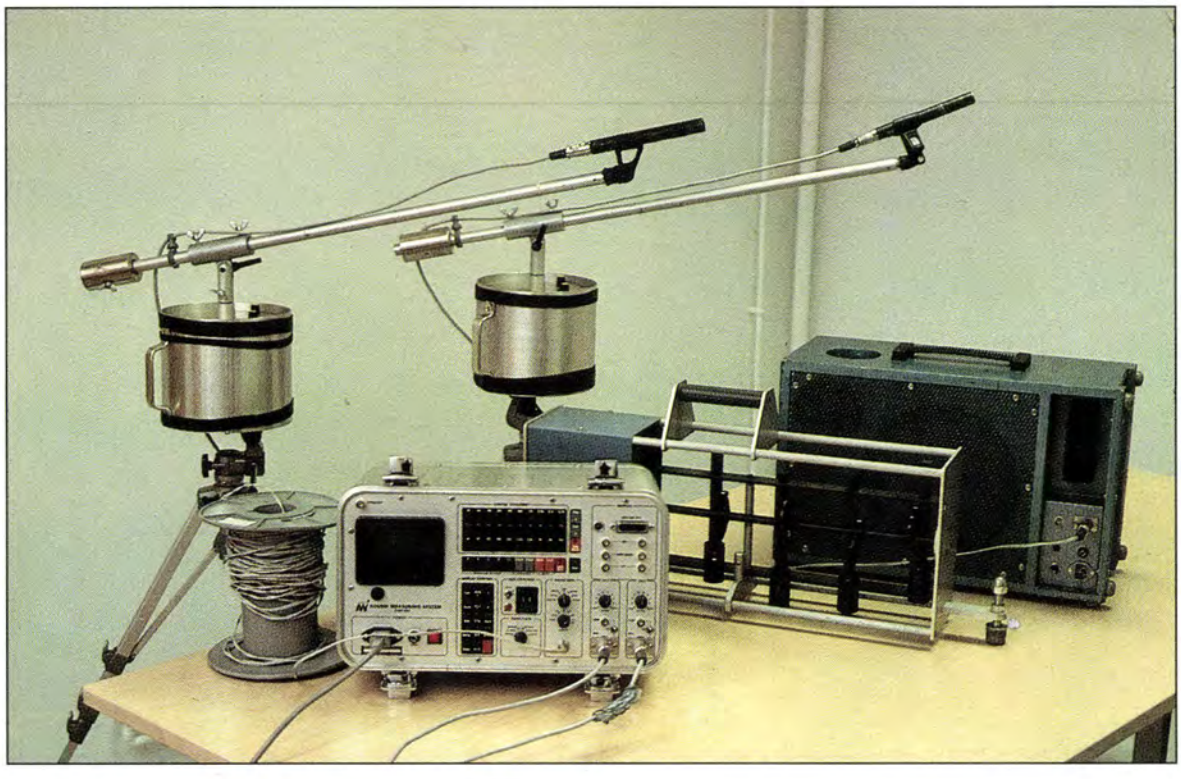
Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen julkaisuja
8/94

Ääneneristävyys helsinkiläisissä kerrostaloissa



Kannen kuva: ympäristökeskuksen kuva-arkisto
Tämä julkaisu on painettu sataprosenttiselle uusiopaperille

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 8/94

Jussi Rintala, Tuomo Leskelä, Pasi Niemi, Monica Gorbatow ja Pertti Forss

Ääneneristävyys helsinkiläisissä kerrostaloissa

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 1994

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO..... 1

SAMMANDRAG..... 3

JOHDANTO..... 5

ÄÄNI FYSIKAALISENA ILMIÖNÄ..... 5

ILMAÄÄNENERISTÄVYYS..... 7

ASKELÄÄNENERISTÄVYYS..... 8

MITTAUSLAITTEISTON KUVAUS..... 9

MITTAUSMENETELMÄT..... 10

ÄÄNENERISTÄVYYTTÄ KOSKEVIA MÄÄRÄYKSIÄ..... 12

ÄÄNENERISTÄVYYSMITTAUKSET..... 12

ILMAÄÄNENERISTÄVYYS VAAKASUUNNASSA..... 13

ILMAÄÄNENERISTÄVYYS PYSTYSUUNNASSA..... 14

ASKELÄÄNENERISTÄVYYS..... 16

VALITUKSET..... 18

TULOSTEN TARKASTELU..... 20

KIRJALLISUUS

KUVAILULEHTI

YHTEENVETO

Helsingin kaupungin terveysviraston valvontaosasto, nykyinen ympäristökeskus, aloitti kerrostalojen ääneneristysmittaukset vuonna 1987. Mittauksia on tehty sekä uudisrakennuksissa että käytössä olevissa rakennuksissa. Uudisrakennusten mittaukset on tehty yhteistyössä Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston ja asuntotuotantotoimiston kanssa. Käytössä olevissa rakennuksissa mittaukset on tehty asukkaiden valitusten perusteella.

Mittaukset on tehty Nortronic 823-2 laitteistolla. Mittauksissa noudatettiin kansainvälisten ISO 140/4-78 ja ISO 140/7-78 standardien antamia ohjeita. Ilmaääneneristävyyden laskemiseen ja esittämiseen on käytetty ISO 717/1-82 standardissa esitettyä lasku- ja esitystapaa ja askeläänitason laskemiseen ja esittämiseen standardin ISO 717/2-82 lasku- ja esitystapaa.

Mittausten alkaessa tutkittiin ilma- ja askeläänеneristävyys 12 kerrostalossa yhteensä 27 huoneistossa, joissa mitattiin 61 rakenteen ääneneristävyys. Asukkaiden valituksista johtuvia ääneneristävyysmittauksia on tehty 97 kpl. Ilmaääneneristys vaakasuunnassa mitattiin tutkimuksessa 15 asuinhuoneistossa. Mitatut ilmaääneneristysluvut vaihtelivat R'_w 54 - 60 dB, keskiarvo 56,2. Kaikki mitatut ilmaääneneristävyydet vaakasuunnassa täyttivät Suoman rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) määräykset. Asunnoissa, joista asukkaat ovat valittaneet, on mitattu vaakasuunnassa ilmaääneneristävyys 11 huoneistossa. Kolme asuntoa sijaitsi vanhoissa kerrostaloissa, joita voimassa olevat määräykset eivät koske. Kaikissa näissä mitatut ilmaääneneristävyysluvut jäivät alle pienimmän sallitun ilmaääneneristysluvun R'_w arvon 52 dB. Loput asunnot olivat uusia ja niistä yhdessä todettiin betonielementtien välissä ilmarako ja eristävyydeksi ainoastaan 39 dB. Muissa uusissa asunnoissa eristävyydet olivat määräysten mukaiset.

Ilmaääneneristävyys pystysuunnassa mitattiin tutkimuksessa asuinhuoneistojen välillä 14 huoneistossa. Mitatut ääneneristävyydet vaihtelivat R'_w 52 - 58 dB, keskiarvo 56,2. Yhdessä huoneistossa ilmaääneneristävyys pystysuunnassa ei täyttänyt Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) vaatimusta 53 dB. Pystysuunnassa ilmaääneneristys mitattiin myös asuinhuoneiston ja kerhohuoneen, liikehuoneiston ja pesulan välillä. Asuinhuoneiston ja kerhohuoneen välillä mitattu ääneneristysluku oli 52 dB, kun vaatimus on pienimmästä sallitusta ilmaääneneristysluvusta on 53 dB. Liikehuoneiston ja pesulan ja asuinhuoneiston välillä mitatut eristävyydet olivat vaatimusten mukaiset. Asunnoissa, joista asukkaat ovat valittaneet, on mitattu pystysuunnassa ilmaääneneristävyys 30 huoneistossa. Kaksi mittauksista on tehty vanhoissa kerrostaloissa. Kummassakaan kohteessa ei täyttynyt nykyisin voimassa oleva vaatimus. Uusissa asunnoissa mitatuista pystysuuntaisista ilmaääneneristävyyksistä vain 54 % täytti voimassa olevan vaatimuksen.

Askeläääneneristävyys mitattiin tutkimuksessa asuinhuoneesta toiseen 24 asunnossa. Mitatut askeläänitasoluvat vaihtelivat 55 - 65 dB. Keskiarvo oli 59,3. Huoneistoista 19 oli uusia, joita koskee Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) vaatimus suurimmasta sallitusta askeläänitasoluvusta 58 dB. Vain 10 asunnossa askeläääneneristävyys täytti vaatimuksen. Huoneistoon kuulumattomista tiloista askeläääneneristävyys mitattiin asuinhuoneistoon pesulasta, ulkoiluvälinevarastosta ja kerhohuoneesta. Vain kerhohuoneesta asuinhuoneeseen eristävyys oli riittävä. Valitusasunnoissa askeläääneneristävyys on mitattu 56 huoneistossa. Mitatut askeläänitasoluvut vaihtelivat 45 - 67 dB. Keskiarvo oli 58,7. Vaatimuksen täyttäviä oli 52 % mitatuista askeläääneneristävyyksistä. Vastaava suhde esiselvityksessä oli 53 %. Tulos osoittaa askeläääneneristävyyden olevan huono koko asuntokannassa.

