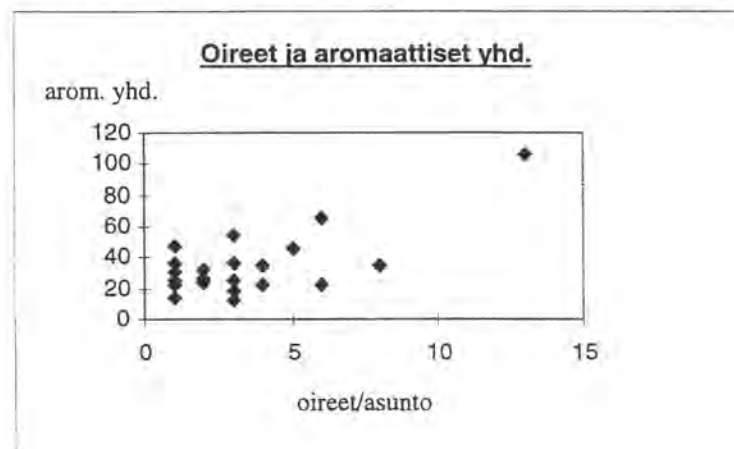
Kuvassa 15 on esitetty ammoniakkin, TXIB:n, 2-etyyli-1-heksanolin ja heksanaalin sekä oireiden kokonaismäärien väliset riippuvuudet.

Kuvista 14 ja 15 nähdään, että korrelaatiot ovat kaikissa esimerkkeinä olevissa tapauksissa pienet, suurimmillaan VOC-summan kohdalla ($r = 0,37$). Oireiden kokonaismäärän riippuvuutta verrattiin VOC-yhdisteisiin myös siten, että asunnoista valittiin ne 22 asuntoa, joissa esiintyi viikoittain hengitystieoireita (liite 1: oireet 7 - 11).

Aromaattisten yhdisteiden ja viikoittain asunnoissa esiintyvien hengitystieoireiden kokonaismäärän välille saatiin korrelaatiokertoimeksi 0,7 (kuva 16). Korrelaatiota voidaan pitää merkittävänä. Myös kahdeksan yksittäisen aromaattisen VOC-yhdisteen korrelaatiokerroin oireiden kanssa oli suurempi kuin 0,5. Muiden VOC-yhdisteryhmien osalta ei merkittävää korrelaatiota havaittu.



Kuva 15. Ammoniakin, TXIB:n, 2-etyyli-1-heksanolin ja heksanaalin sekä viikoittain asunnoissa esiintyvien oireiden kokonaismäärien väliset riippuvuudet.



Kuva 16. Aromaattisten yhdisteiden ja viikoittain asunnoissa esiintyvien hengitystieoireiden kokonaismäärien väliset riippuvuudet.

6. Johtopäätökset

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään yhdistäviä tekijöitä asukkaiden oireilun ja sisäilmamittausten tulosten välillä nuorissa asunnoissa. Sisäilmasta mitattiin ammoniakkin, formaldehydin, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) sekä mikrobien (homeet ja mesofiiliset sädesienet) pitoisuudet.

Ammoniakkipitoisuudet olivat aiempiin ympäristökeskuksen mittauksiin verrattuna tavanomaisella kerrostaloasunnoissa esiintyvällä tasolla. Poikkeuksen muodostivat asunnot, joissa tupakoitiin sisällä tai pidettiin lemmikkieläimiä. Kaikkien asuntojen keskiarvo oli $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kun mahdollisia terveyshaittoja indikoivana tasona pidetään pitoisuutta $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ammoniakkipitoisuuksien ei havaittu myöskään korreloivan viikoittain asunnossa esiintyvien oireiden kokonaismäärän kanssa. Tutkimuksen perusteella sisäilman kohonnutta ammoniakkipitoisuutta ei voida pitää asukkaiden oireilun syynä.

