
HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUS
MONISTE 1/1996

**ILMAÄNENERISTÄVYYDEN VAIHTOEHTOISTEN
MITTAUSTAPOJEN VERTAILU**
Mereta Saarinen ja Heidi Tuuli

Helsinki 1996

HELSINGIN TEKNILLINEN OPPILAITOS
RAKENNUSOSASTO
Talonrakennustekniikan opintolinja

TEKNIKKOTYÖ

ILMAÄNENERISTÄVYYDEN VAIHTOEHTOISTEN MITTAUSTAPOJEN VERTAILU



Tekijät: Mereta Saarinen ja Heidi Tuuli

Ohjaaja: Ympäristötarkastaja Tuomo Leskelä
Valvoja: Diplomi-insinööri Timo Tikanoja

Työ hyväksytty:

Timo Tikanoja

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETTY AKUSTIIKAN SANASTO

1	JOHDANTO.....	1
2	ILMAÄNENERISTYS.....	3
3	MITTAUSSTANDARDIT.....	5
4	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	7
	4.1 Menetelmä 1.....	7
	4.2 Menetelmä 2a.....	10
	4.3 Menetelmä 2b.....	12
5	YHTEENVETOTAULUKKO.....	14
6	MITTAUSKOHDDE ESIMERKIT.....	16
	6.1 Kivihaantie 10.....	16
	6.2 Laakavuorentie 14.....	20
7	MITTAUSTULOSTEN VERTAILU.....	23
8	EROAVUUDEN SYYT JA TARKKUUS.....	25
9	PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO.....	27
	VIITELUETTELO.....	28

LIITTEET

- Liite 1:Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C1
- Liite 2:Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C5
- Liite 3:Kivihaantie 10; tuloste mittauksesta ja mittauspöytäkirja
- Liite 4:Laakavuorentie 14; tuloste mittauksesta ja mittauspöytäkirja
- Liite 5-18:Mittauskohteet eriteltynä

ALKULAUSE

Kiitämme

- ☆ Helsingin kaupungin ympäristökeskusta, etenkin Pertti Forssia ja Tuomo Leskelää
- ☆ Valtion teknillistä tutkimuskeskusta (VTT), etenkin Juhani Parmasta
- ☆ opettajiamme Eila Sammallahta sekä Timo Tikanojaa

jotka mahdollistivat teknikkotyömme valmistumisen.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuskohteinaamme oli Helsingin kaupungin ympäristökeskukseen tulleiden helsinkiläisten asukkaiden ilmoittamia asuntojen ilmajärjeneristuksen ongelmia.

Tutkimukseen valittiin 16 kohdetta. Kohteista selvitettiin vaihtoehtoisten mittausmenetelmien antamien tulosten eroavaisuuksia. Tarkoituksena oli selvittää lisäksi se, mikä vaihtoehtoisista menetelmistä parhaiten soveltuisi käytettäväksi kenttämittauksissa.

Työssä on lisäksi tarkasteltu ilmajärjeneristykseen liittyviä yleisiä vaatimuksia, periaatteita sekä vaikutusta rakennustekniikkaan.

Tutkimuksen ohessa havaitsimme tarkkojen rakennekuvien ja ammattitaitoisten rakennesuunnittelijoiden tarpeellisuuden, jotta ilmajärjeneristysongelmilta välttyttäisiin.

ABSTRACT

Our objective was to study the complaints which the inhabitants in Helsinki have made to the Environmental Office in the city of Helsinki about the problems in airborne sound insulation.

16 most recent sites were studied, and alternative methods of measurement were compared, giving reasons for their diversity. The purpose of the comparison was to discover the best methods of measurement for reliable field testing.

In our study we have also looked into the general demands of airborne sound insulation, principles and effects on construction engineering.

We also noticed during the work how important good and exact construction drawings are and also how important professional construction designers are so that we can avoid problems in airborne sound insulation.

KÄYTETTY AKUSTIIKAN SANASTO/7/

<i>Absorbentti</i>	ääntä absorboiva aine tai rakenne
<i>Absorptioala</i>	pinnan ala kerrottuna sen absorptio- suhteella
<i>Beli</i>	kahden tehon verrannollisen suureen suhteen 10-logaritmin yksikkö, lyhen- ne B
<i>Desibeli</i>	belin kymmenesosa, lyhenne dB
<i>Diffuusi äänikenttä</i>	äänikenttä, jonka energiatiheys on paikasta riippumaton ja jonka ääni- aaltojen etenemissuunnat ja vaiheet jakautuvat satunnaisesti
<i>Huoneabsorptio</i>	huoneen kaikkien pintojen, myös esi- neiden pintojen absorptioalojen summa
<i>Ilmaääneneristysluku</i>	seinän tms. ääneneristävyyttä kuvaava luku, joka saadaan vertaamalla taa- juuden funktiona mitattua eristävyyt- tä standardoituun vertailukäyrään
<i>Ilmaääni</i>	äänilähteestä ympäristöön ilman vä- lityksellä leviävä ääni
<i>Jälkikaiunta-aika</i>	aika, jona äänenpainetaso äänilähteen vaiettua alenee 60 dB
<i>Kohina</i>	amplitudiltaan ja vaiheeltaan satun- nainen värähtely
<i>Runkoääni</i>	runkorakenteessa tai muussa kiinteäs- sä kappaleessa etenevä mekaaninen vä- rähähtely, joka aiheuttaa ilmaääntä

Sivutiesiirtymä

ilmäänen eteneminen tilasta toiseen
muuta tietä kuin näiden tilojen väli-
sen seinämän läpi

Vaaleanpunainen kohina

kohina, jonka spektritiheystaso las-
kee 3 dB oktaavia kohden taajuuden
kasvaessa

Valkoinen kohina

kohina, jonka spektritiheys on vakio
tarkasteltavalla taajuusalueella

Ääneneristys

äänien siirtymisen estäminen

Äänitaso

äänienpainetason painotettu arvo

1 JOHDANTO

Tutkimus on tehty yhteistyössä Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kanssa.

Tavoitteena oli selvittää vaihtoehtoisten ilmaääneneristysmittausmenetelmien antamien tulosten eroavuuksien syyt ja tarkkuus.

Työ suoritettiin syyskuun 1995 ja maaliskuun 1996 välisenä aikana. Tutkittavien kohteiden valintaan ja tutkimuksen ohjaukseen on vaikuttanut ympäristökeskuksen ympäristötarkastaja Tuomo Leskelä.

Vaadittavat mittaukset tehtiin ympäristökeskuksen mittauslaitteilla ja mittaukset teki Tuomo Leskelä. Toimimme avustavina mittaajina ja mittausten ohella teimme omia havaintojamme.

Kaikki tutkimukset tehtiin Helsingissä, asunnoissa joissa asukkaat olivat valittaneet ilmaääneneristysongelmista.

Tehtävänäimme oli mittausten ohella tehdä havaintoja kohteiden mahdollisista rakenneongelmista, jotka vaikuttaisivat ilmaääneneristykseen.

Havaintojen pohjalta teimme tuloksista vertailuja kohteittain ja pyrimme löytämään mahdolliset syyt tulosten eroavuuksiin.

2 ILMAÄNENERISTYS

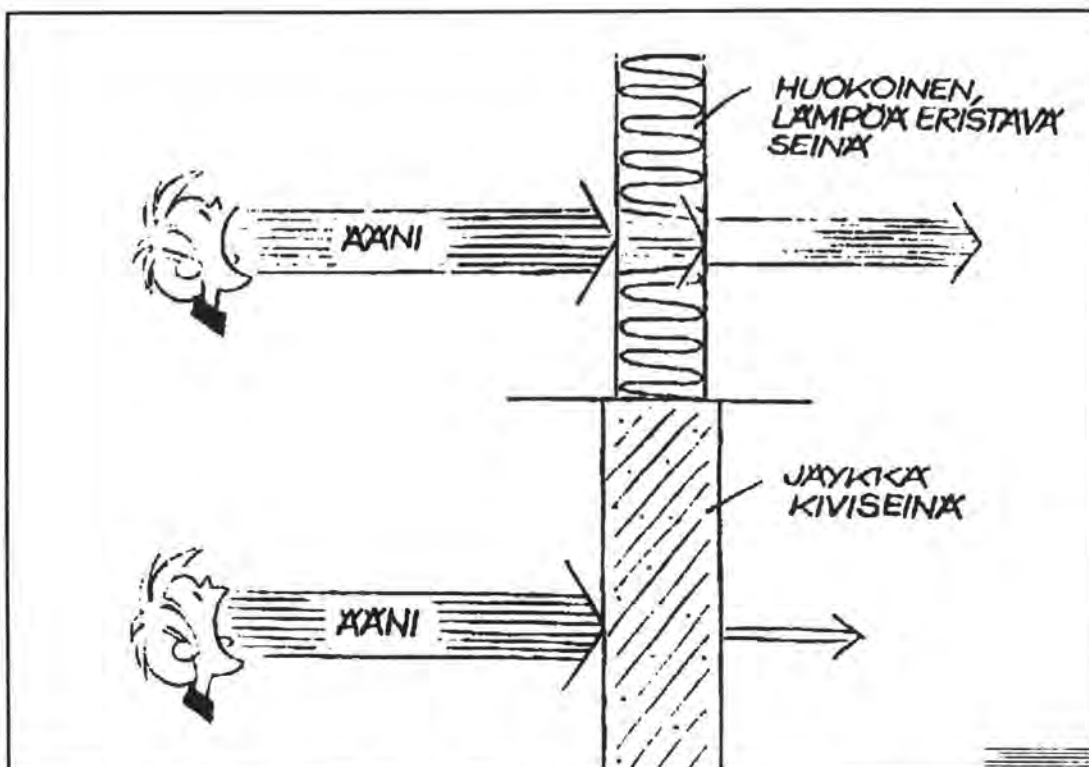
Ilmaääneneristyksellä tarkoitetaan ilmassa etenevän äänen siirtymisen estämistä tilasta toiseen /2, s.98/. Asuntojen kohdalla ääneneristyksellä vähennetään ulkoa tulevan melun tunkeutumista asuntoon ja huoneesta tai asunnosta toiseen siirtyvää ääntä /4, s.7/.

Ääneneristys ei esiinny puhtaana ilmiönä. Sen mukaan onko eristys vai vaimennus pääasiallinen ilmiö, puhutaan ääneneristyksestä tai äänenvaimennuksesta /2, s.98/. Hyvin lämpöä eristävä aine eristää yleensä huonosti ääntä /5, s.8/. (Kts. kuva 1). Mitään varsinaista ääneneristysainetta ei ole olemassa. Kunkin rakennusosan ääneneristyskyky riippuu sen painosta, jäykkyydestä, tiiviyydestä ja siitä, miten se liittyy muihin rakenteisiin./5, s.8./

Äänen yksinkertaisin siirtymätapa on suoraan rakenteen lävitse suorana siirtymänä, sen lisäksi äänellä on useita sivutiesiirtymämahdollisuuksia /1, s.75/. Ilmaääni saattaa muuttuessaan seinissä ja välipohjissa runkoääneksi edetä pitkiäkin matkoja rakennuksessa /2,s.98/. Runkoääniä aiheuttavat askeläänet, huonekalujen siirtelystä aiheutuvat äänet sekä erilaisten teknisten laitteiden aiheuttamat äänet.

Tärkein yksinkertaisen seinän ääneneristykseen vaikuttava tekijä on sen massa. Kun massa kaksinkertaistuu, sen ääneneristävyys paranee noin 6 dB. Tämä massalaki määrää useimmissa tapauksissa pääsääntöisesti seinän ääneneristävyyden./4, s.7./

Mahdollisiin ääneneristysongelmiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota jo rakennusten suunnitteluvaiheessa. Päävastuu kuuluu rakenne- ja laitesuunnittelijoille, joiden on hallittava oikeat ja hyvän rakentamistavan mukaiset menetelmät äänihäiriöiden vähentämiseksi. /5, s.21./



Kuva 1: Jäykkä, raskas kiviseinä eristää ilmaääniä tehokkaasti /5/

3 MITTAUSSTANDARDIT

Ilmaääneneristysmittaukset tehdään ISO-standardien mukaisesti, joista Suomen rakentamismääräyskokoelman osat C1 ja C5 antavat määräyksiä ja ohjeita. (Ks. liite 1 ja liite 2)

- | | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| ☆ ISO 140/IV-1978 | } | ilmääneneristävyys |
| | | kenttämittaukset |
| ☆ ISO 717/1 -1982 | | vertailukäyrä ja laskentatapa |

P i e n i m m ä t s a l l i t u t i l m a ä n e n e r i s t y s l u v u t :

RIVITALOT JA MUUT KYTKETYT PIENTALOT	VAAKA	PYSTY
asuinhuoneistojen välillä	55 dB	55 dB
asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumattoman huolto-, palvelu- tai varastotilan välillä 1)	55 dB	55dB
asuinhuoneiston ja muun huoneiston välillä, lukuunottamatta toimistotyöhuoneistoa 2)	60 dB	60 dB
asuinhuoneiston ja toimistotyöhuoneiston välillä	55 dB	55 dB
asuinhuoneiston ja autosuojan välillä	60 dB	60 dB

ASUINKERROSTALOT	VAAKA	PYSTY
asuinhuoneistojen välillä	52 dB	53 dB
asuinhuoneen ja porrashuoneen tai käytävän välillä	52 dB	53 dB
asuinhuoneiston ja porrashuoneen tai käytävän välillä	39 dB 3)	
asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumattoman huolto-, palvelu- tai varastotilan välillä 1)	52 dB	53 dB
asuinhuoneiston ja muun huoneiston välillä, lukuunottamatta toimistotyöhuoneistoa 2)	60 dB	60 dB
asuinhuoneiston ja toimistotyöhuoneiston välillä	52 dB	53 dB
asuinhuoneiston ja autosuojan välillä	60 dB	60 dB

- 1) Huolto-, palvelu- tai varastotila voi olla lämpökeskus, kattilahuone, sauna, pesutupa, askarteluhuone, ullakko, varasto tai muu vastaava tila.
- 2) Muualla huoneistolla tarkoitetaan työhuoneistoa, paitsi toimistotyöhuoneistoa, tai sellaiseen toimintaan käytettävää huoneistoa, jonka toiminnasta aiheutuu häiritsevää ääntä, kuten suurehkoa liikehuoneistoa, majoitus- tai ravitsemishuoneistoa.
- 3) Oven tai oviyhdistelmän tulee kuulua vähintään luokkaan 30 dB.

R_w (dB)	PUHEÄÄNEN KUULUVUUS
30	seinä on lähinnä näkösuoja, normaali puhe kuuluu läpi
35	normaali puhe kuuluu seinän läpi, siten että sanoistakin saa selvän
40	normaali puhe kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää
45	normaali puhe ei kuulu seinän läpi, mutta voimakas puhe kuuluu
50	voimakas puhe kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää
55	voimakas puhe ei kuulu seinän läpi, mutta voimakas musiikki kuuluu hyvin
65	normaalivoimainen musiikki ei kuulu seinän läpi

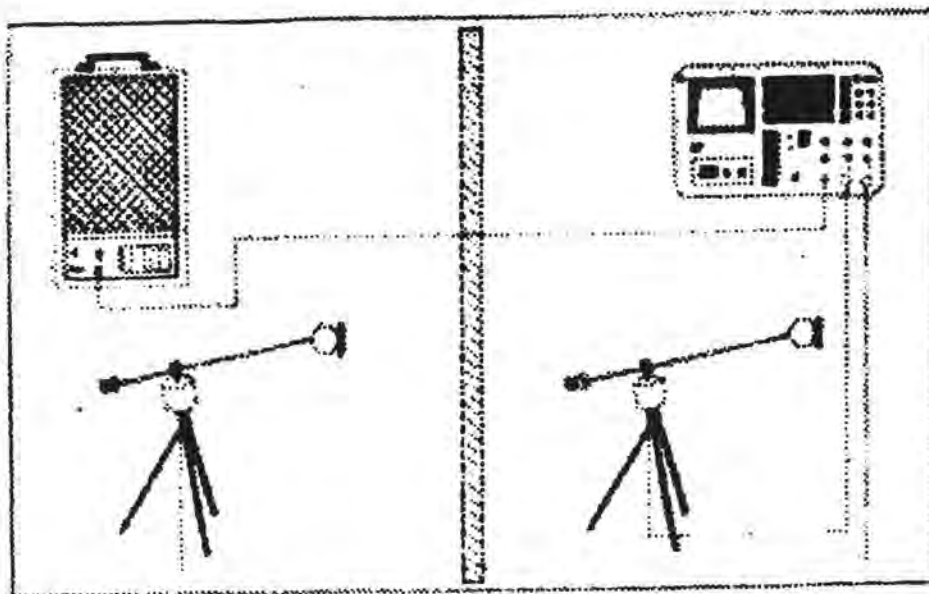
Edellä esitetyt arvot edellyttävät, että huoneiden pohjamelutaso on normaali eli noin 35 - 40 dB /3, I s.4-5/.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 MENETELMÄ 1: ILMAÄÄNENERISTYSMITTAUS (ISO-Standardin mukaan)

Ilmaääneneristysmittauksen pääperiaate on määrittää äänenpainetaso eri taajuuksilla mitattavan rakenteen molemmilla puolilla, kun toiselle puolelle synnytetään riittävän suuri kohinaääni /4, s.10/. (Ks. kuva 3)

Ilma- ja askelääneneristysten määrittämisohjeet on annettu kansainvälisissä ISO-standardeissa ilmaääneneristävyyden mittaamiseksi tersseittäin taajuusalueella 100 - 3150 Hz (16 taajuutta) /4, s.10/. Näistä saaduista tuloksista laskeaan ilmaääneneristysluku (R'_w) ISO 717/1-82 standardin mukaan.