SAMMANDRAG

Helsingfors stads hälsovårdsverks övervakningsavdelning, nuvarande miljöcentralen, satte år 1987 igång med att mäta ljudisoleringen i flervåningshus. Mätningar har utförts såväl i nybyggda hus som i äldre hus. I mätningarna i nybyggda hus har även Helsingfors stads byggnadstillsynsverk och bostadsproduktionsbyrå deltagit. Mätningarna i gamla hus har gjorts på basis av invånarnas klagomål.

Mätningarna har utförts med Nortronic 823-2-instrument med iakttagande av anvisningarna i de internationella standarderna ISO 140/4-78 och ISO 140/7-78. För utvärdering av luftljudsisoleringsmätningarna användes metoden i standard ISO 717/1-82 och för utvärdering av stegljudsisoleringsmätningarna metoden i standard ISO 717/2-82.

Då mätningarna inleddes undersöktes luft- och stegljudsisoleringen i sammanlagt 27 lägenheter i 12 flervåningshus. I dessa lägenheter mättes ljudisoleringen hos 61 konstruktioner. Klagomål från invånarna har lett till 97 ljudisoleringsmätningar.

Luftljudsisoleringen i horisontell riktning mättes i 15 lägenheter. De uppmätta värdena varierade mellan R_w 54 och 60 dB. Medelvärdet låg på 56,2. Alla horisontella luftljudsisoleringar uppfyllde bestämmelserna i Finlands byggbestämmelsesamling C1 (1985). Klagomål från invånarna ledde till att mätningar av luftljudsisoleringen i horisontell riktning utfördes i 11 bostäder. Tre bostäder fanns i gamla flervåningshus, som inte berörs av de gällande bestämmelserna. För samtligas del noterades luftljudsisoleringsvärden som låg under det lägsta tillåtna R_w-värdet 52 dB. De övriga bostäderna var nya. I en av dem fanns springor mellan betongele-

menten och isoleringen var endast 39 dB. I resten av bostäderna uppfylldes kraven på ljudisolering.

Luftljudsisoleringen i vertikal riktning bostäder emellan mättes i 14 lägenheter. De uppmätta värdena varierade mellan R_w 52 och 58 dB, vilket gav 56,2 som medelvärde. I en lägenhet uppfylldes inte det krav på 53 dB som anges i Finlands byggbestämmelsesamling CI (1985). Den vertikala luftljudsisoleringen mättes också mellan en bostadslägenhet och en klubblokal, en affärslokal och ett tvätteri. Ljudisoleringen mellan bostadslägenheten och klubblokalen var 52 dB, då kravet är lägst 53 dB. Ljudisoleringen mellan affärslokalen och tvätteriet och bostadslägenheten uppfyllde kraven. I 30 lägenheter vilkas invånare hade framfört klagomål utfördes luftljudsisoleringsmätningar i vertikal riktning. Två mätningar utfördes i gamla flervåningshus. I ingetdera fallet uppfylldes dagens krav. Endast 54 % av mätningarna av den vertikala luftljudsisoleringen i nya hus gav godkänt resultat.

Stegljudsnivån mellan två intill varandra liggande bostäder mättes i 24 bostäder. De uppmätta nivåerna låg mellan 55 och 65 dB, vilket ger ett medelvärde på 59,3. Av bostäderna var 19 nya. För dem gäller följaktligen det krav på högsta tillåtna stegljudsnivå som anges i Finlands byggbestämmelsesamling C1 (1985), dvs. 58 dB. I endast 10 bostäder uppfylldes detta krav. Från utrymmen utanför bostaden mättes stegljudsisoleringen mot bostaden från ett tvätteri, ett idrottsredskapsförråd och en klubblokal. Endast mellan klubblokalen och bostaden var isoleringen tillräcklig. Mätningar har också utförts i 56 bostäder där invånarna klagat. De nivåer som uppmättes låg på skalan 45 - 67 dB. Medelvärdet var 58,7 dB. Stegljudsisoleringen uppfyllde kraven i 52 % av fallen. Motsvarande siffra i den preliminära undersökningen var 53 %. Resultatet ger vid handen att stegljudsisoleringen är dålig i hela bostadsbeståndet.

JOHDANTO

Melu on terveyttä rasittava ja viihtyisyyttä haittaava tekijä, jolle suurin osa ihmisistä on alttiina päivittäin. Ihmiset ovat alttiina melulle työpaikallaan, liikenteessä, vapaa-aikanaan ja kotonaan. Asuntojen ääneneristävyyden vaikutus terveyteen ja viihtyvyyteen on huomattava. Asianmukainen ääneneristys antaa jokaiselle mahdollisuuden päättää eri toimintojen suorittamisen ja laitteiden käytön ajankohdasta. Asuntojen sisäisinä melulähteinä toimivat kotitalouksissa käytettävät kojeet, joiden melutasot vaihtelevat 30 - 80 dBA /1/. Kotitalouksissa käytettävien kojeiden aiheuttamaa melua häiritsevämmäksi ja asumisviihtyvyyttä enemmän alentavaksi koetaan asuntoon rakennuksen muista osista tai ulkopuolelta kantautuva melu. Eniten häiriötä aiheuttavat LVI-laitteiden melu, porraskäytävämelu, askeläänet sekä asunnosta toiseen kantautuva asukkaiden aiheuttama melu /2/.

Helsingin kaupungin terveysviraston valvontaosasto, nykyinen ympäristökeskus, aloitti ilma- ja askeläänеneristävyysmittaukset kerrostaloasunnoissa vuonna 1987. Aluksi tutkittiin minkälainen ääneneristys on uusissa ja vanhoissa kerrostaloissa. Nämä mittaukset tehtiin yhteistyössä Helsingin kaupungin rakennusvalvontaviraston ja asuntotuotantotoimiston kanssa. Rakennusvalvontavirasto ja asuntotuotantotoimisto valitsivat mittauskohteet viimeksi mainitun rakennushankkeista. Kohteina oli 12 asuinkerrostaloa, joista tutkittiin 27 eri huoneistoa. Samanaikaisesti ja sen jälkeen ympäristökeskus on mitannut ilmaäänen- ja askeläänеneristävyyksiä asukkaiden tekemien valitusten perusteella.

ÄÄNI FYSIKAALISENA ILMIÖNÄ

Ääni on kuuloaistin välittämä aistimus ilmanpaineen vaihtelusta. Ääni määritellään kimmoisessa väliaineessa eteneväksi mekaaniseksi värähtelyk-

si. Ääni etenee väliaineissa aaltoliikkeenä, joka syntyy väliaineen molekyylien värähtelystä sijaintipaikkansa molemmin puolin. Värähtelevät molekyylit muodostavat väliaineeseen vuoroittaisia tihentymiä ja harventumia, jotka etenevät ja kuljettavat energiaa kullekin aineelle ominaisella nopeudella. Värähdysliike etenee joko pitkittäisaaltoina tai poikittaisaaltoina. Kaasuissa ja nesteissä ääni etenee pitkittäisenä aaltoliikkeenä ja kiinteissä aineissa se voi edetä pitkittäisenä tai poikittaisena aaltoliikkeenä /3,4/.

Kahden peräkkäisen tiheytymän välistä etäisyyttä kutsutaan aallonpituudeksi. Matalien äänien aallonpituudet ovat pitkiä ja korkeiden äänien aallonpituudet ovat lyhyitä. Äänentaajuus ilmoittaa värähtelyiden lukumäärän sekunnissa ja yksikkönä on Hertzi (Hz). Ihminen kuulee ääniä, joiden taajuus on noin 16 - 16 000 Hz. Matalien äänten taajuus on pieni ja korkeiden äänten taajuus suuri. Ääniaalto aiheuttaa hetkellisen paine-eron staattiseen ilmapaineeseen verrattuna ja tätä erotusta kutsutaan äänenpaineeksi. Äänenpaine saa aikaan korvan tärykalvon värähtelemisen aiheuttaen kuuloaistimuksen /3,4/.

Äänilähteen toimiessa siitä siirtyy ääniaallon mukana energiaa ympäristöön. Äänilähteen ominaisuuksia kuvaava suure on sen akustinen säteilyteho eli ääniteho. Äänitehon yksikkö on watti. Äänenintensiteetti ilmaisee sen äänitehon, joka osuu jollekin pinnalle pintayksikköä kohti. Äänenintensiteetti on apusuure pyrittäessä arvioimaan äänenvaimentamista eri tilanteissa. Tilaa, jossa ääni-ilmiö tapahtuu, kutsutaan äänikentäksi. Äänikenttä on avoin, jos äänen etenemistiellä ei ole esteitä. Diffuusi äänikenttä syntyy suljetussa tilassa, jossa seinät heijastavat ääntä ja ääniaallot risteilevät satunnaisesti eri suunnista. Diffuusin äänikentän energian kuvaamiseen käytetään intensiteetin asemasta energiatiheyttä, joka on varastoitunut äänienergia tilavuusyksikköä kohden /3,4/.