Tutkimuksessa määritettiin 50 haihtuvaa orgaanista yhdistettä. Lisäksi arvioitiin kaikkien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaispitoisuus. Laboratorioanalyysissä tunnistettujen yhdisteiden osuus oli useimmissa tapauksissa selvästi alle 50 % TVOC:stä. TVOC-pitoisuuden ohjeellisena raja-arvona pidetään pitoisuutta $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kun tämä arvo ylitetään, on syytä tarkastella, mitkä yksittäiset yhdisteet kohottavat TVOC-pitoisuutta. Asunnoista neljässä ylittyi pitoisuus $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kahdessa asunnossa ylitys johtui siloksaaneista. Siloksaanit ovat muoviyhdisteitä, joiden alkuperää ja terveysvaikutuksia ei varmuudella tunneta. Niitä on ainakin saumaus- ja tiivistysmassoissa. Kahdessa muussa asunnossa ei löytynyt selvää yksittäistä pitoisuutta kohottavaa ryhmää. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet vaihtelevat suuresti olosuhteiden kuten ilmanpaineen ja asukkaan toimintojen mukaan (7). Useissa asunnoissa kaksi eri mittausta antoi monien yhdisteiden kohdalla hyvinkin poikkeavia tuloksia.

Home- ja sädesienipitoisuudet eivät olleet asunnoissa näiden mittausten mukaan korkeita. Toisaalta mikrobeja kerättiin vain kaksi kahdeksan minuutin jaksoa, joten tulos kuvaa mikrobipitoisuutta vain näytteenottohetkellä. Merkkejä mikrobiongelmia aiheuttavista kosteusvaurioista ei myöskään havaittu.

Formaldehydipitoisuudet olivat asunnoissa alhaiset. Formaldehydin tavallisin lähde on lastulevy, jota käytetään nykyään pinnoitettuna esimerkiksi keittiökaapistoissa.

Oirekyselyllä selvitettiin asukkaiden viihtymistä asunnoissaan, asunnoissa esiintyviä haittoja sekä asukkaiden kokemia oireita viimeksi kuluneen vuoden aikana. Viikoittain esiintyvien oireiden lukumäärä laskettiin asunnoittain, ja niitä verrattiin asuntojen sisäilmamittausten tuloksiin. Tavoitteena oli löytää jokin tai joitakin sisäilmassa esiintyviä yhdisteitä, jotka korreloisivat oirekyselyn tulosten kanssa. Merkittävä korrelaatio ($r = 0,7$) havaittiin vain aromaattisten yhdisteiden kohdalla, kun vertailuun valittiin ne 22 asuntoa, joissa esiintyi viikoittain hengitystieoireita.

Tutkimus ei antanut vastausta nuorien asuntojen sisäilmasta johtuvaan asukkaiden oireiluun. Kokonaisuutena tutkitun kiinteistön sisäilman laatu täytti viranomaisvaatimusten mukaisen vähimmäistason, mutta silti useassa asunnossa asukkaat kokivat oireidensa johtuvan juuri sisäilmasta. Tarvitaankin lisätietoa siitä, milloin oireilua esiintyy ja missä olosuhteissa. Toisaalta taas täytyisi tietää paremmin asunnon ulkopuolisten tekijöiden osuus oireiden syntyyn. Myös lähes kaikkien asukkaiden vieroksuman koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon käyttökelpoisuutta asuntojen ilmanvaihtojärjestelmänä tulisi selvittää. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuteen (TVOC) sisältyviä, toistaiseksi tunnistamatta jääviä yhdisteitä ja niiden mahdollista merkitystä terveyden kannalta tulisi tarkemmin selvittää.

Lähdeluettelo

1. Sosiaali- ja terveysministeriö: Sisäilmaohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1997:1. Helsinki 1997.
2. Seuri M, Reiman M ja Lehtomäki K. Rakennusten luokittelu rakennusteknisesti, mikrobiologisesti ja sisäilmasto-oireiden perusteella. Sisäilmastoseminaari 18.-19.3.1998. Säteri J (toim.). Sisäilmayhdistys raportti 11: 79-83. Helsinki 1998.
3. Aurola R ja Välikylä T (toim.). Asumisterveysopas. Asuntojen terveydelliset olosuhteet. Ympäristö ja Terveys-lehti. Pori 1997.
4. Standardi SFS 3032. Veden ammoniumtyypen määrittäminen. Helsinki: Suomen standardisointiliitto SFS, 1976.
5. Standardi 3862. Ilman laatu. Työpaikkailma. Formaldehydipitoisuuden määrittäminen kromotrooppihappomenetelmällä. Helsinki: Suomen standardisointiliitto SFS, 1981.
6. Kostianen R, Nokelainen S ja Ahonen S. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet huoneilmassa. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja: 13/94.
7. Viljanen M, Kettunen A-V, Makkonen M, Kangas R ja Järnefelt P. Rakennusratkaisut ja sisäilman laatu. 1990-luvun asuinkerrostalotutkimus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja: 11/98. Helsinki 1998.