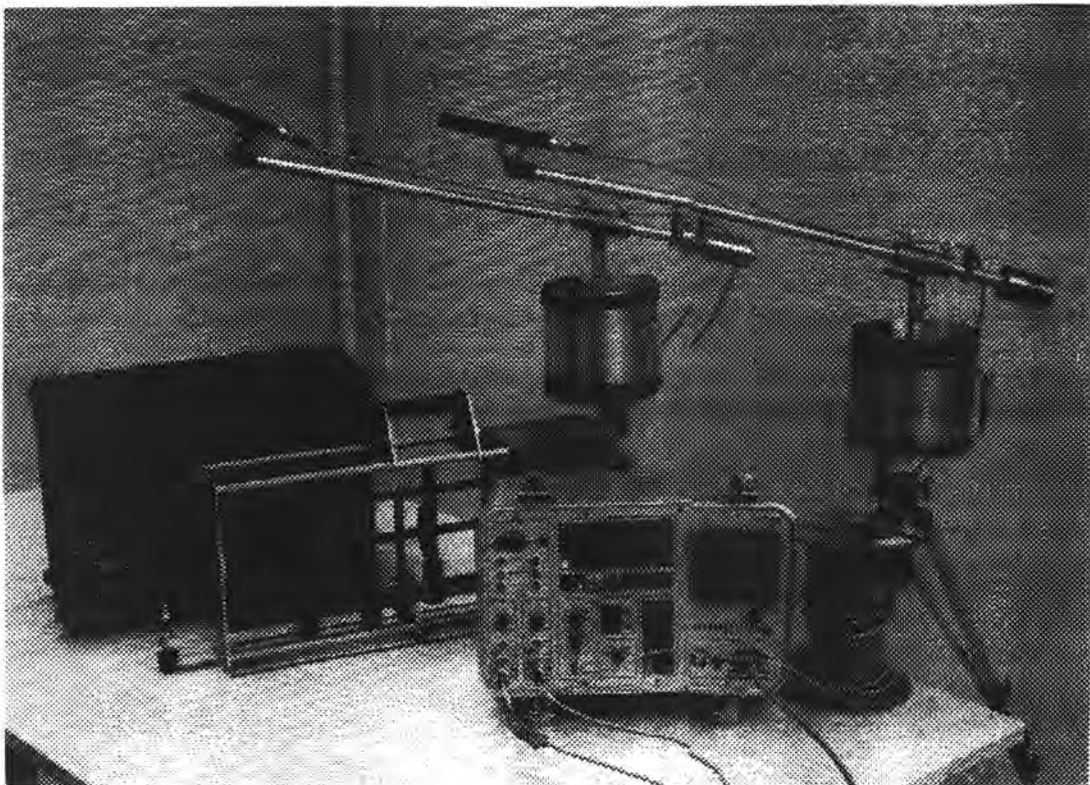


Kuva 3 Mittausjärjestely /4/

Mittauslaitteet /4, liite 1/

1 kpl	NORTRONIC 823-2 kaksikanavainen äänitasoanalysaattori XLR mikrofoniliitännällä
1 kpl	kaiutinyksikkö (kohinaäänen synnyttämiseen)
2 kpl	mikrofoni AKG CK 62 + esivahvistin C 460B
1 kpl	4230 äänitasokalibraattori sovitusringkaineen
2 kpl	NORTRONIC 212N pyörivä mikrofonijalusta
1 kpl	etäisyysmittari (huoneiden mittaamiseen)
2 kpl	radiopuhelin (mittaajien väliseen yhteydenpitoon)
1 kpl	signaalin lähetin (äänen kulkuun radioteitse)
1 kpl	signaalin vastaanottoyksikkö

+ tarvittavat kaapelit, välilyhdot, kuulosuojaimet ja tukijalat



Kuva 2 Mittauslaitteet: alhaalla oikealla äänitasoanalysaattori, keskellä askeläänikone, vasemalla kaiutinyksikkö, taustalla näkyvät moottoroidut mikrofonijalustat./4/

Ilmaääneneristävyys mitataan siten, että lähetys- ja vastaanottohuoneessa mitataan yhtäaikaisesti äänenpainetaso 16:lla taajuudella (Ks. kuva 3). Vastaanottohuoneessa mitataan lisäksi jälkikaiunta-aika, josta voidaan laskea huoneen absorptiopinta-ala. Tällä eliminoidaan huoneen kalustustaso, jolloin se ei vaikuta mittaustulokseen.

Mittauslaitteet sijoitetaan siten, että vastaanottohuoneeseen asetetaan äänitasoanalysaattori ja toinen mikrofoni pyörivälle moottoroidulle jalustalle. Lähetyshuoneeseen asetetaan puolestaan kaiutinyksikkö eli kohinalähde ja toinen mikrofoni myös pyörivälle moottoroidulle jalustalle. Mikrofonit pyörivät mittausten aikana 360° keskellä huonetta. Signaalin lähetin ja vastaanottoyksikkö korvaavat mikrofonin ja äänitasoanalysaattorin välille tarvittavat sähköjohdot.

Ääneneristävyys mitataan taajuusalueella 100 - 3150 Hz 1/3-oktaavein /2, s.102/. Saatua mittaustulos, ääneneristävyyskuvaaja, on ainoa täsmällinen tapa esittää miten hyvän rakenteen ääneneristyskyky on /2, s.103/. Laskemalla kuvaajasta mitattujen arvojen artimeettinen keskiarvo saadaan keskimääräinen ääneneristävyys, merkitään \bar{R}_w /2, s.103/.

Jos seinämän eristävyys tunnetaan ja sivutiesiirtymät ovat vähäisiä, äänenpainetaso lasketaan seuraavasta kaavasta /1, s.76/

$$L_1 - L_2 = R + 10 \lg(A_2/S)$$

L_1 = häiritsevän eli lähetyshuoneen äänenpainetaso

L_2 = häirityn eli vastaanottohuoneen äänenpainetaso

R = huoneiden välisen seinämän eristävyys

S = sen pinta-ala $\geq 10 \text{ m}^2$

A_2 = vastaanottohuoneen absorptio = 10 m^2 /1, s.76/

4.2 MENETELMÄ 2a:

VTT:LLÄ KEHITETTY PIKAMITTAUSMENETELMÄ

Ilmaääneneristysmittaukset ovat hitaita tehdä ja mittauslaitteet ovat kalliita. Lisäksi mittaajan on oltava ammattitaitoinen sekä hallittava vaadittavat mittauslaitteet. Näiden ongelmien pohjalta on mittausmenetelmää yritetty yksinkertaistaa.

Seuraavassa esitämme Juhani Parmasen kehittämän pikamittausmenetelmän. Menetelmä on esitetty kokonaisuudessaan VTT:n julkaisemassa kirjassa; *Short test method for sound insulation measurements between dwellings /6/*. Tämän pikamittausmenetelmän etuna voidaan pitää sen nopeutta. Menetelmän mukainen mittaus kestää noin kymmenesosan ISO-standardin mukaisen mittauksen kestosta.

Menetelmän huonona puolena todettakoon, ettei tämä menetelmä sovellu kuin ammattimittajille. Mittaamiseen tarvitaan äänitasomittari, jossa on C-painotus ja kohinan tuottamiseen laitteisto, jonka ominaisuudet tunnetaan tarkoin. Myös mittausjärjestely on täysin sama kuin ISO-standardin mukaisella menetelmällä mitattaessa.

Vertaamalla menetelmän 2a antamia mittaustuloksia menetelmän 1 antamiin tuloksiin oletetaan aina, että ISO:n mukainen mittausmenetelmä antaa sen oikean tuloksen ja pikamittausulos on epätarkka.

VTT:llä kehitetty pikamittausmenetelmän mittausohjeet on saatavilla vain englanninkielisenä. Tällöin mittausten tekeminen tarkoin ohjeiden mukaan voi olla hankalaa ja mittausvirheet saattavat vääristää tuloksia.

PIKAMITTAUSMENETELMÄN PERIAATE

Menetelmän periaate on suomennettu pääpiirteittäin em. Juhani Parmasen kirjasta.

Vastaanottohuoneesta määritetään absorptiopinta-ala mittamalla diffuusin äänikentän äänenpainetaso ja saman äänitehoton vapaassa kentässä aiheuttama äänenpainetaso. Sen jälkeen mitataan lähetyshuoneen C-painotettu äänenpainetaso ja samanaikaisesti vastaanottohuoneessa A-painotettu äänenpainetaso ja lasketaan näiden erotus.

Mittaus tehdään vähintään kahdella kaiutinpaikalla siten, ettei kaiutin ole suoraan tutkittavaa rakennetta kohti.

Mittauksessa voidaan käyttää C-painotettua äänenpainetasoa, sillä sen kuvaaja on taajuuksilla 100 - 3150 Hz lähes lineaarista äänenpainetason kuvaajaa vastaava. A-painotettu äänenpainetaso vastaa lähes ihmiskorvan painottamia äänitasoja.

MITTAUKSEEN LIITTYVÄT ONGELMAT

Mittauksen lisäksi joudutaan määrittämään eräitä tekijöitä, mikäli ei voida käyttää kohinalähdettä, jonka ominaisuudet tunnetaan tarkasti. Äänilähteen ominaisuuksien määrittäminen olisi tapahduttava tunnetuissa olosuhteissa eli kun huoneen absorptio on tunnettu. Emme pystyneet määrittämään näitä tekijöitä. Menetelmä soveltuu parhaiten laboratoriomittauksiin. Tästä ja edellä mainituista ongelmista johtui, että otimme käyttöömme pikamittausmenetelmän numero 2b.

4.3 MENETELMÄ 2b:

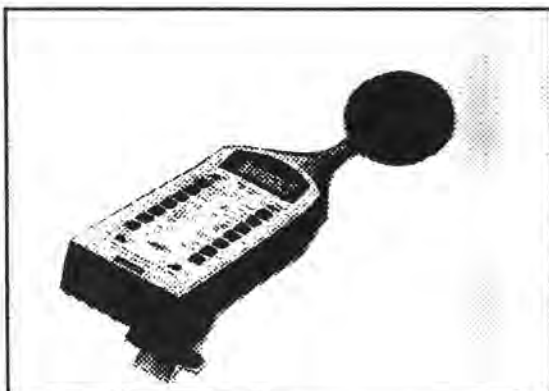
PAINOTETTU PIKAMITTAUSMENETELMÄ (Lin-A)

Tämä mittausmenetelmä on periaatteeltaan sama kuin 2a, mutta tällä on pyritty löytämään mahdollisimman yksinkertaiset mittausvälineet ja mittaustavat.

Painotettu pikamittausmenetelmä voidaan tehdä vähemmin varustein kuin em. menetelmät. Näin ollen menetelmän etuna voidaan pitää sitä, että myös pienemmillä kunnilla ja muilla yksityisyrittäjillä on riittävä ammattitaito ja mahdollisuus tehdä ilmaääneneristysmittauksia.

Mittauslaitteina käytetään tavallista äänitasomittaria (ks. kuva 4). Kohinalähteenä voidaan käyttää radiota tietyin ehdoin. Ehtoina on, että vaaleanpunaista kohinaa (pinknoise) on äänitetty kasetille taajuusalueella 100 - 3150 Hz ja lineaarinen äänenpainetaso on vähintään 90 - 100 dB.

Melumittarilla mitataan vastaanottohuoneesta A-painotettu ja lähetyshuoneesta lineaarinen äänenpainetaso. Saaduista arvoista voidaan laskea ääneneristävyys seuraavien kaavojen avulla.



Kuva 4 Melumittari

Vastaanottohuoneen absorptioala:

$$A = 0.163 * V / T_1 \text{ tai } 2$$

V = vastaanottohuoneen tilavuus (m^3)

T_1 = jälkikaiunta-aika (laskettu keskiarvo 16 mitatun taa-juuden mukaan)

Mikäli tarkkaa jälkikaiunta-ajan mittausta ei voida suorittaa, voidaan vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika T_2 arvioida seuraavan kalustetasoluokituksen mukaan:

T_2 = jälkikaiunta-aika

Tyhjä huone	1
Karusti kalustettu	0.7
Normaalisti kalustettu	0.5
Runsaasti kalustettu	0.4

Huonetilakorjaus:

$$K = 10 \lg (S/A) \text{ dB}$$

S = mitatun rakenneosan pinta-ala, m^2 (kuitenkin aina $>10m^2$)

Ääneneristävyys R'_{ws} pikamittausmenetelmällä:

$$R'_{ws} = L_1 - L_2 - 0.7 + K$$

L_1 = lähetysruoneen lineaarinen äänenpainetaso

L_2 = vastaanottohuoneen A-painotettu äänitaso

5 YHTEENVETOTAULUKKO TULOKSISTA (Ks.taulukko 1)

Taulukossa 1 on esitetty tutkimamme mittauskohteet nimettynä osoitteiden mukaan.

Sarakkeessa 2 on mainittu ensimmäisenä lähetyshuone huoneistonumeron mukaan ja sen jälkeen vastaanottohuone.

R_v -sarake tarkoittaa ISO 140:n esittämällä menetelmällä 1 saatua tulosta desibeleinä.

Mitattu Lin.-A -sarake tarkoittaa mitattua erotusta lineaarisesta äänenpainetasosta ja A-painotetusta äänenpainetasosta desibeleinä.

Mitattu C-A -sarake tarkoittaa mitattua erotusta C-painotetusta äänenpainetasosta ja A-painotetusta äänenpainetasosta desibeleinä.

Viimeinen **rakenne -sarake** kuvaa tutkitun kohteen mitattua rakennetta. Myöhemmin eritellyissä mittauskohteissa on tarkempi selostus kohteista rakennekuvineen.

Taulukko 1:

MITTAUSTULOKSET						
Osoite	Lähetys - vastaanotto	R' w Meeselämä 1	Mit. Lin - A Meeselämä 2b Ilaan painotusta	Mit. C - A	Rakenne	
Apollonkatu 7	A13 mh. - A7 mh.	56	54.8		Puurunko + tuulettu välitila + lautalattia	
Kyöstinkuja 5	A3-4 tv-h. - A1 mh.	52	53.5		Ontelolaatta 265 mm	
Sirömsinlahdenk. 1	F76 oh. - F70 oh.	56	55.5		Ontelolaatta 265mm + tasausbetoni 0-20mm	
Saramäentie 35	D mh. - C mh.	55	51.8		Puurunko*2 + villa 150mm + 2*13mm kipsilevy	
Laakavuorentie 4	C47 keittiö - C44 keittiö	50	50.2		Ontelolaatta 265 mm + tasausbetoni. 35 mm	
Kivipyykintie 9	B79 oh. - B76 oh.	55	52.3		Ontelolaatta 265 mm + tasaubetoni 0-20 mm	
Kerttulinkuja 4	C49 keittiö - C45 mh.	55	58.1		Ontelolaatta 265 mm + tasausbetoni	
Jalavatie 5	A8 keittiö - A2 oh.	58	57.9		Turvepehkuu + laastin murskaa yhteispaksuus 450 mm	
Kivihaantie 10	A7 kylph. - A8 oh.	51	53.9		Kevyt väliseinä	
Lielahdentie 2	A18 kylph. - A19 oh.	47	51.8	51.4	Kevyt väliseinä	
Sumilantie 2	as.keittiö - A keittiö	44	43.6		Ontelolaatta 200 mm + tasausbetoni 50mm	
Rekipellontie 14	D43 tyhjä.mh.-D35 mh.	61	62.9	62.8	Ontelolaatta 265 mm + tasausbetoni	
Jousimiehentie 10	D28 oh. - D25 oh.	54		51.4	Betonilaatta 190 mm + korkkipohjainen muovimatto	
Selkämerenkatu 6	C46 tyhjä.mh. -C48 mh.	59		60.7	Ontelolaatta 265 mm + tasausbetoni 5 - 20 mm	
Laakavuorentie 14	A17 oh. - A22 oh.	53	53.1	52.9	Ontelolaatta 265 mm + tasausbetoni 3 -20 mm	
Palkkatilankatu 9	E54 oh. - E55 oh.	51	53.0	52.8	Kantava betoni väliseinä 160 mm	

Mit. Lin - A = erotus mitatusta lineaarisesta ja A-painotetusta

Mit. C - A = erotus mitatusta C-painotetusta ja A-painotetusta

R' w5 = pikamittausten menetelmän painotettu Lin-A

6 MITTAUSKOHTEET

Mitatut kohteet on tutkittu yleisesti. Tarkempaan tutkimukseen on valittu kohteet Kivihaantie 10 ja Laakavuorentie 14, joista kummastakin on lisäksi liitteitä. Muut mittauskohteet rakennekuvineen löytyvät liiteosasta eriteltyinä.