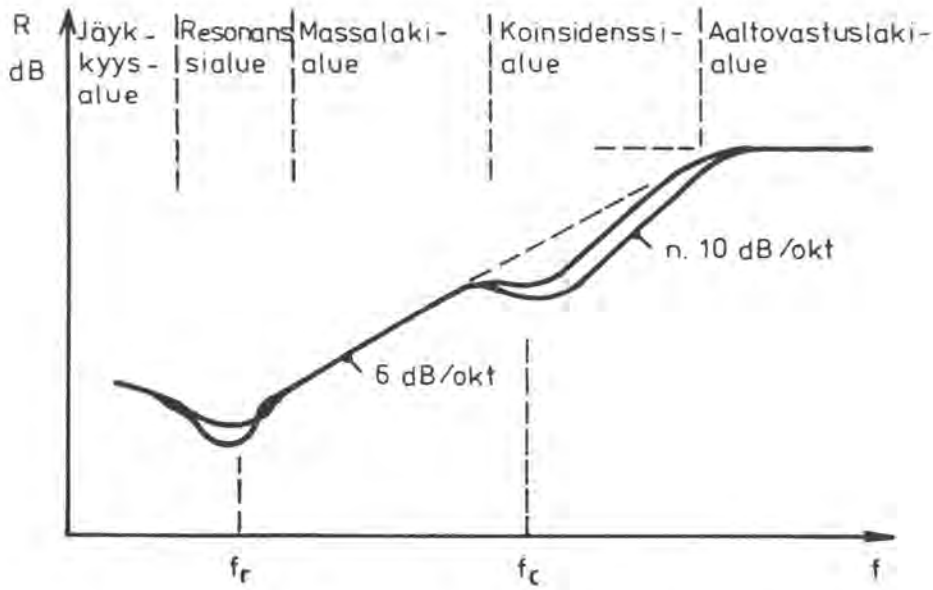
Äänenpaineen, -intensiteetin ja äänitehon suuruus ilmoitetaan logaritmisella desibeliyksiköllä (dB). Yksi desibeli vastaa suurin piirtein ihmiskorvan tasovaihteluiden erotuskykyä. Äänentason 10 dB:n lisäys vastaa suunnilleen äänenvoimakkuusaistimuksen kaksinkertaistumista. Logaritmisen desibeliasteikon vuoksi kertolaskut muuttuvat yhteenlaskuiksi. Esimerkiksi eri syistä

johtuvat vaimennukset voidaan käytännössä laskea dB-lukuina yhteen kokonaisvaimennuksen saamiseksi /3,4/.

ILMAÄÄNENERISTÄVYYS

Ääneneristyksellä pyritään vaikeuttamaan äänienergian siirtymistä paikasta toiseen. Asuntojen kohdalla ääneneristyksellä vähennetään ulkoa tulevan melun tunkeutumista asuntoon ja huoneesta toiseen tai asunnosta toiseen siirtyvää ääntä. Rakenteen ääneneristys on siihen kohdistuvan äänitehon ja sen läpäisseen äänitehon suhde desibeleissä. Ääneneristävyys määritellään $R = 10 \lg W_1 / W_2$ dB. R on rakenteen eristävyys desibeleinä, W_1 rakenteeseen osunut ja W_2 rakenteen läpäissyt ääniteho /3,4/.

Tärkein yksinkertaisen seinän ääneneristykseen vaikuttava tekijä on sen massa. Seinän ääneneristykseen vaikuttaa myös muita tekijöitä. Pienillä taajuuksilla seinän eristävyyden määrää sen jäykkyys. Taajuuden kasvaessa tullaan resonanssialueelle, jolla eristävyys on heikompi. Suurilla seinäpinnoilla resonanssialue sattuu tärkeimmän äänialueen alapuolelle. Resonanssialueen yläpuolella on alue, jolla yksinkertainen massalaki pitää paikkansa.



Kuva 1. Yksinkertaisen seinän eristävyys taajuuden funktiona /3/.

Massalaki määrää useimmissa tapauksissa pääsääntöisesti seinän ääneneristävyyden /3,4/.

Kun ääniaalto kohtaa seinän vinosti, herättää se seinässä taivutusaallon. Seinässä esiintyvän taivutusaallon etenemisnopeus on verrannollinen taajuuden neliöjuureen. Näinollen on olemassa taajuus, ns. koinsidenssitaajuus, jonka yläpuolella taivutusaallon etenemisnopeus on suurempi kuin äänen etenemisnopeus ilmassa, jolloin tietyssä kulmassa seinään osuva ääniaalto vahvistaa tehokkaasti seinälevyssä etenevää taivutusaaltoa ja eristävyys heikkenee olennaisesti massalain muuten määräämästä eristävyydestä. Koinsidenssialue sijoittuu usein melun kannalta merkittävälle taajuusalueelle /3,4/.

Eristävyyden ylärajan asettaa aaltovastuslaki, jonka mukaan värähtelyenergian siirtyminen aineesta toiseen riippuu materiaalien aaltovastuksien erilaisuudesta. Aaltovastuslaki ilmoittaa saavutettavan maksimieristyksen /3,4/.

Seinän ilmatiiviys on edellytys hyvän eristävyyden saavuttamiselle. Raot ja reiät heikentävät tuntuvasti eristävyyttä.

Kun väliseinän ilmaääneneristys on hyvä, vaikuttaa sivuavien rakenteiden kautta tapahtuva äänen siirtyminen olennaisesti lopputulokseen. Eri materiaalien ja rakenteiden liitosratkaisuilla on huomattava merkitys sivutiesiirtymän kautta kulkevan äänienergian määrään /3,4/.

ASKELÄÄNENERISTÄVYYS

Askeläänet ja huonekalujen siirtelystä aiheutuvat äänet ovat tavallisia runkoääniä rakennuksessa. Muita rakennuksessa esiintyviä runkoääniä aiheuttavat erilaiset koneet, vesijohdot, ovien pauke jne. Askelääneneristävyyteen vaikuttaa osaltaan samat rakenteelliset ominaisuudet kuin ilmaääneneristävyyteenkin. Tärkeimmät näistä ovat rakenteen massa, levyresonanssit, koinsidenssi-ilmiö, lattiapäällyste, lattian rakenneperiaate, kattoverhoukset ja sivutiesiirtymät. Askelääneneristävyyteen massan lisääminen ohuilla levyillä vaikuttaa jopa tehokkaammin kuin ilmaääneneristävyyteen. Massan kaksinkertaistaminen parantaa eristävyyttä 10 - 12 dB.

Massan perusteella saatavaa eristävyyttä huonontaa resonanssi- ja koinsidenssi-ilmiöt /3,4/.

Kelluva lattia on tehokas keino askeläänten eristämiseen. Kantavan välipohjan päälle asetetaan joustava kerros ja sen päälle asetetaan toinen betonilaatta irti seinistä. Tällöin syntyy jousi-massamuodostelma. Jos rakenne toteutetaan huolellisesti päästään myös erinomaisiin eristystuloksiin. Rakenne on kuitenkin herkkä työvirheille. Erilaiset äänisillat, joiden kautta kelluva rakenne on yhteydessä rakennusrunkoon, saattavat kokonaan tai osittain tärvellä rakenteen vaikutuksen. Kelluvan rakenteen etuna on se, että sen yhteydessä voidaan käyttää kovaa lattiapintaa /3,4/.

Pehmeät päällysteet vaimentavat lattiaan kohdistuvia iskuja. Huopa-, korkki- tai vaahtomuovipohjaisilla muovimatoilla ja linoleumeilla päästään yleensä tulokseen, joka täyttää ääneneristysvaatimukset kerrostaloissa. Tekstiilimatoilla joko nukka- tai huopamattoina saadaan hyviä eristyksiä, mutta ne eivät sovellu kaikkiin tiloihin /3/.

MITTAUSLAITTEISTON KUVAUS

Mittauslaitteisto Nortronic 823-2 varustettuna ääneneristyksien mittaamiseen tarkoitetuilla lisäkorteilla oli hankintavuonna 1986 erittäin edistyksellinen ja on edelleen yksi parhaimmista tähän tarkoitukseen käytettävistä laitteistoista Suomessa. Luettelo ääneneristysmittauslaitteistosta on liitteessä 1.

Mittauslaitteiston kaksikanavaisuus mahdollistaa ilmaääneneristysmittauksessa lähetyshuoneen ja vastaanottohuoneen äänitasojen täsmälleen yhtäaikaisen mittaamisen.

Laitteistossa on mm. standardien ISO 717/1 ja 2 mukaiset laskentaohjelmat ilmaääneneristysluvun ja askeläänitason nopeaan laskemiseen /5,6/. Tämä toiminto nopeuttaa määritystä ja mahdollistaa arvojen (R'_W ja $L'_{n,W}$) laskemisen kunkin mittausjakson jälkeen. Arvon muuttumisen seuranta lisää mittauksen luotettavuutta, koska mittausjaksoja voi tarvittaessa suuren vaihte-

lun vuoksi lisätä tai jakson/taajuuden voi uusia, mikäli on epäily taustamelun vaikutuksesta.