ASUNTOKOHTAISET TIEDOT

Sukunimi _____ Kauanko olette asunut asunnossa? _____

Asunnon numero _____ Lemmikkieläimet Kyllä 3 Ei 1

ASUINYMPÄRISTÖ

Koetteko asuin ympäristönne viihtyisäksi? Kyllä Ei

1 3

Onko teitä haitannut asunnossanne jokin seuraavista tekijöistä viimeisen vuoden aikana?

	Ei koskaan	Kyllä, joskus	Kyllä, joka viikko
Veto	1	2	3
Liian korkea huonelämpötila	1	2	3
Vaihteleva huonelämpötila	1	2	3
Liian matala huonelämpötila	1	2	3
Tunkkainen (huono) ilma	1	2	3
Kuiva ilma	1	2	3
Epämiellyttävä haju	1	2	3
Pintojen sähköisyydestä aiheutuvat sähköiskut	1	2	3
Muiden tupakointi	1	2	3
Melu	1	2	3
Heikko valaistus tai häikäisy/ heijastukset	1	2	3
Havaittava pöly tai lika	1	2	3

Muuta asuntoon tai asuin ympäristöön liittyvää?

ASUKASKOHTAISET TIEDOT

Sukupuoli	Nainen	1	Syntymävuosi	_____	Liite 1. 2(2)
	Mies	2			
Tupakointi	Ei	1	Ammatti	_____	
	Kyllä	3			
Tämänhetkinen terveydentila:			Huono	Kohtalainen	Hyvä
			3	2	1

AIKAISEMMAT JA NYKYISET SAIRAUDET

Onko teillä nyt tai aikaisemmin ollut jokin allamainituista sairauksista?

	Kyllä	Ei
1. Astma	3	1
2. Allerginen nuha, heinänuha	3	1
3. Kutiaava taiveihottuma, mitorupi tai muuta atooppista ihottumaa	3	1
4. Onko vanhemmillasi tai sisaruksillasi ollut jokin yllämainituista allergiasairauksista? (astma, allerginen nuha tai atooppinen ihottuma)	3	1

OIREET

Onko teillä ollut jokin seuraavista oireista viimeisen vuoden aikana?

	Ei koskaan	Joskus	Kyllä, joka viikko	Oireilu nimenomaan asunnossa?	Ei	Kyllä
1. Väsymys	1	2	3	1	3	
2. Pää tuntuu raskaalta	1	2	3	1	3	
3. Päänsärky	1	2	3	1	3	
4. Pahoinvointi ja huimaus	1	2	3	1	3	
5. Keskittymisvaikeudet	1	2	3	1	3	
6. Silmien kutina, kirvely ja ärsytys	1	2	3	1	3	
7. Nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto	1	2	3	1	3	
8. Käheys tai kurkun kuivuus	1	2	3	1	3	
9. Yskä	1	2	3	1	3	
10. Hengenahdistus	1	2	3	1	3	
11. Hengityksen vinkuna	1	2	3	1	3	
12. Kasvojen ihon kuivuus tai punoitus	1	2	3	1	3	
13. Päänahan tai korvakäytävien hilseily tai kutina	1	2	3	1	3	
14. Käsien ihon kuivuus, kutina tai punoitus	1	2	3	1	3	
15. Jokin muu oire, mikä? _____	1	2	3	1	3	

Kvantitoidut VOC-yhdisteet; esimerkkitaulukko.