6.1 Kivihaantie 10

Valmistumisvuosi 1962

Huoneistot

Lähetyshuone A 7 kylpyhuone
Vastaanottohuone A 8 olohuone

Mitattu rakenne

(Kevyt) väliseinä

Mitattu R'_{w}

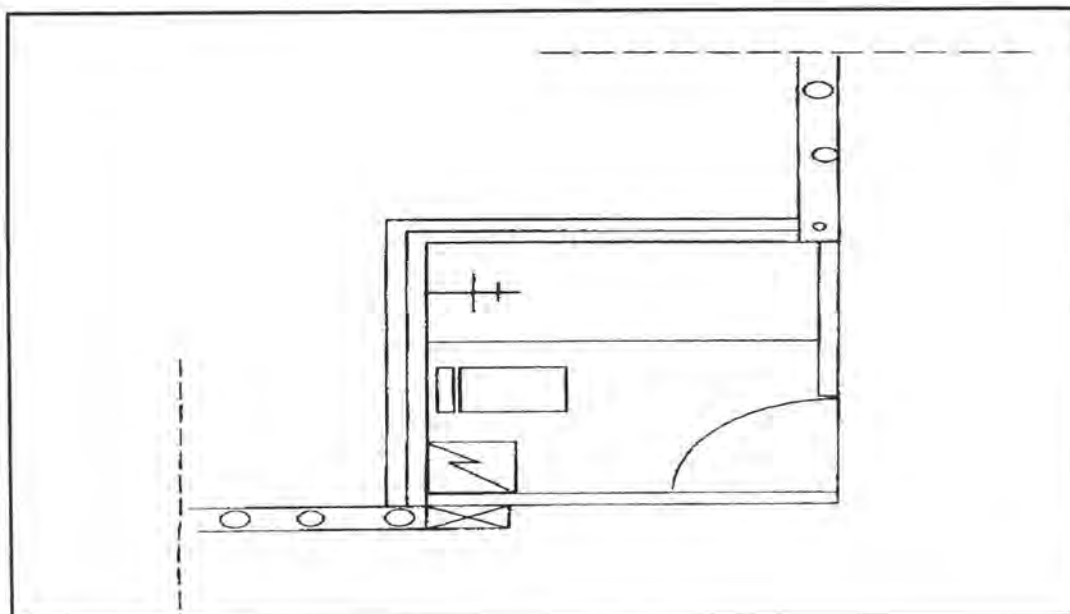
51 dB

Mitattu R'_{ws}

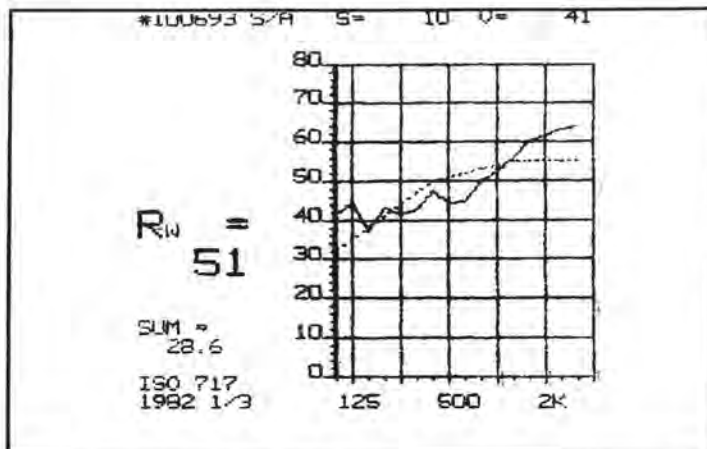
51 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C1 määräyksen virhemarginaalin (+/- 1 dB) rajoissa



Kuva 5 Rakennekuva (pohjapiirros)



Kuva 6 Ääneneristävyys diagrammi

Yllä oleva diagrammi (ks. Kuva 6) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokoneliuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ongelmia ilmaääneneristyksessä.

Rakennekuvasta (ks. Kuva 5) voidaan havaita jo monia ilmaääneneristykseen liittyviä perusvirheitä. Suurimpana virheenä voidaan pitää huonetila sijoittelua. Ns. hiljaiset huoneet, kuten makuu- tai olohuoneet tulisi sijoittaa erilliseen ns. meluisista huoneista, joina voidaan pitää wc tai kylpyhuonetta sekä keittiötä. Myös toiseen huoneistoon tunkeutuvat ns. ulokkeet tulisi jo suunnitteluvaiheessa huomata virheellisiksi ratkaisuksiksi.

Kyseisessä kohteessa voidaan olettaa mitatun rakenteen olevan kevyt väliseinä, joka on jälkeinpäin rakennettu. Luultavasti huoneet ovat kuuluneet aikoinaan samaan huo-

neistoon. Yleensä kun jakoja tehdään, tulisi ne rakentaa alkuperäisten seinien kaltaisista materiaaleista, eikä käyttää kuten tässä tapauksessa, jotakin muuta materiaalia. Jälkeenpäin rakennettu seinä saatta olla joko betonia, kevytbetonia tai puurunkoinen kipsilevyseinä. Seinien välinen tiivistys saattaa myös olla puutteellinen. Näin rakentamiseen jää ilmarakoja ja etenkin ilmanvaihtokanavien kohdalla ne voivat heikentää ilmaääneneristystä huomattavasti.

Tässä kohteessa mitattua ilmaääneneristävyyttä ei voi todeta hyväksi, eikä huonoksi (51 dB). Se täyttää nykyisen ääneneristysmääräyksen +/- 1 dB rajoilla. R'_w arvosta ei ilmene sitä, että normaali puhe oli kuultavissa rakenteen läpi. Vastaanottohuoneessa asuvaa asukasta häiritsi puheen lisäksi erityisesti naapurihuoneiston pesukoneen ääni (ks. rakennekuva 5).

On todettu, että lähetyshuoneen tilavuus vaikuttaa pikamittausmenetelmällä mitattaessa. Tässä kohteessa lähetyshuone oli pieni kylpyhuone, joten sinne syntyy seisovia ääniaaltoja, jotka vaikeuttavat äänenpainetason mittaamista ja siten saattavat vääristää tulosta.

Vastaanottohuoneen kalustetaso vaikuttaa kaikilla mittaus-tavoilla mitattaessa, ja sen vaikutus voidaan eliminoida mittaamalla jälkikaiunta-aika.

Liitteissä numero 3 on esitetty tämän kohteen tietokone-liuska kokonaisuudessaan sekä ympäristökeskuksen tekemä mittauspöytäkirja.

Seuraavassa laskuesimerkki painotetun pikamittaustuloksen määrittämiseksi kaavoilla, käyttäen jälkikaiunta-aikaa T_1 .

KIVIHAANTIE 10:

$$\begin{aligned} A &= 0.163 * 41/0.4 && = 16.71 \text{ (m}^2\text{)} \\ K &= 10 \lg (10/16.71) && = -2.23 \\ R'_{ws} &= 53.9 - 0.7 - 2.23 && = 50.97 \sim 51 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

Verrattaessa saatua tulosta alkuperäiseen $R'_w = 51$ (dB), huomataan pikamittausmenetelmän antavan saman tuloksen.

6.2 Laakavuorentie 14

Valmistumisvuosi 1994

Huoneistot

Lähetyshuone A 17 olohuone
Vastaanottohuone A 22 olohuone

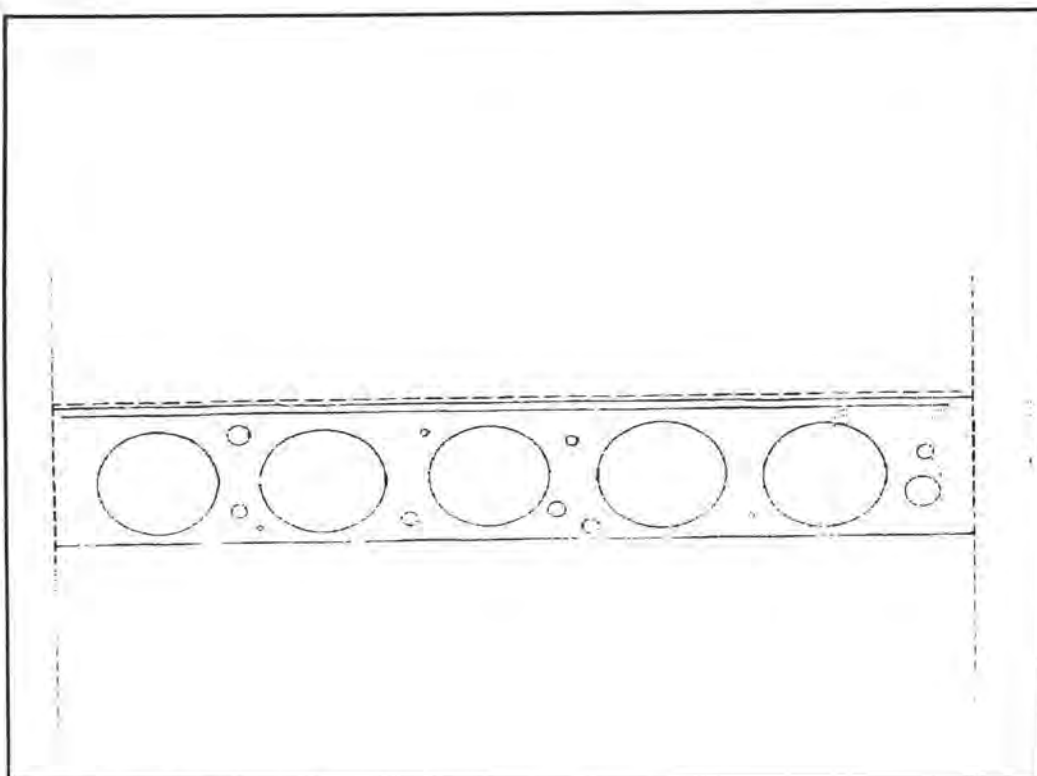
Mitattu rakenne

Välipohja: ontelolaatta 265 mm +
tasausbetoni 3 - 20 mmMitattu R'_{w}

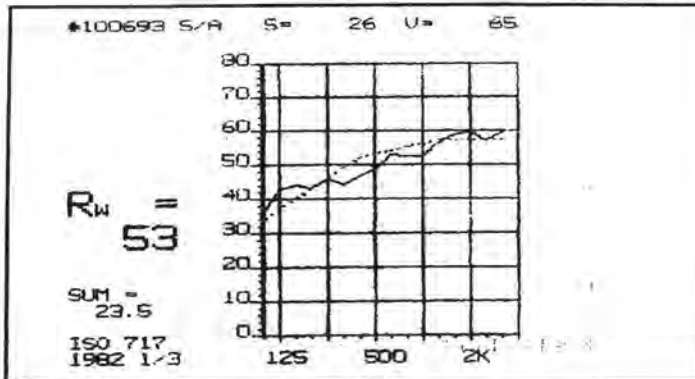
53 dB

Mitattu R'_{ws}

54 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:Rakenne täyttää Suomen rakentamismää-
räyskokoelman osan C1 määräyksen
(Ks. liite 1)

Kuva 7 Rakennekuva (leikkaus)



Kuva 8 Ääneneristävyys diagrammi

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 8) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokoneliuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ongelmia ilmaääneneristyksessä.

Mittaus tehtiin normaalista poiketen alhaalta ylöspäin, mutta se ei vaikuta mittautuloksiin. Mahdollisesti ontelolaatan saumojen tiivistys on puutteellinen, mikä saattaa aiheuttaa ilmaäänivuotoja. Molemmat huoneet olivat tilavuudeltaan normaaleja asuinhuoneita eli $> 25 \text{ m}^3$ ja $< 75 \text{ m}^3$.

Liitteissä numero 4 on esitetty tämän kohteen tietokone-tuloste kokonaisuudessaan sekä ympäristökeskuksen tekemä mittauspöytäkirja.

Seuraavassa laskuesimerkki painotetun pikamittaustuloksen määrittämiseksi kaavoilla, käyttäen jälkikaiunta-aikaa T_1 .

LAAKAVUORENTIE 14:

$$\begin{aligned}
 A &= 0.163 * 61/0.53 & = 19.99 \text{ (m}^2\text{)} \\
 K &= 10 \lg (26/19.99) & = 1.14 \\
 R'_{ws} &= 53.1 - 0.7 + 1.14 & = 53.54 \sim 54 \text{ (dB)}
 \end{aligned}$$

Verrattaessa saatua tulosta alkuperäiseen $R'_w = 53$ (dB), huomataan pikamittausmenetelmän antaman tuloksen poikkeavan siitä +1 dB.

7 MITTAUSTULOSTEN VERTAILU

Teimme taulukon (ks. taulukko 2) mittaustuloksista vertaillaksemme mitattua Lin.-A:ta R'_w :hen. Laskimme saatujen tulosten erotukset päätelläksemme, mistä näiden kahden mittautavan erot johtuvat.

Kalustetason ei pitäisi vaikuttaa mittaustulosten eroihin, sillä se on eliminoitu mittaamalla jälkikaiunta-aika. Huoneen tilavuus vaikuttaa mittaukseen. Mitä pienempi huone on, sitä epätarkemmaksi äänitasojen mittaaminen muodostuu.

Mittaustarkkuudesta voidaan sanoa että se on välttävä, mutta ei vielä riittävän tarkka. Tulosten erot olivat väliltä +/- 5 dB, mikä on liian ylimalkainen ilmaääneneristysmittauksissa.

Tuloksista huomataan, että mitään selvää syytä eroihin ei voida antaa. Lähetyshuoneen tilavuudella on jotakin vaikutusta erotusten positiivisuuteen tai negatiivisuuteen. Mitä pienempi tilavuus, sitä enemmän erotus on negatiivinen ja päinvastoin.

Taulukko 2

VERTAILU R'_w JA MIT. LIN - A				
Osoite	Lähetys - vastaanotto	R'_w	Mit. Lin - A	Erotus
Apollonkatu 7	A13 mh. - A7 mh.	56	54.8 ~ 55	+1.2 ~ +1
Kyöstinkuja 5	A3-4 tv-h. - A1 mh.	52	53.5 ~ 54	-1.5 ~ -2
Strömsinlahdenkj. 1	F76 oh. - F70 oh.	56	55.5 ~ 56	+0.5 ~ 0
Saramäentie 35	D mh. - C mh.	55	51.8 ~ 52	+3.2 ~ +3
Laakavuorentie 4	C44 keittiö - C4 keittiö	50	50.2 ~ 50	-0.2 ~ 0
Kivipyykintie 9	B79 oh. - B76 oh.	55	52.3 ~ 52	+2.7 ~ +3
Kerttulinkuja 4	C49 keittiö - C45 mh.	55	58.1 ~ 58	-3.1 ~ -3
Jalavatie 5	A8 keittiö - A2 oh.	58	57.9 ~ 58	+0.1 ~ 0
Kivihaantie 10	A7 kylph. - A8 oh.	51	53.9 ~ 54	-2.9 ~ -3
Lielahdentie 2	A18 kylph. - A19 oh.	47	51.8 ~ 52	-4.8 ~ -5
Sunilantie 2	as.keittiö - A keittiö	44	43.6 ~ 44	+0.4 ~ 0
Rekipellontie 14	D43 tyhjä.mh.-D35mh.	61	62.9 ~ 63	-1.9 ~ -2
Jousimiehentie 10	D28 oh. - D25 oh.	54	51.4 ~ 51	+2.6 ~ +3
Selkämerenkatu 6	C46 tyhjä.mh.-C48mh.	59	60.7 ~ 61	-1.7 ~ -2
Laakavuorentie 14	A17 oh. - A22 oh.	53	53.1 ~ 53	-0.1 ~ 0
Palkkatilankatu 9	E54 oh. - E55 oh.	49	53.0 ~ 53	-4.0 ~ -2

Teimme taulukon (ks. taulukko 3) mittaustuloksista vertailuksemme painotettua Lin - A:ta (joka merkitään R'_{ws}) R'_w :en. R'_{ws} on laskettu aikaisemmin mainituilla kaavoilla (kts. sivu 13), näin eliminoidaan taulukon 2 mukaan tuloksiin vaikuttava vastaanottohuoneen absorptiopinta-ala. Saadut arvot on pyöristetty kuten R'_w .