Laitteistoon kuuluu lisäksi kaksi puomin päässä pyörivää mikrofonia. Mikrofonin jatkuva liikkuminen mittaushetkellä parantaa äänenpainetasonäytteen keskimääräistämistä. Mikäli pyörittävää mikrofonipuomia ei olisi käytettävissä, tulisi mikrofonin sijoituspisteitä olla useita saman luotettavuuden saavuttamiseksi. Kaiutinta ohjataan mittauslaitteistoon sisään rakennetulla äänigeneraattorilla, josta voi syöttää mitattavan taajuuden alueelle sijoittuvaa kohinaa.

Jälkikaiunta-aikojen mittaaminen tapahtuu automaattisesti käyttäen äänen tuottamiseen omaa generaattoria ja kaiutinta.

Mittaustulosten tallentamiseen laitteistossa on kapasiteettia yhdeksän eri mittauskohteen tuloksille, jotka säilyvät muistissa virran katkaisemisesta huolimatta.

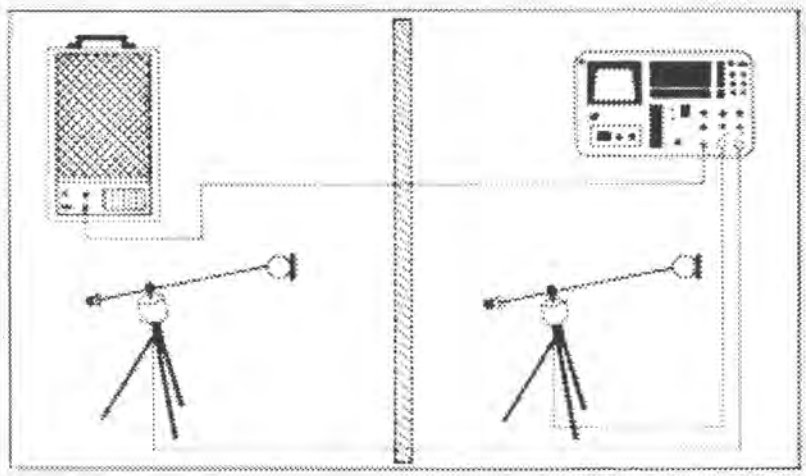
MITTAUSMENETELMÄT

Ilma- ja askeläänieneristysten määrittämisohjeet on annettu kansainvälisissä ISO-standardeissa. ISO 140/4-78 standardissa on ohjeet ilmaäänieristävyyden mittaamiseksi tersseittäin taajuusalueella 100-3150 Hz (16 taajuutta) /7/. Näistä saaduista tuloksista lasketaan ilmaäänieristysluku (R'_w) ISO 717/1-82 standardin mukaan. Vastaavasti askeläänieristyksen mittaamiseksi on standardi ISO 140/7-78 ja askeläänitason ($L'_{n,w}$) laskemiseksi standardi ISO 717/2-82 /8/.

Tässä tutkimuksessa ja myöhemmin tehdyissä, valitusten perusteella tehdyissä mittauksissa on noudatettu edellä mainittuja standardeja.

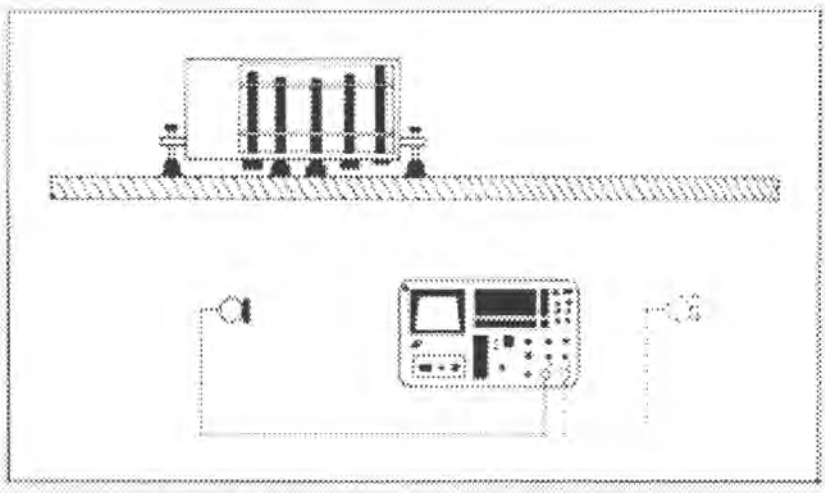
Ilmaäänieristysmittauksen pääperiaate on määrittää äänenpainetaso eri taajuuksilla mitattavan rakenteen molemmilla puolilla, kun toiselle puolelle synnytetään riittävän suuri kohinaääni. Vastaanottohuoneesta määritetään myös jälkikaiunta-aika, joka tarvitaan ilmaäänieristysindeksin laskemisek-

si. Jälkikaiunta-ajan määrityksellä eliminoidaan vastaanottohuoneen kalustuksen vaikutus huoneessa vallitsevaan äänitasoon. Tulokseen ei siten vaikuta huoneen kalustus tai kalustamattomuus.



Kuva 2. *Ilmaääneneristysmittauksen järjestely.*

Askeläänitason määrittäminen tapahtuu asettamalla mitattavalle rakenteelle standardin määrittelemä askeläänikoje, joka nostaa määrätyn painoisia vasaroiksi kutsuttuja kappaleita tietylle korkeudelle ja pudottaa niitä vapaasti mitattavalle rakenteelle. Askeläänikojeen aiheuttamat äänenpaine tasot



Kuva 3. ***Askeläänineristysmittauksen järjestely.***

mitataan vastaanottohuoneessa ja painotetaan jälkikaiunta-ajasta saatavilla arvoilla. Askeläänikoje ei simuloi millään tavoin kävelyn aiheuttamaa äänitasoa, vaan on tätä huomattavasti voimakkaampi.

Mittausten luotettavuuden tarkistamiseksi ympäristökeskus kutsui pääkaupunkiseudulla ääneneristysmittauksia tekevät yritykset ja VTT:n mittaamaan samojen rakenteiden ilma- ja askeläänieristävyydet. Mitatut ilmaääneneristävyydet poikkeavat keskiarvosta vain ± 1 dB viiden eri mittaajan välillä. Askeläänieristysmittauksissa mitatun lattian pintalämpötila vaihteli eri mittauksissa, mutta ääneneristys parani täysin odotetusti lattian pintalämpötilan kohotessa. Kaksi mittaajaa mittasi kuitenkin samana päivänä, jolloin myös lattian pintalämpötila oli sama. Äänitasokäyrät olivat miltei täysin yhteneväiset. Tulokset osoittivat mittausten luotettavuuden ja toistettavuuden olevan hyviä.

ÄÄNENERISTÄVYYKSIÄ KOSKEVIA MÄÄRÄYKSIÄ

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1 on Suomessa voimassa olevat ääneneristyksiä koskevat määräykset ja ohjeet osassa C5. Määräykset ovat vuodelta 1985, mutta vastaavan tasoiset ääneneristysvaatimukset ovat olleet voimassa vuodesta 1976 (I_a ja I_i). Sitä ennen on ollut olemassa RIL:n ohjearvot ja ohjeet ääneneristyksen toteuttamisesta /9,10,11/.

Voimassa olevat määräykset perustuvat ISO standardien mukaisesti tehtyihin mittauksiin ja laskentatapoihin. Lisäksi Suomessa on voimassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C5 esitetty lisäehto ilmaääneneristys- ja askeläänitasoluvun määrittämisestä, joka heikentää lukua, mikäli jollain taajuusalueella on tiettyjen ehtojen mukaan erityisen heikko eristys /10/. Liitteessä 2 on Suomen rakentamismääräyskokoelman asuinkerrostaloja koskevat ilmaäänen- ja askeläänieristävyysvaatimukset.

ÄÄNENERISTÄVYYSMITTAUKSET

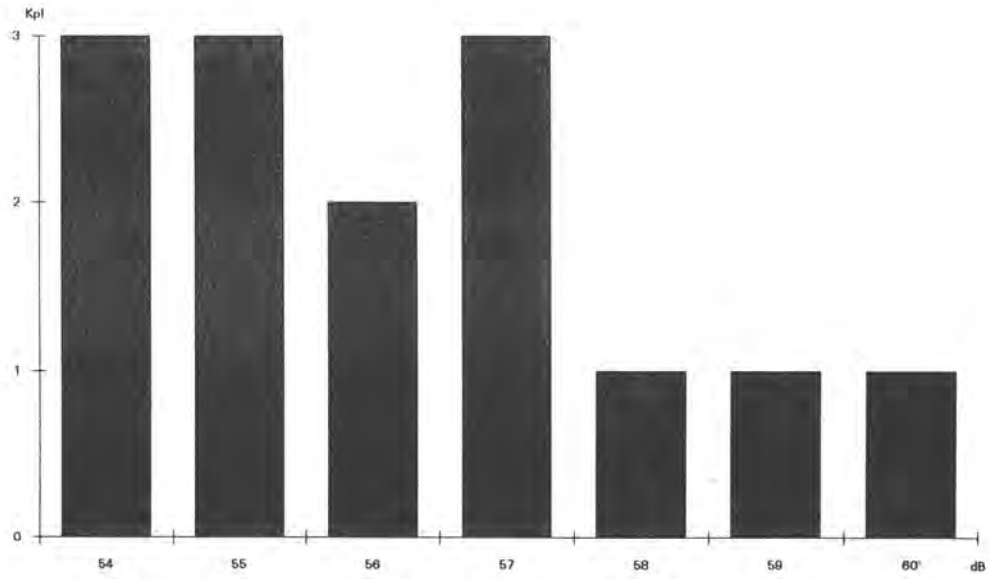
Tutkimuksessa mitattiin ilma- ja askeläänieristävyys 12 kerrostalossa yhteensä 27 huoneistossa. Mittauskohteissa mitattiin 61 eri rakenteen ääneneristävyys. Kerrostaloista kaksi oli vanhoja rakennuksia, joita Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) määräykset eivät koske. Näitä määräyksiä sovelletaan kuitenkin vanhempiinkin rakennuksiin silloin kun niissä tehdään muutoksia. Neljä vastavalmistuneista mittauskohteista oli