Aromaattiset yhdisteet	pitoisuus ug/m3	Karbonyylit	pitoisuus ug/m3
Bentseeni	1.3	Heksanaali	18.3
Tolueneeni	11.7	Bentsaldehydi	em. (<1.2)
Etyyliibentseeni	15.2	6-Metyyli-5-hepten-2-oni	5.6
1,4-Ksyleeni	20.6	Oktanaali	5.3
Styreeni	em. (<1.2)	Nonanaali	14.3
1,2-Ksyleeni	4.7	Karbonyylit yht.	43.5
Propyylibentseeni	0.3		
1,3,5-Trimetyyliibentseeni	0.3	Halogenoidut yhdisteet	
1,2,4,5-Tetrametyyliibentseeni	em. (<0.2)	1,1,1-Trikloorietaani	0.7
Naftaleeni	em. (<0.7)	Trikloorieteeni	0.1
1,3,5-Trietyyliibentseeni	ei tod. (<0.03)	Tetrakloorieteeni	0.8
1-Metyyliinaftaleeni	em. (<0.5)	Klooribentseeni	ei tod. (<0.1)
Bifenyyli	em. (<0.3)	1,1,2,2-Tetrakloorietaani	ei tod. (<0.8)
Aromaattiset yht.	54.1	1,4-Diklooribentseeni	em. (<0.3)
		2,4-Diklooritolueeni	ei tod. (<0.05)
Alkaanit		1,2,4-Triklooribentseeni	3.3
Heptaani	2.0	Halogenoidut yht.	4.9
Oktaani	ei tod. (<1.4)		
Nonaani	ei tod. (<1)	Esterit	
Dekaani	4.6	Butyyliasetaatti	2.3
Undekaani	9.2	TXIB	14.0
Dodekaani	5.4	Esterit yht.	16.3
Tridekaani	3.0		
Tetradekaani	1.8	Muut yhdisteet	
Pentadekaani	1.4	2-Etoksietanoli	ei tod. (<1.9)
Heksadekaani	2.1	Metyylysykloheksaani	em. (<0.3)
Alkaanit yht.	29.4	1-Pentanoli	3.1
		Furfuraali	2.4
Terpeenit		1-Asetoksi-2-etoksietaani	ei tod. (<1.3)
Pineeni	9.9	Propyylysykloheksaani	ei tod. (<0.2)
Delta-3kareeni	2.5	Fenoli	2.2
Limoneeni	16.2	2-Etyyli-1-heksanoli	7.2
Kamferi	0.2	Muut yht.	14.9
Terpeenit yht.	28.7		
YHTEENSA	196.4		

Asuntojen ensimmäiset mikrobimitaukukset; homesukujen prosentuaalinen osuus ilmanäytteissä.

	12.10.	15.10.	26.10.	27.10.	19.10.	20.10.	26.10.	20.10.	13.10.	20.10.	13.10.	13.10.	12.10.	2.11.	6.11.	21.10.	27.10.	14.10.	22.10.	14.10.	7.10.	8.10.	28.10.	8.10.	25.11.	28.10.	2.11.	16.11.	30.11.	26.11.				
	asunto n:o																																	
Homesienisuku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Acremonium					9	8		13						6											19									
Alternaria					6	5				14	10						5		33		18	1			24			35		38	14			
Aspergillus	2		5		5							17	15										16		5									
Aureobasidium	2		5		8			13				6													5									
Botrytis	2																	6							10									
Chrysosporium	2																																	
Cladosporium	46	17	32	27	24	8	32		40	24	38	33	30	35	28	31	19	29	17	12	2	28	37	23	45	13	13		12	14	50			
Doratomyces																					66					9								
Eurotium																								8										
Exophiala																																		
Fusarium																						1												
Mucor									7																									
Paecilomyces																																		
Penicillium	16	52	27	20	27	25	27	50	13	43	31	17	10		33	23	67	12	50	6	9	5	10		14	9	25	9	81	38	14			
Rhizopus																																		
Scopulariopsis				7																														
Tritirachium									7																									
Ulocladium					3															29														
Ustilago																																		
Verticillium																																		
Tunnistamaton	4	4						12																		9								
Mycelia sterilia	29	26	32	47	30	50	32	12	20	24	31	50	60	53	17	31	9	53		53	5	57	32	62	24	27	37	35	6		14	50		
kp/m ³	250	100	97	66	150	53	97	35	66	93	57	53	44	75	80	57	93	75	27	75	390	390	84	57	93	49	35	100	140	35	31	18		
Sädesetenet	0	4	13	0	0	0	13	0	13	120	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	

Asuntojen toiset mikrobimittaukset; homesukujen prosentuaalinen osuus ilmanäytteissä.