Mittaustulosten erot ovat selvästi pienentyneet painotuksen jälkeen, mutta edelleen on huomattavissa kuinka lähetyshuoneen koko vaikuttaa eroihin.

R'_{ws} mittaustarkkuus on +/- 2 dB. Tätä tarkkuutta voidaan pitää suhteellisen hyvänä ja käyttökelpoisena kenttämittauksia tehtäessä.

Taulukko 3

VERTAILU R'_w JA R'_{ws}				
Osoite	Lähetys - vastaanotto	R'_w	R'_{ws}	Erotus
Apollonkatu 7	A13 mh. - A7 mh.	56	54	+2
Kyöstinkuja 5	A3-4 tv-h. - A1 mh.	52	53	-1
Strömsinlahdenkj. 1	F76 oh. - F70 oh.	56	56	0
Saramäentie 35	D mh. - C mh.	55	52	+3
Laakavuorentie 4	C44 keittiö- C47keittiö	50	50	0
Kivipyykintie 9	B79 oh. - B76 oh.	55	52	+3
Kerttulinkuja 4	C49 keittiö - C45 mh.	55	57	-2
Jalavatie 5	A8 keittiö - A2 oh.	58	58	0
Kivihaantie 10	A7 kylph. - A8 oh.	51	51	0
Lielahdentie 2	A18 kylph. - A19 oh.	47	48	-1
Sunilantie 2	as.keittiö - A keittiö	44	43	+1
Rekipellontie 14	D43 tyhjä.mh.-D35mh.	61	62	-1
Jousimiehentie 10	D28 oh. - D25 oh.	54	52	+2
Selkämerenkatu 6	C46 tyhjä.mh.-C48mh.	59	60	-1
Laakavuorentie 14	A17 oh. - A22 oh.	53	54	-1
Palkkatilankatu 9	E54 oh. - E55 oh.	51	50	+1

8 EROAVUUDEN SYYT JA TARKKUUS

Ilmääneneristysmittauksia tehtäessä vaihtoehtoisten mitausmenelmien antamien tulosten erojen syitä on mahdotonta yksinkertaistaa. Erot voivat johtua monista eri seikoista erikseen tai olla näiden kaikkien summa.

Tässä tutkimuksessa verrataan pikamittausmenetelmällä saatua tulosta ISO 717/1 standardin mukaisesti saatuun tulokseen. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C5 lisäehtoa ei siten ole vertailussa huomioitu.

ISO 140 standardin mukaisen mittauksen tarkkuutena pidetään yleisesti +/- 1 dB:ä. Taulukossa 3 on verrattu R'_{w} -arvoa R'_{ws} -arvoon, joten enintään 3 desibelin poikkeavuus näillä arvoilla mahdollistaa tulkinnan, ettei pikamittausmenetelmän virhe ole kahta desibeliä suurempi.

Esimerkki:

- ☆ R'_{w} :ksi on mitattu 55 dB (+/- 1)
 - ⇨ todellinen ilmasteneristysluku on siten 54-56 dB
- ☆ R'_{ws} :ksi on mitattu 3 dB:ä suurempi arvo eli 58 dB (+/- 2)
 - ⇨ todellinen ilmasteneristysluku on siten 56-60 dB

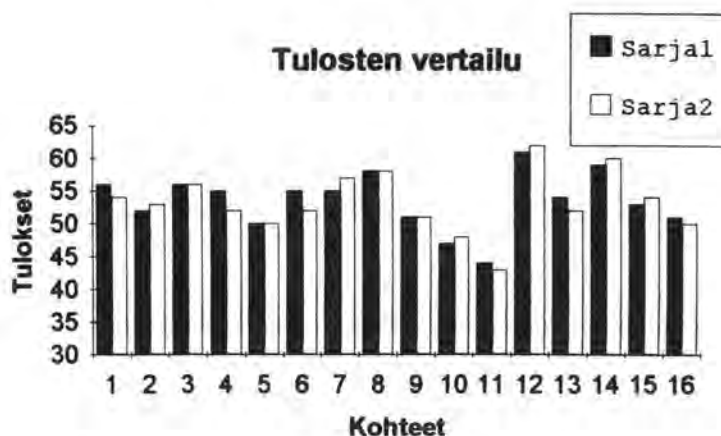
Painotetulla menetelmällä saatua R'_{ws} -arvoa voidaan pitää melko luotettavana. Erinomaisena tuloksena voidaan pitää +/- 1 dB heittoa, jonka 16:sta valitusta kohteesta saavutti 11 eli 69 %. Pyrkimyksenä on saada täsmälleen sama tulos R'_{w} :n kanssa. Kohteistamme neljällä erotukseksi saatiin 0 ja vastaavasti kahdella kohteistamme erotus oli 3 dB. Pikamittausmenetelmän menetelmätarkkuuden ollessa +/- 2dB, on ollut odotettavaa, että vertailuaineiston 16:sta kohteesta vähintään kahden erotus on ollut 3dB.

Pikamittausmenetelmän tarkkuuteen vaikuttaa käytettävän kohinan spektri. Tarkkuus paranee, jos käytetty kohina on pääosin taajuusalueella 100 - 3150 Hz. Jos lähetyshuoneen äänenpainetason määrittämisessä käytetään C-painotusta ei kohinan suurten (> 3150 Hz) ja pienten (<100 Hz) taajuuksien poistaminen ole välttämätöntä.

Neljässä kohteessa, josta mitattiin sekä Lin.-A ja C-A huomattiin, ettei Lin.-A ollut kuin muutaman kymmenyksen suurempi kuin C-A (Ks. taulukko 1). Eroavaisuuden suuruus riippuu kaiuttimen ja kohinageneraattorin ominaisuuksista.

Yleisesti ongelmia mittaustulosten vertailussa aiheutti se, että kohteita oli liian vähän. Lisäksi mittaukset tehtiin kenttämittauksina asiakkaiden kodeissa, jolloin ns. mittaus-testauksiin ei voitu ryhtyä.

Laadimme mittauskohteistamme pylväsdiagrammin (Ks.kuva 9), josta voidaan havaita paremmin miten hyvin R'_w ja R'_{ws} korreloivat toistensa kanssa. Mielenkiinnosta laskimme Pearsonin korrelaatiokertoimen, joka oli kohteille 0,945 (Vrt. paras korrelaatio on 1). Korrelaatio oli siis erinomainen.



Sarja 1: R'_w

Sarja 2: R'_{ws}

Kuva 9 Tulosten vertailu kohteittain

9 PÄÄTELMÄT JA YHTEENVETO

Tehtävänäimme oli tutkia vaihtoehtoisten ilmaääneneristysmittausten antamien tulosten eroavuuksia. Tutkimuksissa havaitimme painotetun menetelmän melko luotettavaksi. Käytetyn havaintoaineiston lukumäärä jäi kuitenkin liian pieneksi, jotta menetelmän luotettavuus olisi voitu todeta täydellisesti.

Menetelmällä numero 2b helpotetaan ja nopeutetaan mittauksia. Eräs hyöty menetelmän luotettavuuden toteamisesta on siinä, että sillä voi tehdä mittauksia myös tavallinen rakentaja. Yleisesti voidaankin todeta, että on parempi tehdä useita ilmaääneneristysmittauksia melko tarkoin tuloksin kuin tehdä yksi mittaus, jonka tulos on täsmällisen tarkka.

Kaikki ilmaääneneristysongelmat ovat vaikeasti määritettävissä ilman mittauksia. Rakennuskohteessa määritetty ilmaneristävyys poikkeaa vastaavalle rakenteelle laboratoriossa määritetystä arvosta. Tähän vaikuttavat sivutiesiirtymät sekä rakenteen liittyminen muihin rakenteisiin (tiivetyys). Siksi mittaukset usein jätetään tekemättä ja luotetaan vain siihen, että rakenne täyttää vaatimukset.

Jatkuva ja häiritsevä ääni, varsinkin naapurihuoneistosta tuleva, koetaan usein jopa terveydelliseksi haitaksi. Ilmaääneneristyksen toimivuus on näin tärkeä osa hyvän rakennuksen kokonaisuudesta ja se luo tärkeän perustan asumisviihtyvyydelle.

VIITELUETTELO

- /1/ Borenus Juhani et al. , *Akustiikan perusteet*. Insinööritieto Oy. 1981. 176 s.
- /2/ Halme Alpo, *Rakennus- ja huoneakustiikka*. Meluntorjunta. Moniste 378. Otakustantamo: Espoo. 1977. 592 s.
- /3/ Halme Alpo et al., *Äänitekniikka LVI- ja rakennusalalla*. Julkaisu 48-86. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus INSKO. INSKO ry. 1986.
- /4/ *Ääneneristävyys helsinkiläisissä kerrostaloissa Helsinki*. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/94. 1994. 21 s.
- /5/ Parjo Mauri et al. , *Ääneneristys*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 23 s.
(lisätieto: kansilehden kuva on tästä kirjasta)
- /6/ Parmanen Juhani, *A short test method for sound insulation measurements between dwellings*. VTT Publications 29. VTT Offset paino: Espoo. 1986. 63 s.
- /7/ *Akustiikan sanasto*. Suomen standardisointiliitto, SFS 5100. Helsinki. 1985. 119s.

RakMK

RT RakMK-20596

säännös-
tiedosto

1985-03-18

1 (8)

Korvaa RT RakMK-20215

Ympäristöministeriö
Suomen rakentamismääräyskokoelma
ÄÄNENERISTYS
Määräykset 1985

C 1

Nämä määräykset kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Määräykset tulevat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1985 ja koskevat rakentamistoimenpidettä, johon on haettu lupa mainittuna päivänä tai sen jälkeen. Tällä päätöksellä kumotaan 12 päivänä marraskuuta 1975 annetut Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kuuluvat ääneneristystä koskevat määräykset (C 1).

Helsingissä 18 päivänä lokakuuta 1984

Ympäristöministeri Matti Ahde

Osastopäällikkö Ylijohtaja Olavi Syrjänen

SISÄLLYS

1. Käsitteitä
2. Yleistä
3. Asuinrakennukset
 - 3.1 Ilmaaneneristävyys
 - 3.2 Askelaaneneristävyys
 - 3.3 Jälkikaiunta-aika
 - 3.4 Äänitaso
4. Majoitusliikkeet
 - 4.1 Ilmaaneneristävyys
 - 4.2 Askelaaneneristävyys
 - 4.3 Jälkikaiunta-aika
 - 4.4 Äänitaso
5. Asuntolarakennukset
 - 5.1 Ilmaaneneristävyys
 - 5.2 Askelaaneneristävyys
 - 5.3 Jälkikaiunta-aika
 - 5.4 Äänitaso
 - 5.5 Muut asuntolarakennukset
 - 5.6 Tilapaisasuntolat
6. Sairaalat, terveyskeskukset ja hoitolaitokset
 - 6.1 Ilmaaneneristävyys
 - 6.2 Askelaaneneristävyys
 - 6.3 Jälkikaiunta-aika
 - 6.4 Äänitaso
7. Koulut ja muut opetusrakennukset
 - 7.1 Ilmaaneneristävyys
 - 7.2 Askelaaneneristävyys
 - 7.3 Jälkikaiunta-aika
 - 7.4 Äänitaso
8. Päivähoitolaitokset
 - 8.1 Ilmaaneneristävyys
 - 8.2 Askelaaneneristävyys
 - 8.3 Jälkikaiunta-aika
 - 8.4 Äänitaso
9. Toimistorakennukset
 - 9.1 Ilmaaneneristävyys
 - 9.2 Askelaaneneristävyys
 - 9.3 Äänitaso
10. Teollisuusrakennukset
 - 10.1 Ilmaaneneristävyys
 - 10.2 Äänitaso
 - 10.3 Jälkikaiunta-aika
11. Äänitaso rakennuksen ulkopuolella
12. Mittaukset

1. Käsitteitä

Ilmaaneneristysluku R'_{w} (dB)

Väliseinän, välipohjan tms. ilmaaneneristävyyttä kuvaava luku, joka saadaan vertaamalla taajuuden funktiona mitattua ilmaaneneristävyyttä standardoituun vertailukäyrään.

Askelaänitasoluku $L'_{n,w}$ (dB)

Askelaaneneristävyyttä kuvaava luku, joka saadaan vertaamalla taajuuden funktiona mitattua askelaänitasoa standardoituun vertailukäyrään.

Ilmaaäni

Äänilähteestä ympäristöön ilman välityksellä leviävä ääni.

Askelaäni

Muihin huoneisiin kuuluva ääni, joka aiheutuu esim. kuljettaessa välipohjalla ja portaisissa.

Äänitaso (dB)

Äänenpainetason painotettu arvo. Näissä määräyksissä käytetään A-taajuuspainotusta.

Keskimääräinen eristävyys \bar{R} (dB)

Taajuuskaistoittain määritettyjen ilmaaneneristävyyksien aritmeettinen keskiarvo.

Runkoääni

Rakenteessa tai muussa kiinteässä kappaleessa etenevä mekaaninen värähtely, joka aiheuttaa ilmaaäntä.

Jälkikaiunta-aika T (s)

Aika, jona äänenpainetaso äänilähteen vaiettua alenee 60 dB.

Äänenpainetaso (dB)

Äänenpaineen ja standardoidun vertailuäänepaineen suhteen kaksikymmenkertainen kymmenlogaritmi.

2. Yleistä

2.1 Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että kussakin tilassa saavutetaan sen käyttötarkoitusta vastaavat tyydyttävät äänolosuhteet.

2.2 Rakennus on suunniteltava ja rakennettava myös siten, että kohdissa 3–11 annetut vaatimukset täytetään.

2.3 Rakennus- tai muussa vastaavassa luvassa voidaan ääneneristykseksi asettaa muukin kuin kohdissa 3–11 annettu vaatimus, mikäli tyydyttäviä äänolosuhteita ei muuten voida aikaansaada.

3. Asuinrakennukset**3.1. Ilmaääneneristävyyks**

Taulukko 1. Pienimmät sallitut ilmaääneneristysluvun R'_{w} arvot

3.1.1 Rivitalot ja muut kytketyt pientalot	Ilmaääneneristysluku R'_{w} (dB)	
	Vaaka-suunnassa	Pysty-suunnassa
- Asuinhuoneistojen välillä	55	55
- Asuinhuoneiston ja huoneistoon kuulumattoman huolto-, palvelu- tai varastotilan välillä	55 *)	55 *)
- Asuinhuoneiston ja muun huoneiston välillä, lukuun ottamatta toimistotyöhuoneistoa	60 **)	60 **)
- Asuinhuoneiston ja toimistotyöhuoneiston välillä	55	55
- Asuinhuoneiston ja autosuojan välillä	60	60

3.1.2 Asuinkerrostalot

- Asuinhuoneistojen 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, ulakko, varasto tai muu vastaava tila.

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

****) Oven tai oviyhdistelman tulee kuulua vähintään luokkaan 30 dB.

3.2 Askelääneneristävyyks

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

3.2.1 Rivitalot ja muut kytketyt pientalot	Askeläänitasoluku L'_{w} (dB)
- Asuinhuoneistosta ja kattoterassilta toisen huoneiston keittokomeroon, keittiöön tai muihunkin asuinhuoneeseen	58
- Huoneistoon kuulumattomasta huolto-, palvelu- ja varastotilasta asuinhuoneeseen	49 *)
- Autosuojasta asuinhuoneeseen	49
- Muusta huoneistosta, lukuun ottamatta toimistotyöhuoneistoa, asuinhuoneistoon	49 **)
- Toimistotyöhuoneistosta asuinhuoneistoon	58

3.2.2 Asuinkerrostalot

- Asuinhuoneistosta ja kattoterassilta toisen huoneiston keittokomeroon, keittiöön tai muihunkin 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, ulakko, varasto tai muu vastaava tila.

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

3.3 Jälkikaiunta-aika

Porrashuoneessa ja käytävässä, josta on käynti kahteen tai useampaan huoneistoon, saa jälkikaiunta-aika 500 Hz:n ja sitä suuremmilla taajuuksilla olla enintään 1,3 sekuntia.

3.4 Äänitaso

3.4.1 Rakennuksen LVIS-laitteiden aiheuttama äänitaso saa keittiössä olla enintään 35 dB ja muussa asuinhuoneessa enintään 30 dB.*)

Vaatimukset eivät koske äänitasoa, joka aiheutuu samassa huoneistossa tapahtuvasta vedenlaskusta.