asuttuja ja kalustettuja, kuten myös vanhoissa kerrostaloissa olevat huoneistot. Loput huoneistot olivat uusia kalustamattomia. Ilmaääneneristävyys mitattiin 19 huoneistossa. Vaaka-suunnassa ilmaääneneristävyys mitattiin 15 huoneistossa ja pystysuunnassa 14 huoneistossa. Asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumattoman huolto-, palvelu- tai varastotilan välillä mitattiin ilmaääneneristävyys pystysuunnassa kolmessa huoneistossa ja yhdessä asuinhuoneiston ja liikehuoneiston välillä.

Askeläääneneristävyysmittaus tehtiin 26 huoneistossa. Lattian askeläänen-eristävyys mitattiin 23 asuinhuoneessa yläkerrasta alakertaan. Yhdessä tapauksessa askeläääneneristävyys mitattiin siten, että huoneet eivät olleet päällekkäisiä. Huoneistoon kuulumattomasta huolto-, palvelu- tai varastotilasta asuinhuoneeseen mitattiin askeläääneneristävyys kolmessa kohteessa. Yhdessä tapauksessa mitattiin viereisen huoneiston seinään kiinnitettyjen puuportaiden askeläääneneristävyys.

ILMAÄÄNENERISTÄVYYS VAAKASUUNNASSA

Mittauksia ilmaääneneristävyydestä vaakasuunnassa tehtiin 15 asuinhuoneistossa, jotka kaikki olivat uusia huoneistoja. Mitatut ilmaääneneristä-



Kuva 4. Ilmaääneneristävyys. ***Pienin sallittu R'_w-arvo vaakasuunnassa on 52 dB.***

vyysluvut vaihtelivat R'_w 54 - 60 dB, keskiarvo 56,2. Yhdessä huoneistossa ilmaääneneristävyys oli R'_w 79 dB, mutta tässä tapauksessa huoneistojen välisen seinän pinta-ala oli vain 3,25 m^2 (ei ole mukana ym keskiarvossa). Pienin sallittu ilmaääneneristävyys on vaakasuunnassa R'_w 52 dB, joten kaikki mitatut ilmaääneneristävyydet vaakasuunnassa täyttivät Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) määräykset. Kuva 4.

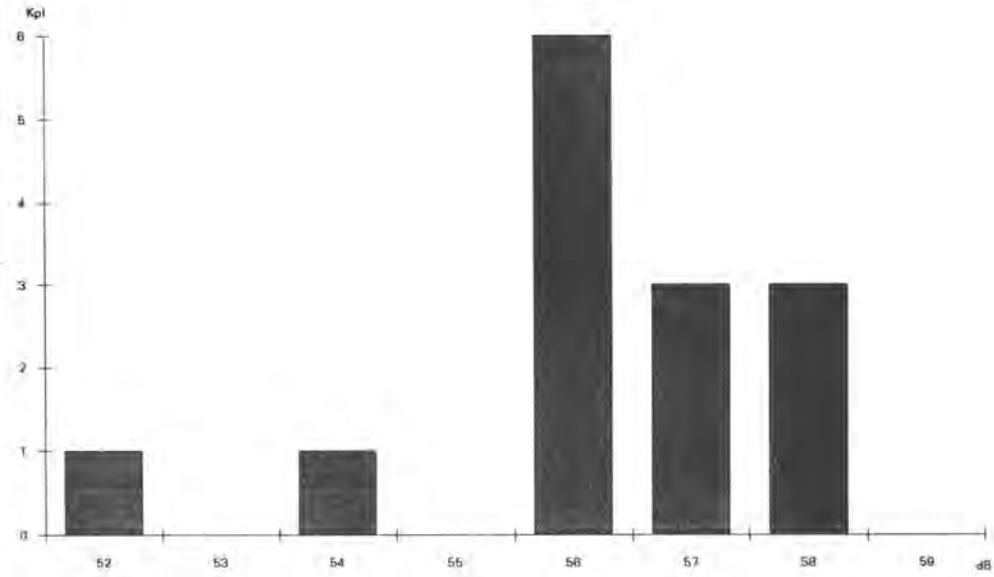
Asuinhuoneistojen väliset seinät olivat kaikissa kohteissa teräsbetonielementtiseiniä ja yhdeksässä kohteessa seinän paksuus oli 180 mm ja viidessä 160 mm. Mitatut ilmaääneneristävyydet vaihtelivat vastaavasti 56 - 60 dB, keskiarvo 57,1 ja 54 - 55 dB, keskiarvo 54,6. Aineiston pienuudesta huolimatta voidaan todeta elementin paksuuden merkitys ilmaääneneristävyyteen.

ILMAÄÄNENERISTÄVYYS PYSTYSUUNNASSA

Ilmaääneneristävyys pystysuunnassa mitattiin 18 kohteessa, jotka kaikki olivat uusia kerrostaloja. Asuinhuoneistojen välillä eristävyys mitattiin 14 huoneistossa. Lisäksi mitattiin pystysuunnassa ilmaääneneristävyys asuinhuoneiston ja liikehuoneiston, pesulan, ulkoiluvälinevaraston ja kerhohuoneen välillä. Mitatut ilmaääneneristävyydet asuinhuoneistojen välillä vaihtelivat 52 - 58 dB, keskiarvo 56,2. Ainoastaan yhdessä huoneistossa ilmaääneneristävyys pystysuunnassa ei täyttänyt Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) vaatimusta, 53 dB. Kuva 5. Lämpöpatterien ääneneristys on tiedossa 13 huoneiston kohdalla. Seitsemässä huoneistossa lämpöpatterit oli varustettu letkuliitimin ja kuudessa ääneneristystä ei ollut. Ilmaääneneristykseen pystysuunnassa pattereiden ääneneristyksellä näyttäisi olevan jonkin verran merkitystä, sillä keskiarvot olivat eristetyissä kohteissa 56,8 ja eristämättömissä 56,1.

Ilmaääneneristävyys pystysuunnassa asuinhuoneiston ja muiden tilojen välillä ei täyttänyt määräyksiä asuinhuoneiston ja kerhohuoneen välillä. Asuinhuoneiston ja kerhohuoneen välillä mitattu ääneneristysluku oli 52 dB, kun vaatimus pienimmästä sallitusta ilmaääneneristysluvusta on 53 dB. Asuinhuoneiston ja liikehuoneiston välillä mitattiin ääneneristysluvuksi

63 dB ja määräyksissä pienin sallittu ääneneristysluku on 60 dB. Mitatut ääneneristysluvut asuinhuoneiston ja pesulan välillä olivat 57 dB ja asuin-



Kuva 5. Ilmaääneneristävyys. ***Pienin sallittu R'_w-arvo pystysuunnassa on 53 dB.***

huoneiston ja ulkoiluvälinevaraston välillä 56 dB. Molemmissa tapauksissa pienin sallittu ääneneristysluku on 53 dB.

Asuinhuoneistojen välipohjien rakenne oli kaikissa kohteissa yhtä lukuunottamatta samanlainen, pintamateriaalina huopapohjainen muovimatto, tasoite 10 - 20 mm (17 - 34 kg/m^2), ontelolaattaelementti, paksuus 265 mm (380 kg/m^2) ja pintakäsittely. Poikkeavassa huoneistossa oli välipohjan rakenne muuten täysin sama, mutta pintamateriaalina oli vaahtomuovipohjainen matto. Tässä huoneistossa mitattu ilmaääneneristysluku pystysuunnassa oli 58 dB.

Asuinhuoneiston ja kerhohuoneen välipohjan rakenne oli huopapohjainen muovimatto, paikalla valettu teräbetonilaatta, paksuus 200 mm, koolaus 50 mm + mineraalivillalevy, ilmarako ja mäntyverhouslauta.