	10.11.	16.11.	4.11.	19.11.	17.11.	4.11.	19.11.	5.11.	1.12.	1.11.	10.11.	26.11.	25.11.	5.11.	18.11.	11.11.	9.11.	3.11.	17.11.	12.11.	18.11.	12.11.	9.11.	30.11.	24.11.	1.12.	8.12.	23.11.	16.11.	30.11.	26.11.						
asunto n:o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32					
Homesienisikku				9																																	
Acremonium																																					
Alternaria																																					
Aspergillus		15	9	67	50	8			10			29				25	33	33				50				6					38			14			
Aureobasidium							8																														
Botrytis								50						17																							
Chrysosporium							8	50																													
Cladosporium		31	36	8					30	53	9	43	50	17	25	40	14	3						43	33	33	36	1	12	17	14						
Doratomyces																					25	1															
Eurotium																																					
Exophiala																																					
Fusarium																					25																
Mucor																																					
Paecilomyces																																					
Penicillium	67	100	38	9	17		69	100	50	50	87	14	33	33	33	50	33	20	14	50	96		14	33	33	81	7	94	38	17	57						
Rhizopus											4																										
Scopulariopsis																																					
Tritirachium										8			17					10																			
Ulocladium									10																		20										
Ustilago																																					
Verticillium								8				14																									
Tunnistamaton																																					
Mycelia sterilia	33	15	27	8	50									33		33	30	14				50	14	33	33	67	9	1	17								
kpl/m ³	13	4	57	49	110	9	57	4	9	44	53	100	31	27	27	18	13	44	31	18	460	9	31	13	13	140	62	300	35	27	31						
Sädesienet	4	0	0	13	9	0	0	0	9	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0		

KUVAILEHTI/ PRESENTATIONSBLAD/ DOCUMENTATION PAGE	
Tekijä(t)/Författare/Author(s) <i>Juha Niiranen</i>	
Nimike/Publikation/Title of publication <i>Sisäilman laatu ja asukkaiden oireet nuorissa asunnoissa</i> <i>Kvaliteten på inomhusluften och symptom hos invånarna i unga bostäder</i>	
Julkaisija/Utgivare/Published by <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskus</i> <i>Helsingfors stads miljöcentral</i> <i>City of Helsinki, Environment Centre</i>	Julkaisuaika/Utgivningsår/Publication year <i>1999</i>
Sivumäärä/Sidantal/Pages <i>21</i>	Liitteet/Bilagor/Appendices <i>3</i>
Sarjan nimike/Seriens namn/Series (key title) <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja</i> <i>Helsingfors stads miljöcentralers publikationer</i> <i>Publications by City of Helsinki Environment Centre</i>	Numero/Nummer/No. <i>11/99</i>
ISSN <i>1235-9718</i>	ISBN <i>951-718-380-1</i>
Kieli/Språk/Language Koko teos/Hela verket/The work in full <i>fin</i>	Yhteenvedo/Sammandrag/Summary <i>fin, swe</i>
Taulukot/Tabeller/Tables <i>fin</i>	Kuvatekstit/Bildtexter/Captions <i>fin</i>
Avainsanat/Nyckelord/Keywords <i>nuoret asunnot, sisäilma, ammoniakki, formaldehydi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), home, oireet</i> <i>unga bostäder, inomhusluft, ammoniak, formaldehyd, flyktiga organiska föreningar (VOC), mögel, symptom</i>	
Lisätietoja/Närmare upplysningar/Further information <i>Markku Viinikka, puh./tfn/Tel. +358-9-7312 2756, +358 50 599 4916,</i> <i>e-mail markku.viinikka@ymk.hel.fi</i> <i>Kari Pehkonen, puh./tfn/Tel. +358-9-7312 2776, e-mail kari.pehkonen@ymk.hel.fi</i> <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki</i>	

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1997

4. *Tuominen M-L, Sinervo T, Paavola T.* Elintarvikevärit makeisissa, juomissa ja irtojäätelöissä
5. *Pesonen L (toim.)* Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1996
6. *Pönkä A.* Helsingiläisten päiväkotilasten veren lyijypitoisuus 1983 - 1996
7. *Pönkä A, Kalso S, Lahdenkari M.* Koulun kosteus- ja homevauriot sekä homeille altistuneiden koululaisten sairastuvuus
8. *Pönkä A, Ekman A.* Ensiasennuskorvokorujen nikkelpitoisuus ja eri tutkimusmenetelmien vertailu
9. *Rintala H, Kalso S, Kontsas H, Vartiola T.* Homeisten rakennusmateriaalien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (MVOC) ja homeitiöpäästöjen seuranta laboratorio-oloissa
10. *Kurki-Suonio M.* Herttoniemen öljysatamasta Herttoniemenrannan asuinalueeksi. Maaperän kunnostus 1992 - 1996
11. *Lükonen L, Björk E.* Ympäristömelun häiritsevyys Helsingissä
12. *Pönkä A, Ekman A, Kalso S.* Helsingin sisälahtien kalojen laatututkimuksia