Keittiön ollessa osan muuta asuinhuonetta noudatetaan muulle asuinhuoneelle asetettua äänitasovaatimusta.

3.4.2 Talopesulan koneiden ja laitteiden aiheuttama äänitaso saa keittiössä olla enintään 35 dB ja muussa asuinhuoneessa enintään 30 dB.**)

3.4.3 Asuinrakennuksessa olevan muun huoneiston kuin asuinhuoneiston laitteiden aiheuttama äänitaso saa keittiössä olla enintään 35 dB ja muussa asuinhuoneessa enintään 30 dB.***)

RakMK

RT RakMK-20636

säännöstiedosto

9.9.1985

1(20)

Korvaa RT RakMK-20168

C5

Ympäristöministeriö
Kaavoitus- ja rakennusosasto
Suomen rakentamismääräyskokoelma

ÄÄNENERISTYS Ohjeet 1985

Nämä ohjeet kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Ohjeet liittyvät ääneneristyksestä annettuihin määräyksiin. Ohjeet tulevat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1985 ja koskevat rakentamistoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen. Tällä päätöksellä kumotaan 8 päivänä kesäkuuta 1978 annetut Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kuuluneet ääneneristystä koskevat ohjeet (C5).

Helsingissä 18 päivänä lokakuuta 1984

Osastopäällikkö Ylijohtaja Olavi Syrjänen

Yli-insinööri Esko Mononen

SISÄLLYS

1. Käsitteitä ja merkintöjä
2. Seinien ja välipohjan ilmaääneneristävyys
 - 2.1 Rakenteiden liitoksia
 - 2.2 Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus
 - 2.3 Yleisiä huomautuksia
 - 2.4 Seinien ilmaääneneristävyyksiä
 - 2.5 Välipohjen ilmaääneneristävyyksiä
3. Välipohjan askelääneneristävyys pystysuunnassa
 - 3.1 Yleisiä huomautuksia
 - 3.2 Raakavälipohja
 - 3.3 Lattiapäällysteet
 - 3.4 Päällysteen valinta ilman mittausta
 - 3.5 Askelääneneristävyyden mitoittaminen
4. Askelääneneristävyys portaasta ja porras-huoneesta huoneistoon
 - 4.1 Kerrostalot
 - 4.2 Rivitalot ja muut kytketyt pientalot
 - 4.3 Luhtikäytävätalot
5. Huoneistojen välinen askelääneneristävyys muussa kuin pystysuunnassa
6. Askelääneneristävyys erityistapauksissa
7. Ovien ääneneristävyys
 - 7.1 Oven ja seinän yhteiseristävyys
8. Jälkikäivä-aika
9. Mittausmenetelmät
 - 9.1 Yleistä
 - 9.2 Ilmaääneneristävyys R
 - 9.3 Askelääneneristävyys L_n
 - 9.4 Rakennuksen LVIS-laitteiden aiheuttaman äänitason mittaaminen

1 Käsitteitä ja merkintöjä

Käsitteitä

Absorptioala

Pinnan ala kerrottuna se absorptiosuhteella.

Absorptiosuhde

Pinnan absorboiman ja siihen osueneen äänitehon suhde.

Askelääni

Ääni, joka aiheutuu esim. kuljettaessa välipohjalla tai portaissa.

Askeläänitaso

Äänenpainetaso, jonka askeläänikoneen iskut huoneen lattiaan aiheuttavat toisessa huoneessa.

Ilmaääni

Äänilähteestä ympäristöön ilman välityksellä leviävä ääni.

Jälkikäivä-aika

Aika, jona äänenpainetaso äänilähteen vaiettua alenee 60 dB.

Runkoääni

Rakenteessa tai muussa kiinteässä kappaleessa etenevä mekaaninen värähtely, joka aiheuttaa ilmaääntä.

Äänenpaine

Äänikentästä aiheutuvan hetkellisen paineen ja staattisen paineen ero.

Äänenpainetaso

Äänenpaineen ja standardoidun vertailuäänepaineen suhteen kaksikymmenkertainen kymmenlogaritmi.

$$L_p = 20 \log p/p_0 \text{ dB}$$

Äänitaso

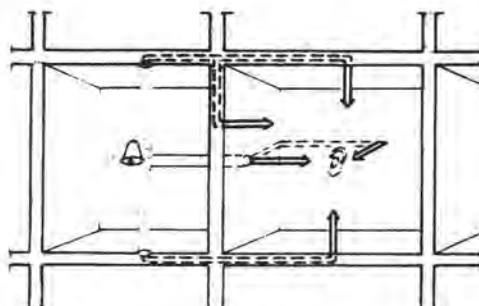
Äänenpainetason painotettu arvo. Ellei toisin merkittä tarkoitetaan A-taajuuspainotusta.

Merkintöjä

A	Absorptioala	m ²
L _A	A-taajuuspainotettu äänitaso (A-äänitaso)	dB
L _{Aeq}	Jatkuva samanarvoinen (ekvivalentti) A-äänitaso	dB
L _i	Askeläänikojen vastaanottohuoneeseen aiheuttama äänenpainetaso	dB
L _n	Laboratoriomittauksiin perustuva normalisoitu askeläänepainetaso	dB
L' _n	Rakennuksessa suoritettuihin mittauksiin perustuva normalisoitu askeläänepainetaso	dB
L _{n,w} ja L' _{n,w}	Askeläänitasoluku (laboratoriossa ja rakennuksessa)	dB
L _p	Äänenpainetaso	dB
ΔL	Pääilysteen parannusvaikutus	dB
R	Laboratoriossa mitattu ääneneristävyyden	dB
R'	Rakennuksessa mitattu ääneneristävyyden	dB
R _w ja R' _w	Ilmaääneneristysluku (laboratoriossa ja rakennuksessa)	dB
T	Jälkikaiunta-aika	s
a	Absorptiosuhde	
p	Äänenpaine	Pa
p ₀	Vertailuäänepaine (= 20 · 10 ⁻⁵ Pa)	Pa

2 Seinien ja välipohjen ilmaääneneristävyyden

Seinän ja välipohjan ääneneristävyyden rakennuksessa on erottavan rakenteen eristävyyden ja liittyvien rakenteiden sivutiie-eristävyyden muodostama yhteiseristävyys (kuva 1).



Kuva 1. Kaaviokuva äänen siirtymästä kahden huonetilan välillä

Sivutiesiirtymä

Sivutiesiirtymän merkitys tulee sitä merkittävämmäksi, mitä parempi on tiloja erottavan rakenteen ääneneristävyyden. Sivutiesiirtymä voidaan estää esim. tekemällä sivuvaivat rakenteet riittävän massiivisiksi tai rakenteitaan äänisäteilyä estäviksi, suunnittelemalla rakenneliitokset oikein tai käyttämällä tarvittaessa sivuvaivan rakenteen katkaisua.

Tiivistys

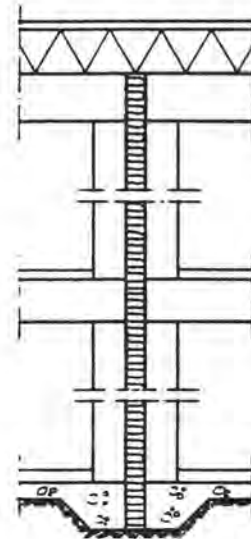
Kaikki huoneistojen välisissä rakenteissa olevat saumat tiivistetään huolellisesti ilmavirtauksen estävällä tiivillä materiaalilla (esim. betoni, kipsi, kumi, elastinen kitti).

LVI-laitteet

LVI-laitteet erotetaan riittävästi rakenteista. Laitteistot varustetaan tarvittaessa ääntä vaimentavilla komponenteilla. Rakennus suunnitellaan siten, ettei runsaasti LVI-laitteita vaativia tiloja sijoiteta melulta suojeltavien tilojen läheisyyteen.

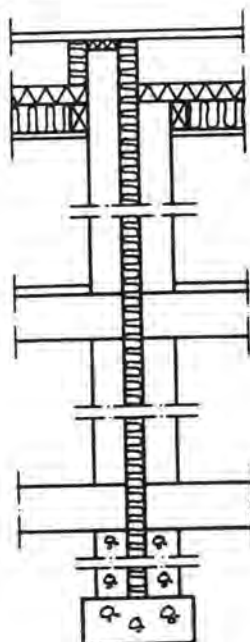
2.1 Rakenteiden liitoksia

Esimerkkejä väliseinän liittymisestä ylä-, ala- ja välipohjaan.



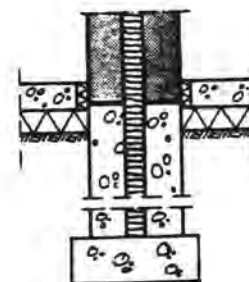
Kuva 2.

Kaksinkertaisen kiviainesseinän ja ylä-, ala- ja välipohjan liitokset, joilla voidaan saavuttaa 60 dB ilmaääneneristävyyden. Seinä: betonia, tiiltä, kevytbetonia tms. kiviainesta. Yläpohja: betonia, kevytbetonia tms. kiviainesta. Välipohja: betonia, kevytbetonia tms. kiviainesta. Alapohja: maanvarainen betonialapohja.



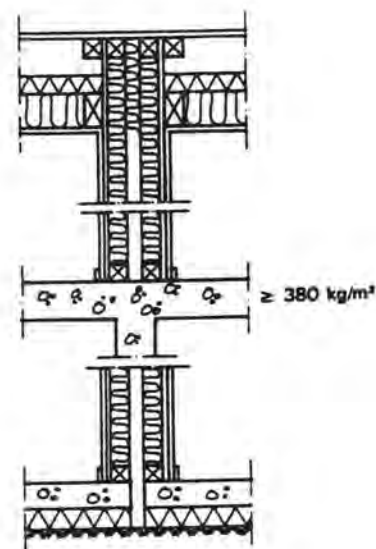
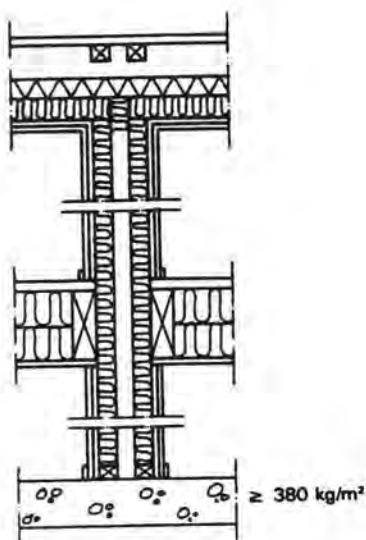
Kuva 3.

Kaksinkertaisen kiviseinän ja ylä-, ala- ja välipohjan liitokset, joilla voidaan saavuttaa 55 dB ilmäneristävyyttä. Seinä: betonia, tiiltä, kevytbetonia tms. kiviseinästä. Yläpohja: levyrakenteinen. Välipohja: betonia, kevytbetonia tms. kiviseinästä. Alapohja: erillisellä perustuksella lepävä betoni- tai kevytbetonialapohja. Perustus on viettävä erillisinä vähintään 2 m syvyyteen.



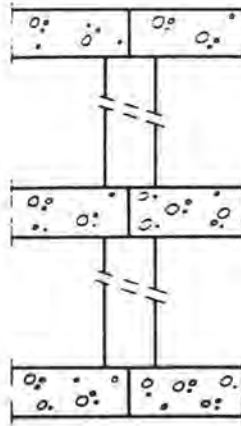
Kuva 4.

Erillisellä perustuksella lepävään kevytbetoniseinän ja maanveraisen lattialaatan liitos, jolla voidaan saavuttaa 55 dB ilmäneristävyyttä. Perustus on viettävä erillisinä vähintään 2 m syvyyteen.



Kuva 5.

Kaksirunkoisen levyseinän ja ylä-, ala- ja välipohjan liitokset, joilla voidaan saavuttaa 55 dB ilmäneristävyyttä. Yläpohja: levyrakenteinen. Välipohja: puurunkoinen levyrakenteinen. Alapohja: betonilaatta.



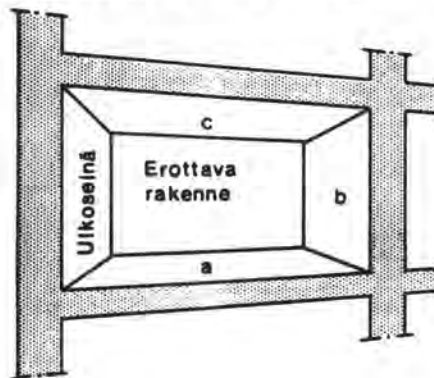
Kuva 6.

Betoniväliseinän ja ylä-, väli- ja alapohjan liitokset, joilla voidaan saavuttaa 52 ja 53 dB ilmäneristävyyttä.

- a) Seinä: ≥ 160 mm betoni tai ≥ 200 mm tiili ja väli-pohja: ≥ 160 mm massiivbetoni.
 b) Seinä: ≥ 180 mm betoni tai ≥ 230 mm tiili ja väli-pohja: ≥ 260 kg/m³ ontelolasta.

2.2 Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus

Liittyvillä rakenteilla tarkoitetaan erottavaan seinään tai välipohjaan liittyviä huonetta rajaavia rakenteita. Ulko-seinän vaikutus on otettu erikseen huomioon taulukoissa 2–4. Liittyvien rakenteiden vaikutus erottavan rakenteen eristävyyteen lasketaan taulukon 1 mukaisesti.



Kuva 7.

Liittyvät rakenteet. Erottavan rakenteen eristävyyttä määrittäessä huomioon otettavia rakenteita ovat a, b ja c.

Liittyvien rakenteiden luokittelu:

- I) levyrakente
levyverhottu (kipsilevy, lastulevy, asbestisementti-selluloosalevy, puolikova kuitulevy tms.) kivirakenne
- II) kivirakenne, jonka paino on vähintään 200 kg/m²
- III) kivirakenne, jonka paino on alle 200 kg/m²

Taulukko 1.

Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus

Liittyvien rakenteiden yhdistelmä	Korjaus taulukoissa 2–4 annettuun ilmäneristävyyden lukuun R' _w	
	Jäykät liitokset	Joustavat liitokset tai jos sivuava rakenne on katkaistu kaksinkertaisen rakenteen kohdalla
I + I + I tai I + I + II	+1 dB	+1 dB
I + II + II tai II + II + II	0 dB	0 dB
I + II + III tai II + II + III	-1 dB	0 dB
II + III + III	-2 dB	0 dB
III + III + III	-3 dB	-1 dB

2.3 Yleisiä huomautuksia

Taulukoissa 2, 3 ja 4 esitetyt ilmäneristävyydet voidaan saavuttaa seuraavilla ehdoilla:

- a) Seinien ja välipohjien liitokset ulkoseiniin ja muihin liittyviin rakenteisiin sekä putkien ja johtojen läpiviennit tiivistetään hyvin. Läpi ulottuvia reikiä tai rakojia ei saa esiintyä.
- b) Jos yläpohja ei ole riittävän hyvin ääntäeristävä, rakennetaan huoneistoja erottava seinä tai ainakin osa siitä vesikaton aluslaudoitukseen kiinni.
- c) Kaksinkertaiset seinät tehdään siten, ettei seinän puoliskojen välillä ole äänialtoina toimivia kiinteitä sidoksia, kuten sideteräksiä, muurauslaastia tms. (Sidelangallisten (3–4 kpl/m², Ø 4 mm) tiiliseinien eristävyytsarvot on mainittu erikseen.)
- d) Välipohja katkaistaan kaksinkertaisen seinän kohdalla.
- e) Kaksinkertaisen kiviainesseinän puoliskot rakennetaan erillisille perustuksille. Perustus on vietävä erillisessä vähintään 2 m syvyyteen. Kaksinkertainen kiviainesseinä voidaan rakentaa yhtenäiselle perustukselle, jos äänen siirtyminen seinän puoliskosta toiseen perustuksen kautta saadaan tehokkaasti estettyä.
- f) Taulukoissa mainittu rakennuslevy voi olla: lastulevy, puukuitulevy, kipsilevy, asbestisementtiselluloosalevy tai vastaava.
- g) Liittyvien rakenteiden vaikutus erottavan rakenteen eristävyyteen otetaan huomioon kohdan 2.2 taulukon 1 mukaisesti.
- h) Otetaan huomioon esimerkkirakenteissa mainitut lisäehdot.

2.4 Seinien ilmäneristävyyksiä

Taulukossa 2 on esitetty yksinkertaisten ja levyverhotujen kiviainesseinien sekä yksirunkoisten levyseinien ilmäneristävyyksiä. Taulukossa 3 on esitetty vastaavasti kaksinkertaisten seinärakenteiden ilmäneristävyyksiä.