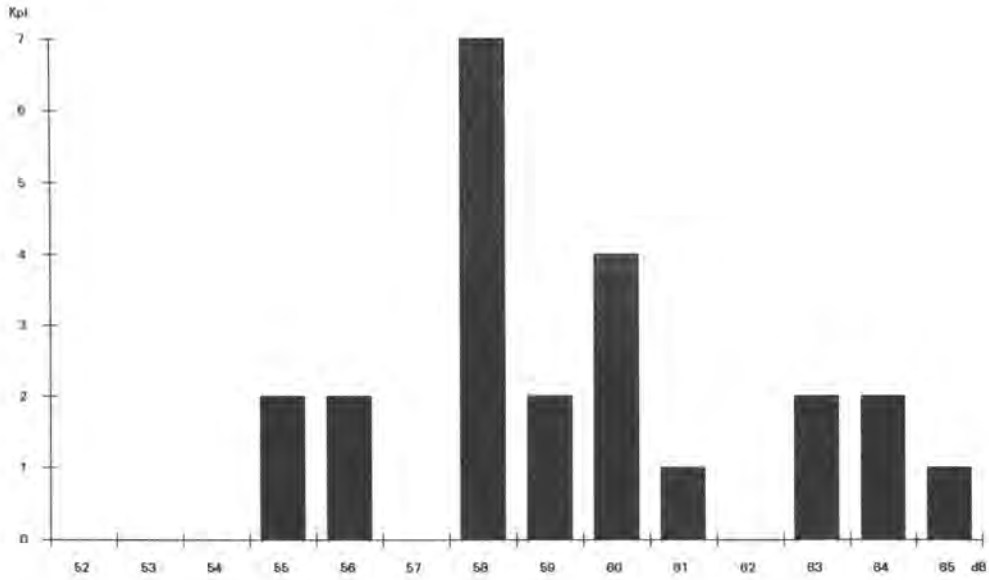
Asuinhuoneiston ja myymälän välipohjan rakenne oli vaahtomuovipohjainen matto, tasoite 10 - 20 mm (17 -34 kg/m^2), ontelolaattaelementti, paksuus 265 mm (380 kg/m^2) ja liimattu villa.

Asuinhuoneiston ja pesulan välipohjan rakenne oli huopapohjainen muovimatto, tasoite 10 - 20 mm (17 - 34 kg/m^2), ontelolaatta, paksuus 265 mm (380 kg/m^2), muovikalvo, koolaus 50 mm + mineraalivilla, vuorauspaperi ja pintaverhouslauta.

Asuinhuoneiston ja ulkoiluvälinevaraston välipohjan rakenne oli huopapohjainen muovimatto, tasoite 10 - 20 mm (17 - 34 kg/m^2), ontelolaatta, paksuus 265 mm (380 kg/m^2) ja pintakäsittely.

ASKELÄÄNENERISTÄVYYS

Askeläänieneristävyys mitattiin 26 kohteessa. Asuinhuoneistosta toiseen askeläänieneristävyys mitattiin 24 asunnossa. Mitatut askeläänitasoluvut vaihtelivat 55 - 65 dB, keskiarvo 59,3. Kuva 6. Yksi mittauksista oli sellainen, jossa huoneet eivät olleet päällekkäisiä. Askeläänitasoluvuksi mitattiin tässä tapauksessa 49 dB (ei ole mukana keskiarvossa). Asuinhuoneistosta toiseen suurin sallittu askeläänitasoluvun arvo on 58 dB. Huoneistoista 19 oli uusia. Näissä mitatut askeläänitasoluvut vaihtelivat 55 - 64 dB. Vain 10 huoneistossa askeläänieneristävyys täytti Suomen rakantamismääräyskokoelman C1 (1985) vaatimuksen. Lisäksi yhdessä vanhassa kerrostalossa täyttyi nykyisin voimassa oleva vaatimus. Lämpöpattereiden äänen-



Kuva 6. Askeläänieneristävyys. *Suurin sallittu askeläänitasoluvun $L'_{n,w}$-arvo on 58 dB.*

eristys oli tiedossa 17 huoneistossa. Kymmenessä mittauskohteessa patterit oli varustettu letkuliittimin ja askeläänitasolukujen keskiarvo oli 58,3. Seitsemässä äänieristämättömässä huoneistossa keskiarvo oli 59,1. Keskiarvojen välinen ero on lähes sama kuin pystysuunnassa mitattujen ilmaääneneristyslukujen keskiarvojen ero eristetyissä ja eristämättömissä kohteissa.

Huoneistoista, joissa askeläänieristävyys mitattiin, neljä oli vanhoja ja sijaitsivat kahdessa eri kerrostalossa. Toinen oli valmistunut 1920-luvun ja toinen 1950-luvun alussa. Vanhemmassa talossa askeläänieristävyys mitattiin kahdessa eri huoneistossa ja askeläänitasoluvuiksi saatiin 56 ja 60 dB. Toisessa vanhassa talossa askeläänitasoluvuiksi mitattiin 64 ja 65 dB.

Uusien kerrostalojen välipohjien rakenne oli kaikissa sama ja on kuvattu sivulla 15. Kahdessa huoneistossa, joissa pintamateriaalina oli vaahtomuovipohjainen muovimatto, askeläänitasoluvuiksi mitattiin 55 ja 58 dB.

1920-luvulla valmistuneen talon välipohjan rakenne oli korkkimatto, lauta, raskas täyte, teräsbetoninen alalaattapalkisto, jonka paksuus 300 mm ja pintakäsittely. Toisessa huoneistossa välipohja oli muuten sama, mutta korkkimatto oli poistettu. Vastaavat askeläänitasoluvut olivat 56 ja 60 dB.

1950-luvulla valmistuneen talon välipojan rakenne oli lautalattia, täyte, teräsbetoninen alalaattapalkisto ja pintakäsittely. Koko välipohjan paksuus oli 450 mm.

Huoneistoon kuulumattomista tiloista askeläänieristävyys mitattiin asuinhuoneistoon pesulasta, ulkoiluvälinevarastosta ja kerhohuoneesta. Kaikissa näissä mittauksissa vastaanottohuone sijaitsi lähetyshuoneen yläpuolella. Mitatut askeläänitasoluvut olivat 53, 72 ja 48 dB. Suurin sallittu askeläänitasoluvun arvo on kaikista näistä tiloista 49 dB, joten kerhohuoneesta asuinhuoneistoon askeläänieristävyys oli riittävä. Välipohjien rakenne on kuvattu sivuilla 15 ja 16.

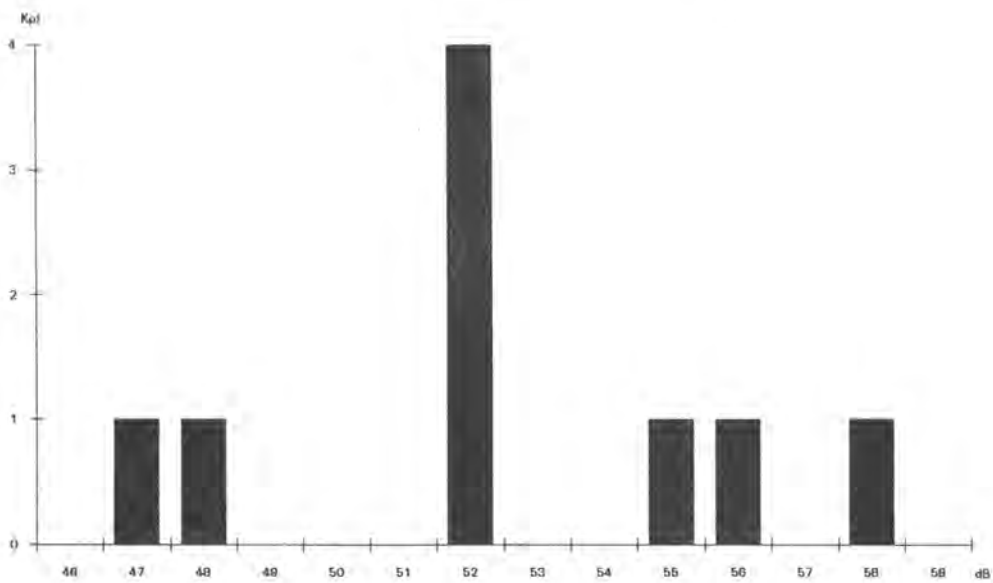
Yhdessä huoneistossa mitattiin askeläänieristävyys viereisen huoneiston seinään kiinnitetyiltä puuportailta. Askeläänitasoluvuksi saatiin 61 dB.

Suurin sallittu askeläänitasoluku on 58 dB. Huoneistojen välinen seinä oli 180 mm paksu teräsbetoniseinä.

VALITUKSET

Melua koskevia valituksia tulee vuosittain ympäristökeskuksen ympäristövalvontayksikköön keskimäärin 250. Valtaosa näistä on kuitenkin talon teknisistä laitteista aiheutuvasta tai erilaisten toimintojen, kuten taloissa sijaitsevien ravintoloiden aiheuttamasta melusta johtuvia. Asukkaiden valituksista johtuvia rakenteiden ääneneristävyysmittauksia on tehty 97 kpl. Vanhoissa rakennuksissa ääneneristävyysmittauksia on tehty vähän, koska Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1975 ja 1985) määräykset eivät koske ennen vuotta 1976 rakennettuja huoneistoja.