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1998

1. *Pakkala T, Tiainen J, Pitkänen M.* Helsingin lintuatlas. Pesimälinnusto 1996 - 97
2. *Vuori T (toim.)* Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 1998
3. *Mikkola-Roos M, Oesch T.* Viikki-Vanhankaupunginlahti. Ekologinen tila, kunnostus- ja hoitosuunnitelma
4. *Pesonen L (toim.)* Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1997
5. *Pönkä A, Saari S, Hämäläinen M-R, Janatuinen P, Mattila K, Holopainen M.* Kaupunkilaisten näkemys ympäristöterveydenhuollon merkityksestä ja järjestämisestä Helsingissä
6. *Ruth O.* Mätäjoki - nimeään parempi. Kaupunkipuron virtaama, aineskuljetus ja veden laatu sekä valuma-alueen virkistyskäyttö
7. *Ketola T.* Veden laatu ja ainekuljetus Mellunkylänpurossa, Itä-Helsingissä
8. *Levonen L, Kurtto A, Seimola T.* Helsingiläisten Harakka
9. *Partanen T, Ahonen S, Aminoff I, Haglund B, Jämsen P, Siltanen I, Weber T, Pönkä A.* Päiväkotikiikarien lasten ravinnonsaanti päiväkodissa ja kotona
10. *Pyö V, Lyly O.* PCB elementtitalojen saumausmassoissa ja pihojen maaperässä
11. *Viljanen M, Kettunen A-V, Makkonen M, Kangas R, Järnefelt P.* Rakennerratkaisut ja sisäilman laatu. 1990-luvun asuinkerrostalotutkimus
12. *Pellikka K, Viljamaa H.* Eläinplankton Helsingin merialueella 1969 - 1996
13. *Pönkä A, Pitkälä A, Aminoff I, Kalso S.* Jauhelihan laatu helsinkiläisissä vähittäismyymälöissä
14. *Kuhmonen A, Aminoff I, Pitkälä A, Raussi V, Niiranen M.* Silakkajalosteet Helsingin Silakkamarkkinoilla 1986 - 1997
15. *Pyrylä R.* Saastuneen maa-alueen kunnostuskustannukset
16. *Koskimies P.* Östersundomin lintuvesien linnusto ja suojelu
17. *Koskimies P.* Östersundomin lintuvesien käyttö- ja hoitosuunnitelma

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1999

1. *Pönkä A, Pitkälä A, Kalso S, Niiranen M.* Savusilakan ja savusiian mikrobiologinen ja aistinvarainen laatu Helsingissä vuosina 1995 - 1998
2. *Lyly O.* Sisäilman VOC-arvot. Ehdotus sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden viitearvoiksi
3. *Korpinen P, Silfverberg K.* The State of the Environment in Helsinki. Summary Report
4. *Haapanen E.* Menneisyyden Helsingin eläimet. Pääkaupungin nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet arkistolähteissä vuosina 1850 - 1980
5. *Lehtimäki M.* Internet osallistumisen välineenä. Helsingin paikallisagenda 21-prosessin Internet-osallistumisen analyysi
6. *Jalonen P (toim.)* Helsingin kaupungin ympäristöohjelma 1999 - 2002
7. *Jalonen P (red.)* Helsingfors stads miljöprogram 1999 - 2002
8. *Pietilä H.* Helsingin eläinatlasi. Nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet
9. *Piilo T.* Pohjaveden pilaantumiseriskit Helsingissä. Vuosaaren, Kallahden, Tattariharjun ja Vartiokylänlahden pohjavesialueet
10. *Ranta E-L.* Helsingin viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuudet
11. *Niiranen J.* Sisäilman laatu ja asukkaiden oireet nuorissa asunnoissa

Julkaisujen tilaus: Helsingin kaupungin ympäristökeskus, neuvonta
Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki, puh. 7312 2730, fax 7312 2235, sähköposti ymk@ymk.hel.fi