Taulukko 3.

Kaksinkertaisten seinärakenteiden ilmäeneristyslukuja R'_{w} (dB).
Liittyvien rakenteiden vaikutus huomioidaan taulukon 1 mukaan.

Seinän ja ulkoseinän liitos (vs kaleikkaukset)				
Ulkoseinän rakenne	Ulkoverhous ¹⁾ Lämmöneriste 130 tiili	Ulkoverhous ¹⁾ Lämmöneriste Rakennuslevy	Ulkoverhous Lämmöneriste 150 ... 300 kevyt- betoni ⁶⁾	40 ... 60 betoni Lämmöneriste 80 ... 90 betoni
Seinän rakenne				
100 betoni 30 mineraalivilla 100 betoni	60	60	60	
85 tiili ²⁾ 50 mineraalivilla 85 tiili	50	50	50	50
130 tiili ^{2), 3)} 30 mineraalivilla 130 tiili	55 53 ⁷⁾	55 53 ⁷⁾	55 53 ⁷⁾	
130 tiili ^{2), 3)} 50 mineraalivilla 130 tiili	57 54 ⁷⁾	57 54 ⁷⁾	57 54 ⁷⁾	
70 kevytbetoni ⁶⁾ 50 mineraalivilla 70 kevytbetoni		48	48	48
150 kevytbetoni ^{3), 6)} 50 mineraalivilla 150 kevytbetoni	55	55	55	
150 kevytbetoni ^{3), 6)} 100 ilmaväli, jossa 75 mineraalivilla 150 kevytbetoni	60	60	60	
2 rakennus- levyä ^{3), 4) ja 5)} 70 runko + mine- raalivilla 20-50 ilmaväli 70 runko + mine- raalivilla 2 rakennuslevyä		56-60	56-60	56-60
2 rakennus- levyä ^{3), 4) ja 5)} 70 runko + mine- raalivilla 2 rakennuslevyä		55	55	55
2 rakennus- levyä ^{3), 4) ja 5)} 2 erillistä runkoa 120 mineraalivilla 2 rakennuslevyä		52	52	52

Huomautuksia:

- 1) Ulkoverhouksena on tiili, rakennuslevy, betoni, kevytbetoni tms.
- 2) Molemmin puolin tasoitettu seinä. 15 mm rappaus molemmin puolin parantaa arvoja 1 ... 2 dB. Tiilien tulee kuulus vähintään tiheysluokkaan 1,5. Tiileksi katsotaan myös kalkkikiikkakivi.
- 3) Rakenteen yhteydessä ei saa käyttää läpimenevää ala-, ylä- tai välipohjaa.
- 4) Levyn massa tulee olla 8 ... 10 kg/m². Levyn yhteismassa tulee yhdessä pinnassa olla vähintään 15 kg/m².
- 5) Ilmavälin kummallekin puolelle voidaan sijoittaa ohut, tiheään rei'itetty kovalevy tms. Myös metalliverkko, listoja, tiivistyspaperiä tms. voidaan käyttää.
- 6) Kevytbetonin tiheydeksi on oletettu 400 ... 500 kg/m³.
- 7) Sidelankoja (3 ... 4 kpl/m², Ø 4 mm) käytettäessä saavutettava enstävyyttä.
- 8) Kevytbetonin tiheys on 500 ... 600 kg/m³. 60 dB enstävyys edellyttää, ettei seinäpuoliskojen välillä ole siterä.

Taulukko 2.

Yksinkertaisten kiviainesseinien ja levyverhottujen kiviainesseinien ilmajärseneristyslukuja R_w (dB).
Liittyvien rakenteiden vaikutus huomioidaan taulukon 1 mukaan.

Seinän ja ulkoseinän liitos (vaakaleikkaus)					
	Ulkoseinän rakenne	Ulkoverhous	Ulkoverhous	Ulkoverhous	Ulkoverhous
Seinän rakenne	40...80 betoni Lämmöneriste 80...90 betoni	Lämmöneriste 130 tiili	Lämmöneriste Rakennuslevy	Lämmöneriste 160 betoni	Lämmöneriste 150...300 kevyt- betoni ¹⁾
80 betoni	46	46	46		44
100 betoni	49	49	49		47
120 betoni	50	50	50		49
140 betoni	51	51	51		51
150 betoni	52	52	52	53	52
160 betoni	53	53	53	54	53
180 betoni	55	55	55	56	55
200 betoni	57	57	57	58	57
130 tiili ²⁾		47	47	47	45
200 tiili ²⁾		52	52	53	52
270 tiili ²⁾		54	54	55	54
285 tiili ²⁾		55	55	57	55
200 kevytbetoni ³⁾			44	44	44
160 betoni 30 mineraalivilla rakennuslevy ⁴⁾	55	55	55	56	55
130 tiili 50 mineraalivilla rakennuslevy ⁴⁾		51	51	52	51
200 tiili 50 mineraalivilla rakennuslevy ⁴⁾		55	55	56	55
200 kevytbetoni 30 mineraalivilla rakennuslevy ⁴⁾	49	49	49	49	48
2 rakennuslevy ⁴⁾ 70 runko + mine- raalivilla 2 rakennuslevy	48		48	48	48

Huomautuksia:

1) Ulkoverhouksena on tiili, rakennuslevy, betoni, kevytbetoni tms.

2) Molemmiin puoliin tasoitettu seinä. 15 mm rappaus molemmiin puoliin parantaa arvoja 1...2 dB.

Tiilien tulee kuulua vähintään tiheysluokkaan 1,5. Tiileksi katsotaan myös kalkkikiviä.

4) Levyn massa tulee olla 8...10 kg/m². Levyn yhteismassa tulee yhdessä pinnassa olla vähintään 15 kg/m².

3) Kevytbetonin tiheys on oletettu 400...500 kg/m³.

5) Kevytbetonin tiheys on 500...600 kg/m³.

2.5 Välipohjan ilmaääneneristävyyttä

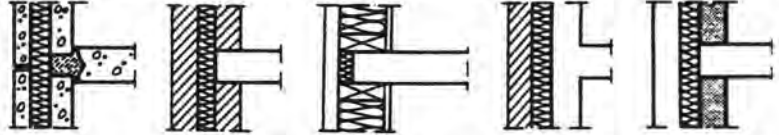
Taulukossa 4 on esitetty välipohjen ilmaääneneristävyyttä.

Taulukko 4.

Välipohjen ilmaääneneristyslukuja R'_w (dB).

Liittyvien rakenteiden vaikutus huomioidaan taulukon 1 mukaan.

Välipohjan ja ulko-
seinän liitos
(pystysuunnassa)



Ulkoseinän rakenne	40 ... 80 betoni Lämmöneriste 80 ... 90 betoni	Ulkoverhouk ¹⁾ Lämmöneriste 130 tiili	Ulkoverhouk ¹⁾ Lämmöneriste Rakennuslevy	Ulkoverhouk ¹⁾ Lämmöneriste 160 betoni	Ulkoverhouk ¹⁾ Lämmöneriste 150 ... 300 kevyt- betoni ⁸⁾
Välipohjan rakenne					
160 betoni ⁹⁾	53	53	53	53	53
180 betoni ⁹⁾	55	55	55	55	55
200 betoni ⁹⁾	56	56	56	56	56
ontelolaatta ⁹⁾ , ¹⁰⁾ n. 390 kg/m ³	55	55	55	55	55
ontelolaatta ⁹⁾ , ¹⁰⁾ n. 260 kg/m ³	53	53	53	53	53
ontelolaatta n. 260 kg/m ³ 50 pintabetoni	56	56	56	56	56
lattiapäällyste 25 rakennuslevy 12 huokoinen levy 220 pelkistö + 100 mineraalivilla 3 kova kuitulevy 45 pelkistö rikkessä + 50 mineraalivilla 2 rakennuslevy				53	
lattiapäällyste 25 rakennuslevy 2 erillistä pelkistöä + 250 lämpöä + 150 mineraalivilla 2 rakennuslevy				53	

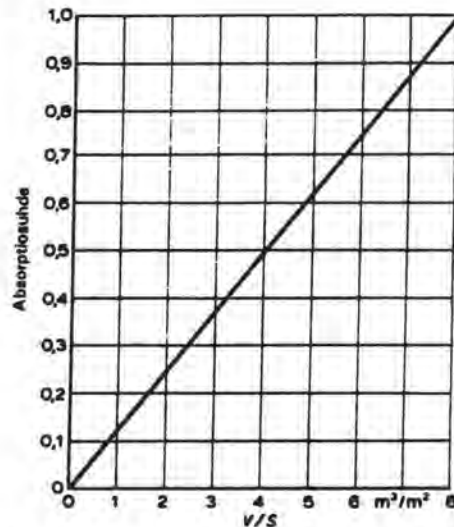
Huomautuksia:

- 1) Ulkoverhouksena on tiili, rakennuslevy, betoni, kevytbetoni tms.
- 8) Painoluokka 400 ... 500 kg/m³.
- 9) Tasoitettu.
- 10) Saumattu.

8 Jälkikaiunta-aika

Porrashuoneisiin ja käytäviin asennetaan jälkikaiunta-ajan pienentämiseksi vaimentavaa verhousta. Sopivia vaimennusmateriaalin sijoituspaikkoja ovat käytävien katot ja porrashuoneiden vaakasuorat pinnat ja porrasyökkyjen alapinnat.

Kuvan 9 käyrän avulla voidaan määrätä verhousmateriaalin pienin tarvittava absorptiosuhde α , kun tunnetaan porrashuoneen tai käytävän tilavuus V (m^3) ja käytettävän verhouksen pinta-ala S (m^2). Käyrä esittää vastimustasoa $T \leq 1,3$ s.



Kuva 9. Käyrä porrashuoneen tai käytävän vaimennusverhouksen pienimmän tarvittavan absorptiosuhteen α määrittämiseksi, kun tunnetaan tilavuuden V (m^3) ja verhouksen pinnan pinta-alan S (m^2) suhde ja vastimus on $T \leq 1,3$.

Tarvittava verhouspinta-ala voidaan laskea myös kaavasta $S = 0,123 \cdot V/\alpha$.

9 Mittausmenetelmät

9.1 Yleistä

Ääneneristysmittaukset suoritetaan seuraavien standardien mukaisesti:

standardi	sisältö
ISO 140/III-1978	ilmääneneristävyyden laboratoriomittaukset
ISO 140/IV-1978	ilmääneneristävyyden kenttämittaukset
ISO 140/VI-1978	askelääneneristävyyden laboratoriomittaukset
ISO 140/VII-1978	askelääneneristävyyden kenttämittaukset
ISO 140/VIII-1978	lattiapäällysteiden laboratoriomittaukset
ISO 717/1 ja 2-1982	vertailukäyrät

Ilma- ja askelääneneristävyyksien mittaukset sekä jälkikaiunta-aikamittaukset suoritetaan 1/3-oktaavikaistoittain seuraavilla 16:lla keskitäajuuksilla:

100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500 ja 3 150 Hz.

9.2 Ilmääneneristävyyden R

Rakennusosan ilmääneneristävyyden laboratoriossa määritetään 1/3-oktaaveittain kaavasta (1).

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}, \text{ jossa} \quad (1)$$

R on ilmääneneristävyyden (dB)

L_1 on lähetysruoneen keskimääräinen äänenpainetaso (dB)

L_2 on vastaanottohuoneen keskimääräinen äänenpainetaso (dB)

S on mitattavan rakennusosan pinta-ala tai 10 m^2 , jos mitattavan rakennusosan ala valmiissa rakennuksessa on tätä pienempi (m^2)

A on vastaanottohuoneen absorptioala (m^2)

Absorptioala määritetään jälkikaiunta-aikamittauksen avulla 1/3-oktaaveittain kaavasta (2).

$$A = 0,16 \frac{V}{T}, \text{ jossa} \quad (2)$$

V on vastaanottohuoneen tilavuus (m^3)

T on vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika (s)

Vaihtoehtoisesti voidaan absorptioala määrittää mittamalla standardisoidun äänilähteen aiheuttama keskimääräinen äänenpainetaso.

9.2.1 Keskimääräinen ilmääneneristävyyden \bar{R}

Rakennusosan keskimääräinen ilmääneneristävyyden on taajuuksittain määritettyjen eristävyyksien aritmeettinen keskiarvo (3).

$$\bar{R} = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^{16} R_i, \text{ jossa} \quad (3)$$

\bar{R} on keskimääräinen ilmääneneristävyyden (dB)

R_i on eristävyyden arvot 1/3-oktaavikaistalla (dB)

9.2.2 Ilmääneneristysluku R'_w

Ilmääneneristysluku R'_w korvaa aikaisemmin käytetyn ilmääneneristysindeksin I_a .

Ilmääneneristysluvun R'_w määrittelevät rakennusosan mitattu ääneneristävyydenkäyrä, ns. vertailukäyrä, tämän siirtoalgoritmi sekä koordinaatistossa taajuus-ääneneristävyyden määrittä lukemapiesta.

Ilmääneneristysluku R'_w saadaan vertailukäyrästä (kuva 10) taajuudella 500 Hz, kun vertailukäyrä on mitattuun ääneneristävyydenkäyrään nähden ylimmässä sellaisessa asemassa, jossa

– ääneneristävyyksien poikkeamien summa vertailukäyrän alapuolella on enintään 32 dB.

Vertailukäyrää siirretään 1 dB:n hyppyäyksin mitattuun käyrään päin. Vertailukäyrän arvot luvun R'_w ollessa 52 dB on esitetty taulukossa 10.

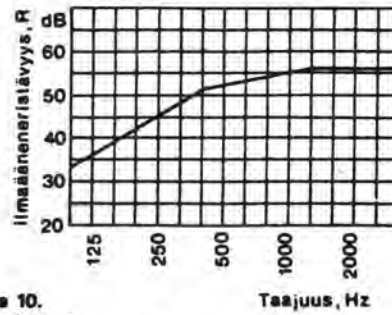
Jos ääneneristävyyksien poikkeama vertailukäyrän alapuolella jollakin taajuudella ylittää 8 dB, on poikkeaman suuruus ja esiintymistäajuuksien ilmoitettava mittauspöytäkirjassa.

Lisäehto:

Jos em. 8 dB:n ylitys jollakin taajuudella esiintyy, saadaan ääneneristysmääräyksissä C1 esitettyjen vaatimusten kanssa vertailukelpoinen ilmääneneristysluku

vertailukäyrä (kuva 10) taajuudella 500 Hz, kun vertailukäyrä on mitattuun ääneneristävyysspektriin nähden ylimmässä sellaisessa asemassa, jossa

- ääneneristävyyksien poikkeamien summa vertailukäyrän alapuolella on enintään 24 dB ja
- ääneneristävyyksien yksittäinen poikkeama on vertailukäyrän alapuolella enintään 12 dB.



Kuva 10.
Vertailukäyrä.