Ilmaääneneristävyys vaakasuunnassa on mitattu 11 huoneistossa. Kuva 7. Näistä kolme oli vanhoissa kerrostaloissa sijaitsevia huoneistoja, joita ei

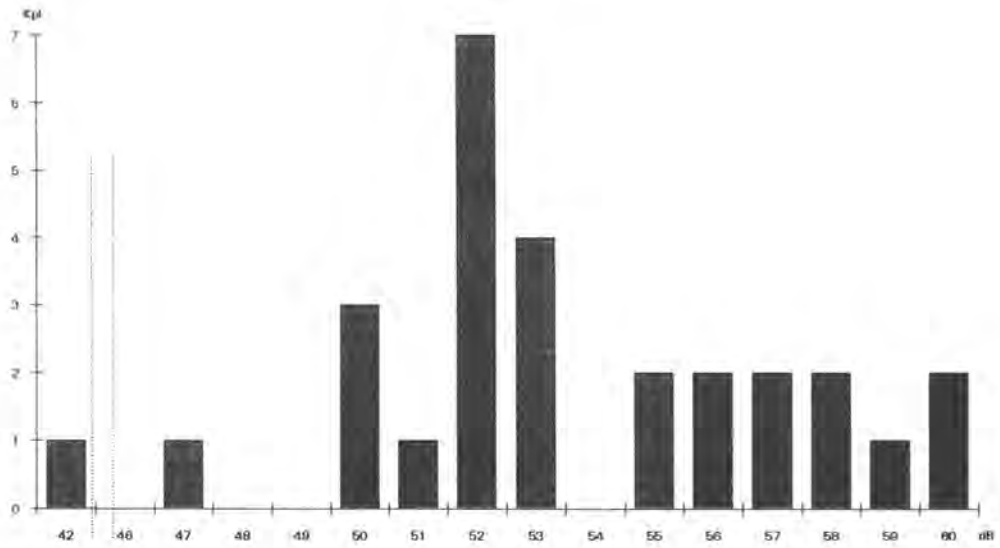


Kuva 7. ***Ilmaääneneristävyys vaakasuunnassa valitustapauksissa.***

koske vuodesta 1976 voimassa olleet määräykset. Mitatut ilmaääneneristävyysluvut olivat 44, 47 ja 48 dB, joten ne eivät täyttäneet vaakasuunnassa nykyisin voimassa olevaa pienintä sallittua ilmaääneneristävyysluvun R'_w arvoa 52 dB. Uusissa kerrostaloissa olevissa huoneistoissa mitattiin yhdessä kohteessa eristävyydeksi ainoastaan 39 dB. Huoneistojen välillä be-

tonielementtien välissä todettiin ilmarako. Seitsemässä muussa uudessa huoneistoissa mitatut ilmaääneneristävyydet vaakasuunnassa täyttivät Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) määräykset.

Ilmaääneneristävyys pystysuunnassa on mitattu 30 huoneistossa. Kuva 8. Huoneistoista kaksi oli vanhoissa kerrostaloissa, joten niitä eivät koske voimassa olevat määräykset. Mitatut ääneneristävyydet olivat 43 ja 52 dB. Kummassakaan tapauksessa ei pystysuunnassa nykyisin voimassa oleva pienin sallittu ilmaääneneristysluvun R'_w arvo 53 dB täyttynyt. Uusissa rakennuksissa sijaitsevissa huoneistoissa mitatut ilmaääneneristävyydet vaihtelivat 42 - 60 dB. Keskiarvo oli 53,2. Valitustapauksissa mitatuista

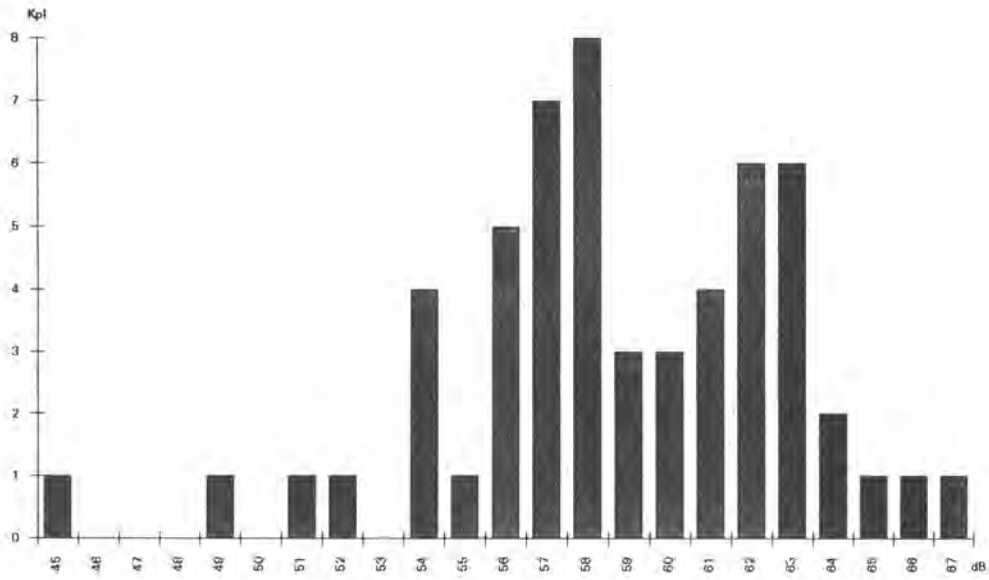


Kuva 8. ***Ilmaääneneristävyys pystysuunnassa valitustapauksissa.***

ilmaääneneristävyyksistä 54 % täytti Suomen rakentamismääräyskokoelman C1 (1985) vaatimuksen pienimmästä sallitusta pystysuuntaisesta ilmaääneneristysluvusta.

Askeläääneneristävyys on mitattu 56 huoneistossa. Mitatut askeläänitasoluvut vaihtelivat 45 - 67 dB. Keskiarvo oli 58,7. Kuva 9. Kaikki huoneistot, joissa askeläääneneristävyyksiä on valitustapauksissa mitattu, olivat uusissa kerros- ja rivitaloissa sijaitsevia huoneistoja. Suurin sallittu askeläänitasoluvun $L'_{n,w}$ arvo on sekä kerros- että rivitaloissa 58 dB. Valitustapauksissa mitatuista askeläääneneristävyyksistä 52 % täytti Suomen rakentamismää-

räyskokoelman C1 (1985) vaatimuksen suurimmasta sallitusta askeläänitasoluvun arvosta. Vanhoissa kerrostaloissa askeläänieneristävyys on usein aiheuttanut valituksia tapauksissa, joissa asukkaat ovat muuttaneet lattiara-



Kuva 9. ***Askeläänieneristävyys valitustapauksissa.***

kenteita, kuten asentaneet parkettilattioita. Näissä tapauksissa on pyritty mittauksilla vertaamaan, onko uusi rakenne mahdollisesti huonontanut askeläänieneristävyyttä.

TULOSTEN TARKASTELU

Ilmaääneneristävyys oli tutkituissa kerrostaloissa tyydyttävä. Asuinhuoneistojen välillä ainoastaan yhdessä mittauksessa pystysuunnassa saatiin ääneneristysluvun arvoksi 52 dB, kun pienin sallittu ääneneristysluvun arvo on 53 dB. Sama vaatimus on asuinhuoneiston ja kerhohuoneen välillä ja mitattu ääneneristysluvun arvo oli 52 dB.

Vaakasuuntaan mitatut ilmaääneneristävyydet olivat kaikki suurempia kuin Suomen rakentamismääräyskokoelmassa C1 (1985) esitetty pienin sallittu ilmaääneneristysluku R'_w 52 dB. Väliseinien paksuudella on merkitystä ilmaääneneristävyyteen. Teräsbetoniset väliseinät olivat yhdeksässä huoneistossa 180 mm ja viidessä 160 mm paksut. Vastaavat ilmaääneneristysluvujen keskiarvot olivat 57,1 ja 54,6.

Lämpöpattereiden letkuliittimien vaikutus pystysuuntaiseen ilmaääneneristävyyteen voitiin arvioida 13 huoneistossa. Seitsemässä huoneistossa patterit olivat äänieristetyt ja kuudessa eristämättömät. Ilmaääneneristyslukujen keskiarvot olivat vastaavasti 56,8 ja 56,1.

Mitatuista askeläänitasoluvuista vain 48 % täytti Suomen rakentamismääräyskokoelma C1 (1985) vaatimuksen suurimmasta sallitusta askeläänitasoluvun arvosta asuinhuoneistojen kohdalla. Huoneistoon kuulumattomista tiloista asuinhuoneeseen mitattuja askeläänieristävyyksiä oli vain kolme, joista yksi täytti vaatimuksen.

Välipohjien rakenne oli uusissa kerrostaloissa, 19 mitatussa huoneistossa, muuten sama paitsi kahdessa pintamateriaalina oli vaahtomuovipohjainen muovimatto, muissa oli huopapohjainen muovimatto. Näissä kohteissa kymmenessä askeläänitasoluvun arvo oli vaatimusten mukainen. Molemmissa huoneistoissa, joissa pintamateriaalina oli vaahtomuovipohjainen muovimatto, mitatut arvot olivat määräyksien mukaiset. Johtopäätöksien tekeminen pintamateriaalin vaikutuksesta askeläänieristävyyteen on pienen materiaalin vuoksi vaikeaa.

Vanhoissa kerrostaloissa mittauksia tehtiin neljässä huoneistossa, joissa yhdessä askeläänitasoluvun arvo 56 dB täytti vaatimuksen. Samassa talossa, 1920-luvulla valmistuneessa, mitattiin myös toisessa huoneistossa askeläänieristävyys ja erona näiden kahden huoneiston välipohjien rakenteessa oli se, että toisesta oli vanha korkkimatto poistettu lautalattian päältä ja tästä huoneistossa mitattiin askeläänitasoluvuksi 60 dB.