V
ki
5
J
le
s
k
L
J
c
r
r
i



HELSINGIN KAUPUNKI
YMPÄRISTÖKESKUS
HELSINGFORS STAD
MILJÖCENTRALEN

ILMAÄNENERISTYS-
MITTAUSPÖYTÄKIRJA

11.10.1995

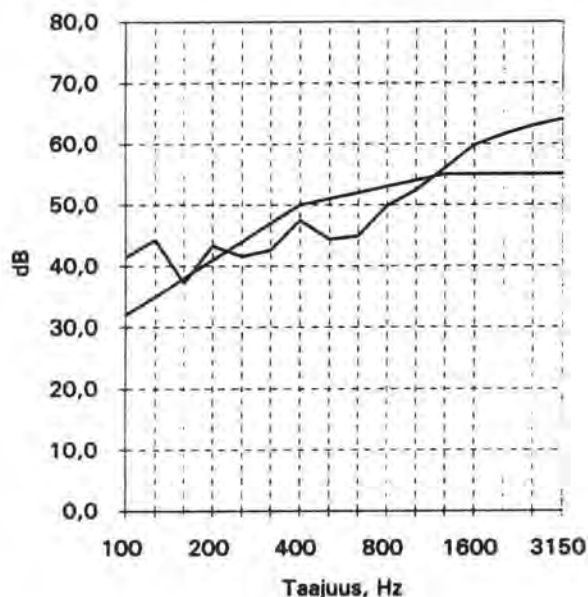
TILAAJA: XXXXXXXXXX
MITTAUSKOHDDE: Kivihaantie 10 A 7 kylpyh:sta A 8 oloh/mh:seen
MITATTU RAKENNE: betoniväliseinä
STANDARDIT: ISO 140/IV-78 ja ISO 717/1,2-82
MITTAUSLAITTEISTO: Nortronic 823-2
MITTAAJA: Tuomo Leskelä
MITTAUS PVM: 5.10.1995

MITTAUSTULOS: $R_w = 51 \text{ dB}$
 $A = 10 \text{ m}^2$ $V = 41 \text{ m}^3$

Taajuus
Hz

Äänenpaineen
erotus, dB

100	41,4
125	44,3
160	37,2
200	43,3
250	41,6
315	42,6
400	47,5
500	44,4
630	44,9
800	49,8
1000	52,4
1250	56,0
1600	59,8
2000	61,6
2500	63,0
3150	64,1



-Rakenne täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C1 määräyksen virhemarginaalin ($\pm 1 \text{ dB}$) rajoissa

Tuomo Leskelä
Ympäristötarkastaja

LIITE ote Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C1
(ympäristöministeriö)

Y:\leskelä\excel\ilma\kivht10.xlw

Osoite	Adress	Puhelin	Telefon
Sturenkatu 25	Sturegatan 25	Vaihde (90) 70991	Växel (90) 70991
00510 HELSINKI	00510 HELSINGFORS		

#100693 FREQ.	AVG. L1	LEVELS L2	N= 5 D
100	47.6	88.5	40.9
125	42.9	87.9	45.0
160	47.2	86.0	38.8
200	42.4	85.3	42.9
250	40.6	84.3	43.7
315	38.3	83.4	45.1
400	34.0	83.7	49.7
500	31.0	77.8	46.8
630	30.8	78.8	48.1
800	30.4	83.1	52.7
1.00K	24.7	80.5	55.7
1.25K	24.5	84.1	59.6
1.60K	22.4	85.9	63.5
2.00K	19.3	84.4	65.1
2.50K	16.4	83.3	66.9
3.15K	15.6	83.5	67.9

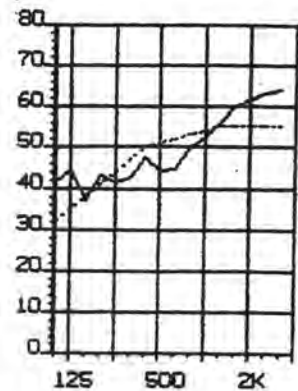
#100693 FREQ.	AVG. T15	REV. TIME T30	N= 6
100	0.52	0.74	
125	0.43	0.56	
160	0.47	0.46	
200	0.48	0.73	
250	0.39	0.41	
315	0.36	0.38	
400	0.39	0.40	
500	0.36	0.38	
630	0.23	0.32	
800	0.26	0.34	
1.00K	0.31	0.31	
1.25K	0.27	0.29	
1.60K	0.25	0.29	
2.00K	0.26	0.30	
2.50K	0.23	0.27	
3.15K	0.28	0.28	

#100693 S/A S= 10 U= 41

$R_w = 51$

SUM = 28.6

ISO 717
1982 1/3



#100693 FREQ.	S/A L1	S= 10 D	U= 41 RES.
100	47.6	40.9	41.4
125	42.9	45.0	44.3
160	47.2	38.8	37.2
200	42.4	42.9	43.3
250	40.6	43.7	41.6
315	38.3	45.1	42.6
400	34.0	49.7	47.5
500	31.0	46.8	44.4
630	30.8	48.1	44.9
800	30.4	52.7	49.8
1.00K	24.7	55.7	52.4
1.25K	24.5	59.6	56.0
1.60K	22.4	63.5	59.8
2.00K	19.3	65.1	61.6
2.50K	16.4	66.9	63.0
3.15K	15.6	67.9	64.1



HELSINGIN KAUPUNKI
YMPÄRISTÖKESKUS
HELSINGFORS STAD
MILJÖCENTRALEN

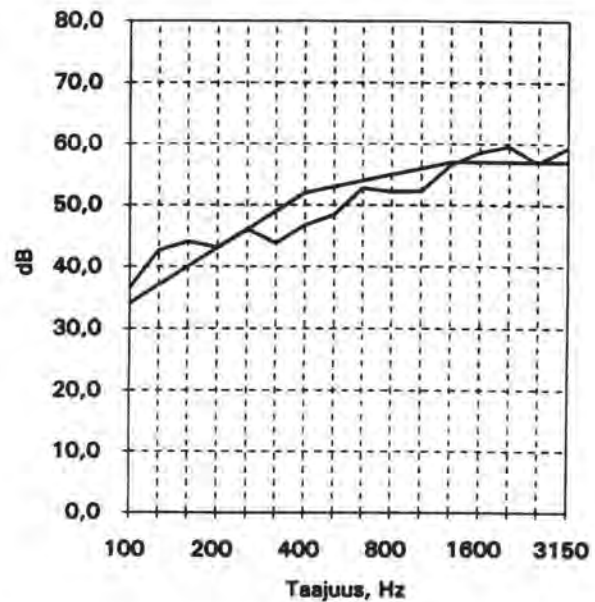
ILMAÄÄNENERISTYS-
MITTAUSPÖYTÄKIRJA

23.11.1995

TILAAJA: XXXXXXXXXX
MITTAUSKOHDE: Laakavuorentie 14 A 17 oh:sta A 22 oh:seen
MITATTU RAKENNE: välipohja, ontelolaatta
STANDARDIT: ISO 140/IV-78 ja ISO 717/1,2-82
MITTAUSLAITTEISTO: Nortronic 823-2
MITTAAJA: Tuomo Leskelä
MITTAUS PVM: 22.11.1995

MITTAUSTULOS: $R_w = 53 \text{ dB}$
 $A = 26 \text{ m}^2$ $V = 65 \text{ m}^3$

Taajuus Hz	Äänenpaineen erotus, dB
100	36,5
125	42,6
160	44,1
200	43,1
250	46,1
315	43,8
400	46,7
500	48,4
630	52,8
800	52,2
1000	52,3
1250	56,5
1600	58,6
2000	59,6
2500	56,8
3150	59,4



-Rakenne täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C1 määräyksen

Tuomo Leskelä
Ympäristötarkastaja

LIITE ote Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C1
(ympäristöministeriö)

Y:\leskelä\excel\ilma\laakv14A.xlw

Osoite	Adress	Puhelin	Telefon
Sturenkatu 25 00510 HELSINKI	Sturegatan 25 00510 HELSINGFORS	Vaihde (90) 70991	Växel (90) 70991

#100693 FREQ.	AURG. L1	LEVELS L2	N= D 2
100	50.6	84.6	34.1
125	43.3	84.5	41.1
160	46.6	89.2	42.6
200	44.6	87.0	42.4
250	40.9	85.9	45.0
315	41.7	84.7	43.0
400	39.8	84.9	45.1
500	34.6	82.3	47.7
630	28.8	81.0	52.1
800	30.1	81.2	51.1
1.00K	29.6	81.0	51.4
1.25K	26.1	81.7	55.7
1.60K	25.8	83.4	57.6
2.00K	23.8	82.5	58.7
2.50K	25.9	81.5	55.6
3.15K	22.8	81.1	58.3

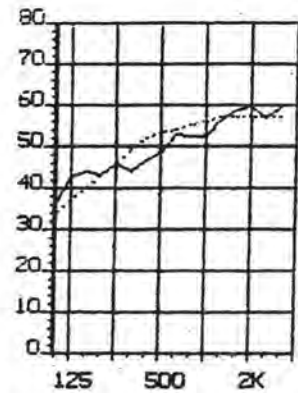
#100693 FREQ.	AURG. T15	REV.TIME T30	N= 6
100	0.76	0.71	
125	0.47	0.58	
160	0.37	0.58	
200	0.47	0.48	
250	0.44	0.53	
315	0.56	0.50	
400	0.53	0.59	
500	0.41	0.48	
630	0.43	0.47	
800	0.49	0.52	
1.00K	0.45	0.50	
1.25K	0.46	0.49	
1.60K	0.44	0.51	
2.00K	0.53	0.51	
2.50K	0.52	0.54	
3.15K	0.54	0.52	

#100693 S/A S= 26 U= 65

$R_w =$
53

SUM =
23.5

ISO 717
1982 1/3



#100693 FREQ.	S/A L1	S= 26 D	U= 65 RES.
100	50.6	34.1	36.5
125	43.3	41.1	42.6
160	46.6	42.6	44.1
200	44.6	42.4	43.1
250	40.9	45.0	46.1
315	41.7	43.0	43.8
400	39.8	45.1	46.7
500	34.6	47.7	48.4
630	28.8	52.1	52.8
800	30.1	51.1	52.2
1.00K	29.6	51.4	52.3
1.25K	26.1	55.7	56.5
1.60K	25.8	57.6	58.6
2.00K	23.8	58.7	59.6
2.50K	25.9	55.6	56.8
3.15K	22.8	58.3	59.4

Apollonkatu 7

Huoneistot

Valmistumisvuosi 1921

Lähetys huone A 13 makuuhuone
Vastaanottohuone A 7 makuuhuone

Mitattu rakenne

Välipohja: tuuletettu välitila
100 mm + puurunko 50 mm*50 mm + lau-
talattia 16 mm*95mm

Mitattu R'_w

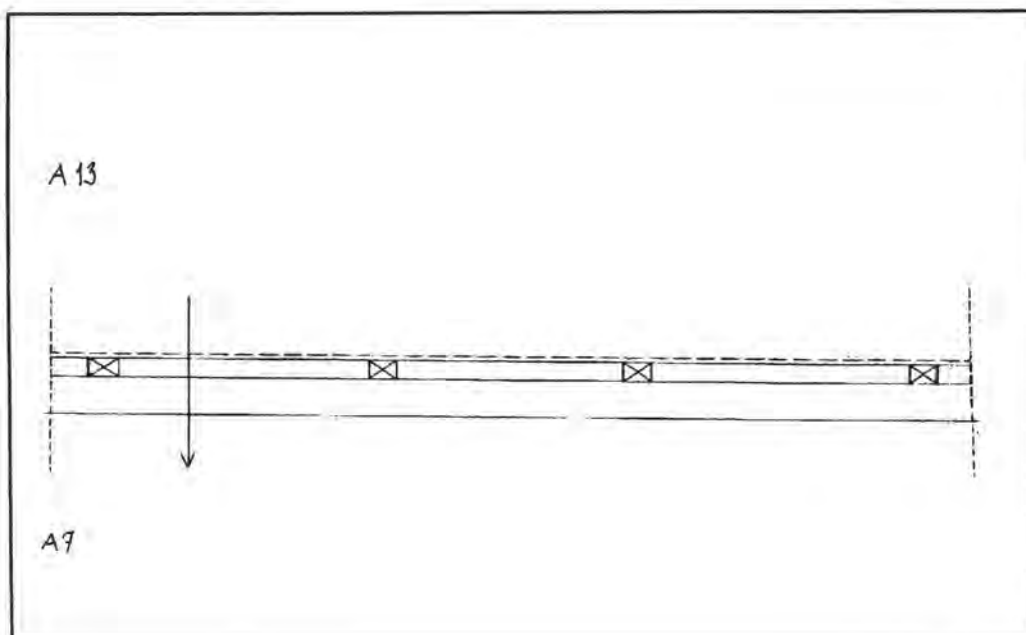
56 dB

Mitattu R'_{w2}

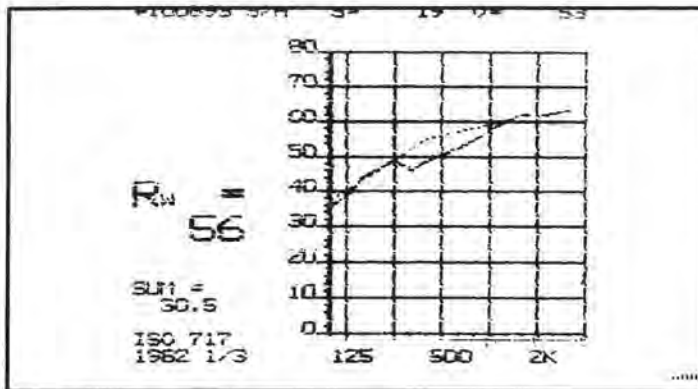
54 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne täyttää vuoden 1976 jälkeen
rakennetuille rakennuksille asetetun
määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 5a Rakennekuva



Kuva 5b kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 5b) on ote kohteen äänen-eristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokoneliuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmapääneneristyksen ongelmia.

Liite 6

Kyöstinkuja 5

Huoneistot

Mitattu rakenne

Mitattu R'_{w}

Mitattu R'_{ws}

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Valmistumisvuosi 1993

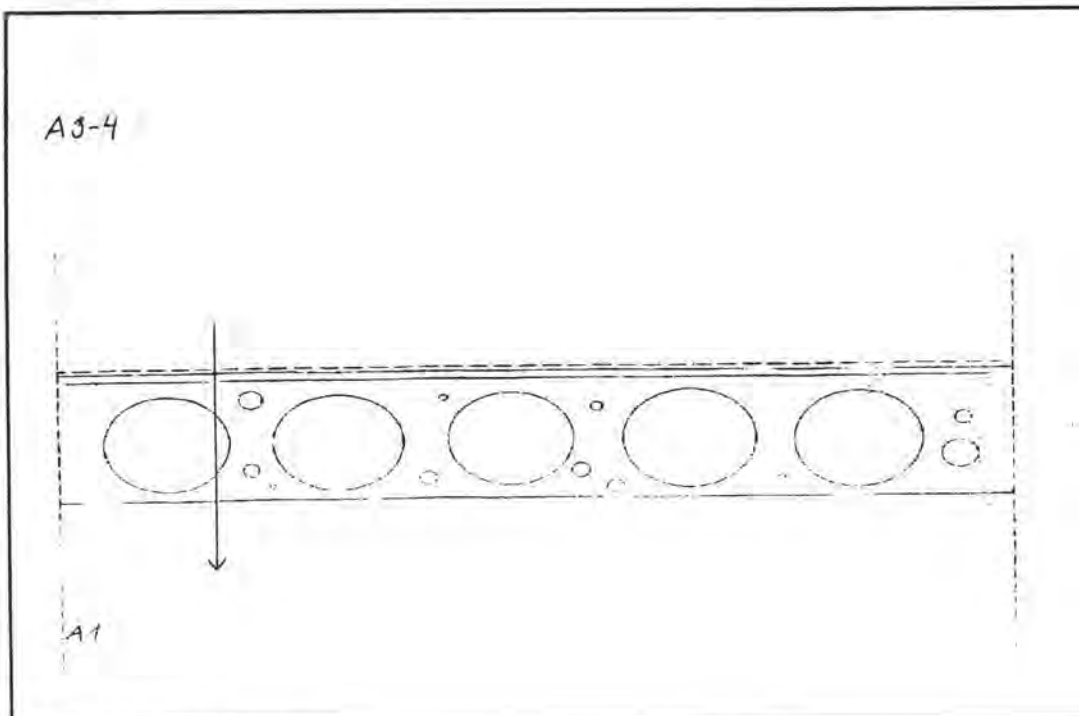
Lähetys huone A 3-4 TV-huone
Vastaanottohuone A 1 makuuhuone

Välipohja: ontelolaatta 265 mm

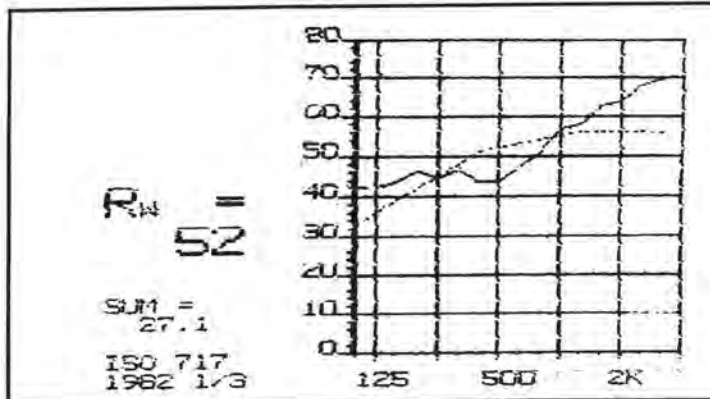
52 dB

53 dB

Rakenne ei täytä v. 1976 jälkeen
rakennetuille rakennuksille asetet-
tua määräystä (Ks. liite 1) Suomen
RakMK osan C5 lisäehdon mukainen
korjaus (-1 dB)



Kuva 6a Rakennekuva



Kuva 6b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 6b) on ote kohteen äänen-eristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokoneliuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmaääneneristyksen ongelmia.