Verrattaessa valitustapauksissa tehtyjä mittauksia tutkimuksessa tehtyihin, näyttäisi ilmaääneneristävyydessä varsinkin pystysuunnassa olevan puutteita tai rakennevirheitä, joihin asukkaat oikeutetusti reagoivat. Askeläänieristävyydessä valitustapauksissa vaatimukset täyttäviä kohteita oli suhteellisesti yhtä paljon kuin esiselvityksessäkin. Tämä osoittanee sen, että askeläänieristävyyden kohdalla tilanne on huono koko rakennuskannassa.

KIRJALLISUUS

1. Meluntorjuntatoimikunnan mietintö. Komiteamietintö 1981:62. Sisäasiainministeriö 1981.

2. Pääkaupunkiseudun meluntorjunnan tavoiteohjelma. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja A 1986:1. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV-SAD.

3. Borenius, Jauhiainen, Lampio, Nuotio, Pesonen, Pyykkö. Akustiikan perusteet. Insinööritieto Oy 1985.

4. Halme Alpo. Rakennus- ja huoneakustiikka. Meluntorjunta. Moniste 378, Otakustantamo, 1977.

5. ISO 717/1-1982. Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airbone sound insulation in buildings and of interior building elements. International Organization for Standardization 1982.

6. ISO 717/2-1982. Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: impact sound insulation. International Organization for Stadardization. 1982.

7. ISO 140/IV-1978. Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part IV: Field measurements of airbone sound insulation between rooms. International Organization for Standardization. 1978.

8. ISO 140/IV-1978. Acuostics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part VII: Field measurements of impact sound insulation of floors. International Organization for Standardization. 1978.

9. Suomen rakentamismääräyskokoelma C1: Ääneneristys - Määräykset. Ympäristöministeriö 1985.

10. Suomen rakentamismääräyskokoelma C5: Ääneneristys - Ohjeet. Ympäristöministeriö 1985.

11. Ääneneristysnormit. Rakennusinsinöörien liitto, RIL. Helsinki 1967.

MITTAUSLAITTEISTO

1 kpl	NORTRONIC 823 - 2 kaksikanavainen ääneneristysanalysaattori XLR-mikrofoniliitännällä mittalukujen R_W (ilmaääneneristysluku) ja $L_{n,W}$ (askeläänitasoluku) laskentaa varten
1 kpl	NORTRONIC 811 L kaiutinyksikkö
1 kpl	NORTRONIC 211 L askeläänikoje
2 kpl	Mikrofoni AKG CK 62 + esivahvistin C 460B
1 kpl	4230 äänitasokalibraattori sovitusrenkaineen
2 kpl	NORTRONIC 212N pyörivä mikrofonijalusta
1 kpl	HEWLETT-PACKARD Think-Jet kirjoitin
1 kpl	IEEE/IEC tietokoneliitäntä kirjoittimelle
	+ tarvittavat kaapelit ja välijohdot

(Ympäristöministeriö)

3.1. Ilmaääneneristävyys

Taulukko 1. Pienimmät sallitut ilmaääneneristysluvun R'_w arvot

3.1.2 Asuinkerrostalot	Ilmaääneneristysluku R'_w (dB) Vaaka-suunnassa	Pysty-suunnassa
- Asuinhuoneiston välillä	52	53
- Asuinhuoneen ja porrashuoneen tai käytävän välillä	52	53
- Asuinhuoneiston ja porrashuoneen tai käytävän välillä	39 ***)	
- Asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumattoman huolto-, palvelu- tai varastotilan välillä	52 *)	53 *)
- Asuinhuoneiston ja muun huoneiston välillä, lukuun ottamatta toimistotyöhuoneistoa	60 **)	60 **)
- Asuinhuoneiston ja toimistotyöhuoneiston välillä	52	53
- Asuinhuoneiston ja autosuojan välillä	60	60

*) Huolto-, palvelu- tai varastotila voi olla lämpökeskus, kattilahuone, sauna, pesutupa, askarteluhuone, ullakko, varasto tai muu vastaava tila.

**) Muulla huoneistolla tarkoitetaan työhuoneistoa, paitsi toimistotyöhuoneistoa, tai sellaiseen toimintaan käytettävää huoneistoa, jonka toiminnasta aiheutuu häiritsevää ääntä, kuten suurehkoa liikehuoneistoa, majoitus- ja ravitsemishuoneistoa.

***) Oven ja oviyhdistelmän tulee kuulua vähintään luokkaan 30 dB.

3.2. Askeläänieristävyys

Taulukko 2. Suurimmat sallitut askeläänitasoluvun $L'_{n,w}$ arvot

3.2.2 Asuinkerrostalot	Askeläänitasoluku $L'_{n,w}$ (dB)
- Asuinhuoneistosta ja kattoterassilta toisen huoneiston keittokomeroon, keittiöön tai muuhun asuinhuoneeseen	58
- Luhtikäytävästä, portaasta tai käytävästä asuinhuoneeseen	63
- Huoneistoon kuulumattomasta huolto-, palvelu- ja varastotilasta asuinhuoneeseen	49 *)
- Autosuojasta asuinhuoneeseen	49
- Muusta huoneistosta, lukuun ottamatta toimistotyöhuoneistoa, asuinhuoneistoon	49 **)
- Toimistotyöhuoneistosta asuinhuoneistoon	58

*) Huolto-, palvelu- tai varastotila voi olla lämpökeskus, kattilahuone, sauna, pesutupa, askarteluhuone, ullakko, varasto tai muu vastaava tila.

**) Muulla huoneistolla tarkoitetaan työhuoneistoa paitsi toimistotyöhuoneistoa, tai sellaiseen toimintaan käytettävää huoneistoa, jonka toiminnasta aiheutuu häiritsevää ääntä, kuten suurehkoa liikehuoneistoa, majoitus- ja ravitsemishuoneistoa.

HELSINGIN KAUPUNGIN
YMPÄRISTÖKESKUS
Sturenkatu 25
00510 HELSINKI

KUVAILULEHTI

Tekijä(t)
Jussi Rintala, Tuomo Leskelä, Pasi Niemi, Monica Gorbatow, Pertti Forss

Nimike

Ääneneristävyys helsinkiläisissä kerrostaloissa

Julkaisija	Julkaisuaika	Sivumäärä	Liitteet
Helsingin kaupungin ympäristökeskus	1994	21	2

Sarjan nimike	Osanumero
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja	8/94

ISSN-numero
1235-9718

ISBN-numero
951-772-531-0

Kieli

Koko teos	Tiivistelmä	Taulukot	Kuvatekstit
fin	fin, swe		

Avainsanat
ääni, ääneneristys, askeläääneneristys, ilmaääneneristys, melu, asunto

UDK

Lisätietoja:
Tuomo Leskelä ja Kirsi Järviaho,
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristövalvontayksikkö
Viipurinkatu 2, 00510 Helsinki, puh. * 70991

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1993

1. Selvitys Pohjois-Hermannin ja Toukolan alueilla tehdyistä maaperätutkimuksista
2. Eräiden Suomen vesilaitosten verkostoveden mikrobiologinen laatu
3. Keuhkosyövän ilmaantuvuus Helsingissä 1975 - 1986 ja ilman epäpuhtauksien vaikutukset
4. Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu
5. Maaperähygieeniset tutkimukset Helsingissä
6. Leipomonäytteiden hygieeninen taso helsinkiläisissä leipomoissa vuosina 1989 - 1991
7. Helsingin kaupungin työntekijät ja kestävä kehitys
8. Vaarallisten aineiden onnettomuudet Helsingissä vuosina 1990 - 1992
9. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1992
10. Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 1993
11. Helsingin jätteenkäsittelyalueet
12. Yhdyskuntailman epäpuhtaudet ja krooninen keuhkoputkentulehdus
13. Ympäristöalan PK-yritysten toimintaedellytysten kohentaminen Helsingissä
14. Maidon säilytysolosuhteet tarjoilu- ja myyntipaikoissa Helsingissä 1992
15. Helposti pilaantuvien elintarvikkeiden säilytyslämpötilat myymälöissä

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1994

1. Lasten sairastuvuus päiväkodeissa ja ryhmäperhepäiväkodeissa Helsingissä ja Mäntsälässä
2. Jauhelihan laatu Helsingissä vuosina 1990 - 1993
3. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelun tavoite- ja toimenpideohjelma vuosille 1994 - 98
4. Terveydenhuollon toimipisteiden jätehuolto
5. Review of the state of the environment in Helsinki
6. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1993
7. Saastuneiden maa-alueiden kunnostusmenetelmät Helsingissä
8. Äänneristävyys helsinkiläisissä kerrostaloissa

Julkaisujen tilaus:
ympäristökeskuksen tiedotus
Sturenkatu 25, 00510 HELSINKI
puh. 7099 2815, fax 7099 2842

ISSN 1235-9718
ISBN 951-772-531-0

Helsingin kaupungin hankintakeskus 1994