Liite 7

Strömsinlahdenkuja 1

Huoneistot

Valmistumisvuosi 1990

Lähetys huone F 76 olohuone
Vastaanottohuone F 70 olohuone

Mitattu rakenne

Välipohja: ontelolaatta 265 mm +
tasausbetoni 0-20 mm

Mitattu R'_w

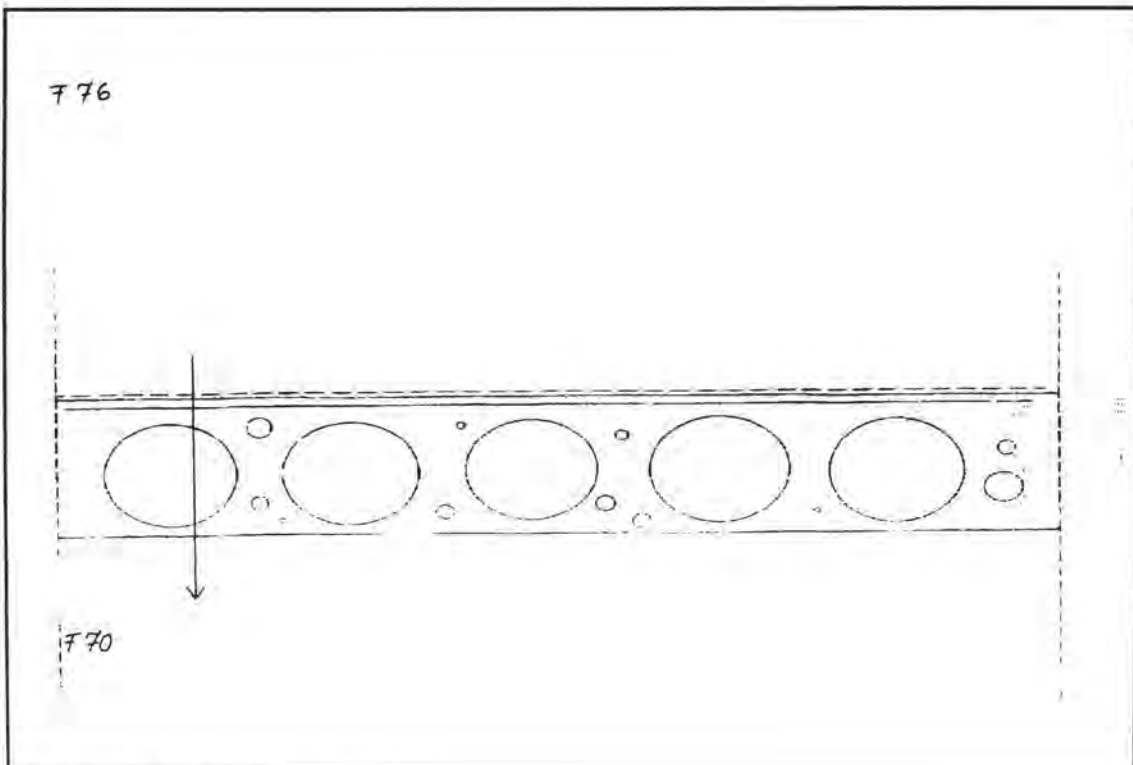
56 dB

Mitattu R'_{wg}

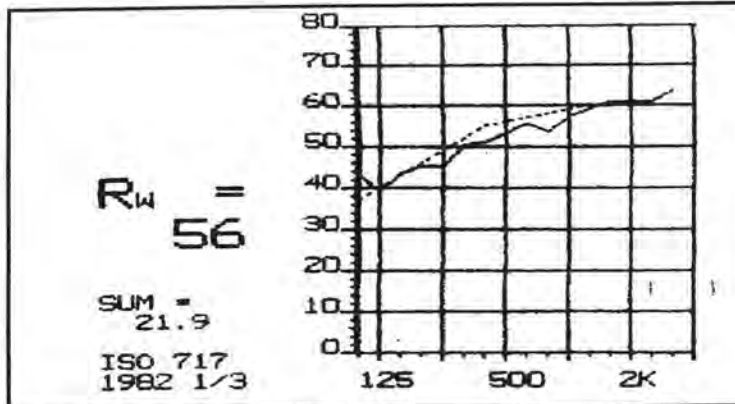
56 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne täyttää vuoden 1976 jälkeen
rakennetuille rakennuksille asetetun
määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 7a Rakennekuva



Kuva 7b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 7b) on ote kohteen äänen-eristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokoneilus-kasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänen-painetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmäeneristysten ongelmia.

Saramäentie 35

Huoneistot

Valmistumisvuosi 1984

Lähetys huone D makuuhuone
Vastaanottohuone C makuuhuone

Mitattu rakenne

Kantava väliseinä: 2*13 mm kipsilevy
+ 2*puurunko mineralivilla 150 mm +
2*13 mm kipsilevy, yhteensä 202 mm

Mitattu R'_w

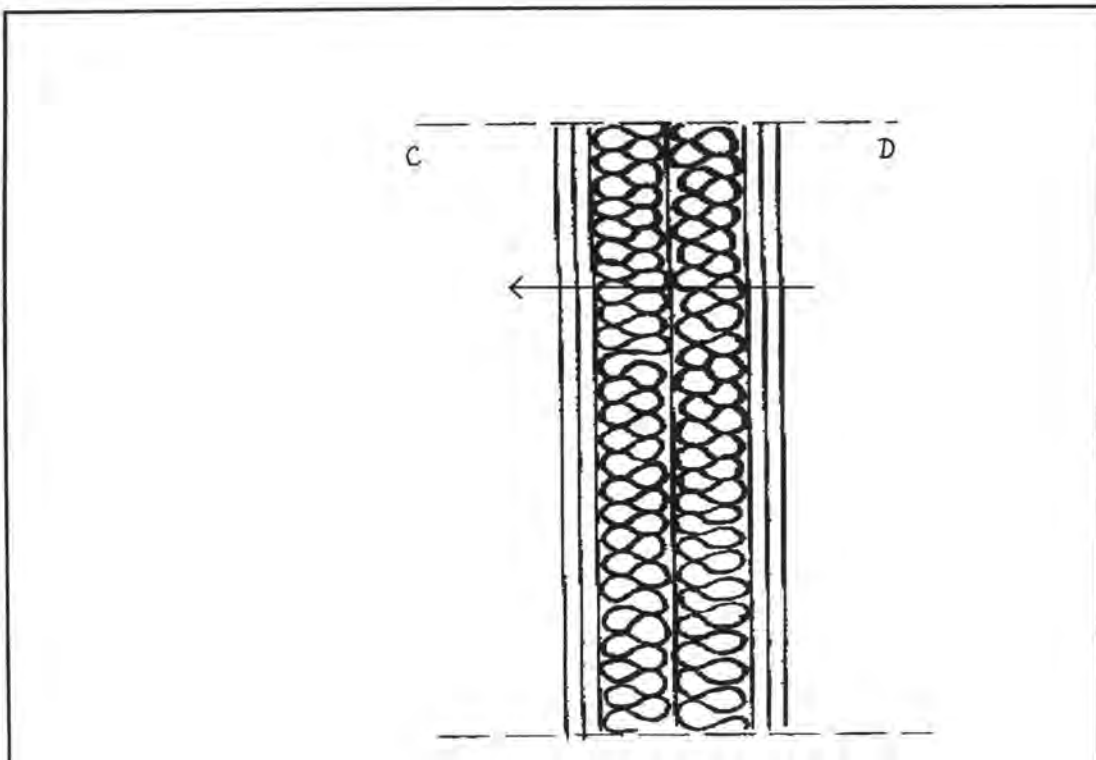
55 dB

Mitattu R'_{wv}

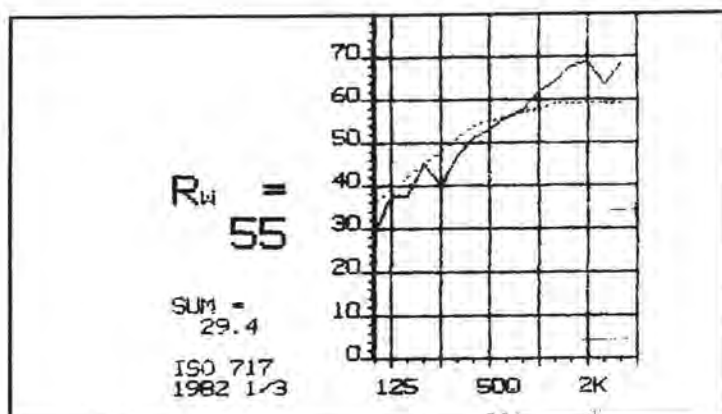
52 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne täyttää v. 1976 jälkeen ra-
kennetuille rakennuksille asetetun
määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 8a Rakennekuva



Kuva 8b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 8b) on ote kohteen äänen-eristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokoneliuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmaääneneristyksen ongelmia.

Laakavuorentie 4

Huoneistot

Mitattu rakenne

Mitattu R'_w

Mitattu R'_{ws}

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Valmistumisvuosi 1991

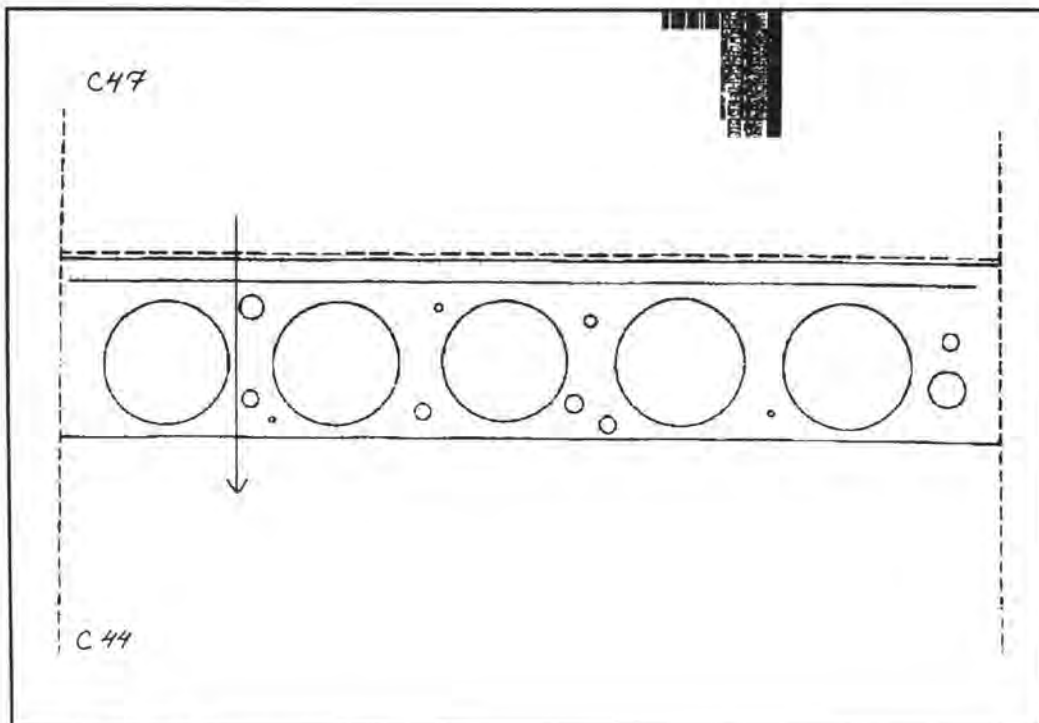
Lähetysluone C 47 keittiö
Vastaanottohuone C 44 keittiö

Välipohja: ontelolaatta 265 mm +
tasausbetoni 35 mm, yhteensä 300 mm

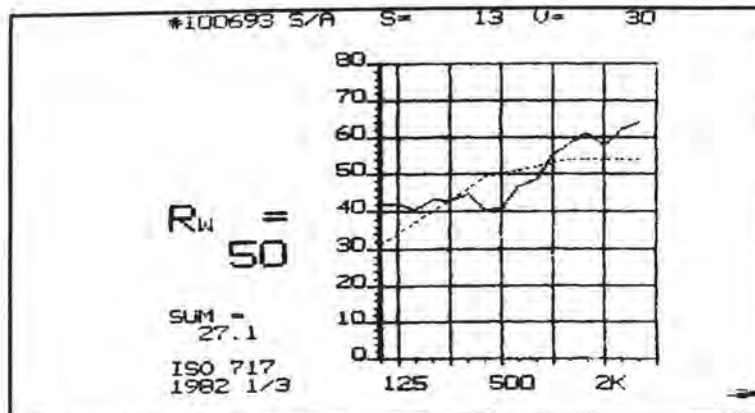
50 dB

50 dB

Rakenne ei täytä Suomen rakennus-
määräyskokoelman määräyksiä (Ks.
liite 1)



Kuva 9a Rakennekuva



Kuva 9b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 9b) on ote kohteen äänen-eristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-lieruskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmastoineneristysten ongelmia.

Kivipyykintie 9

Huoneistot

Mitattu rakenne

Mitattu R_w

Mitattu R_{wv}

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Valmistumisvuosi 1984

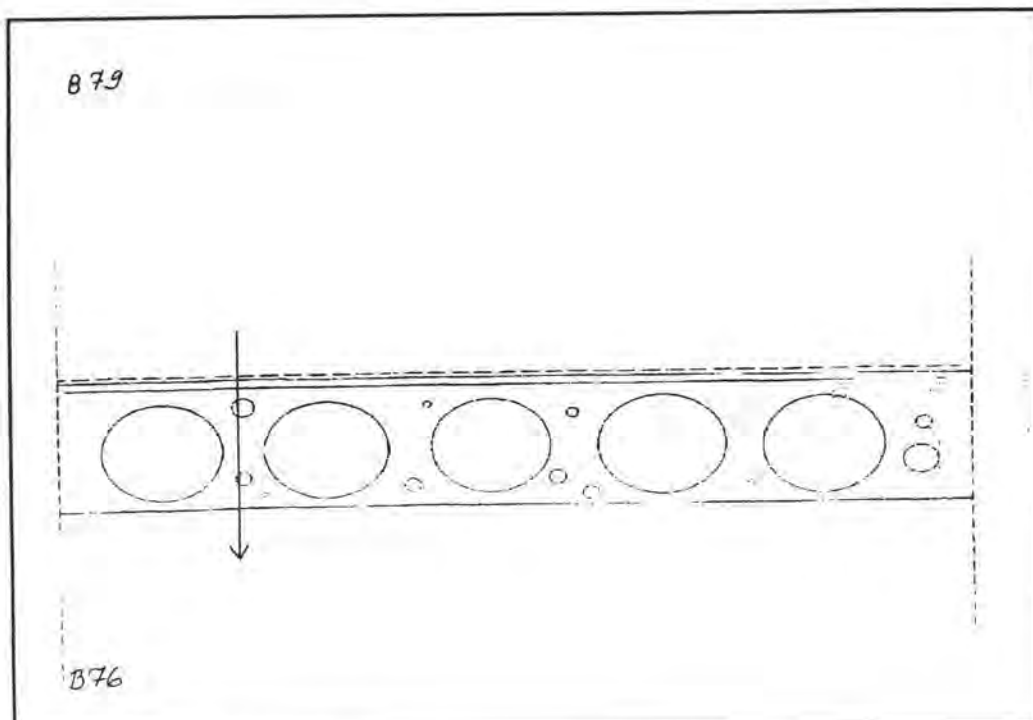
Lähetysluone B 79 olohuone
Vastaanottohuone B 76 olohuone

Välipohja: ontelolaatta 265 mm +
tasausbetoni 0-20 mm

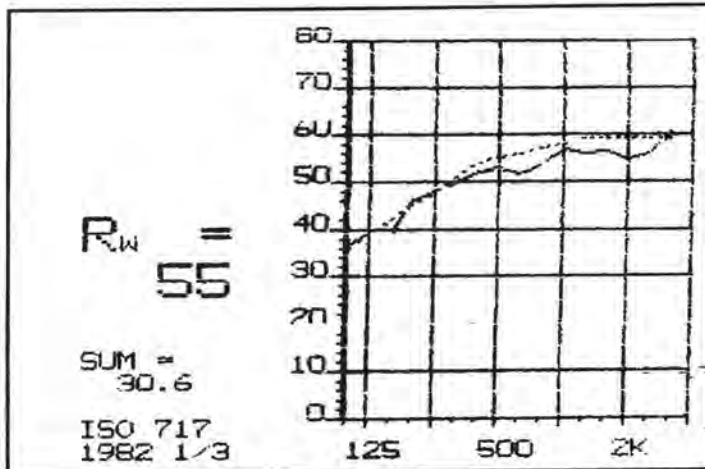
55 dB

52 dB

Rakenne täyttää v. 1976 jälkeen ra-
kennetuille rakennuksille asetetun
määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 10a Rakennekuva



Kuva 10b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 10b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmaääneneristysten ongelmia.

Kerttulinkuja 4

Huoneistot

Valmistumisvuosi 1993

Lähetysluone C 49 keittiö
Vastaanottohuone C 45 makuuhuone

Mitattu rakenne

Välipohja: ontelolaatta 265 mm +
tasausbetoni

Mitattu R'_{w}

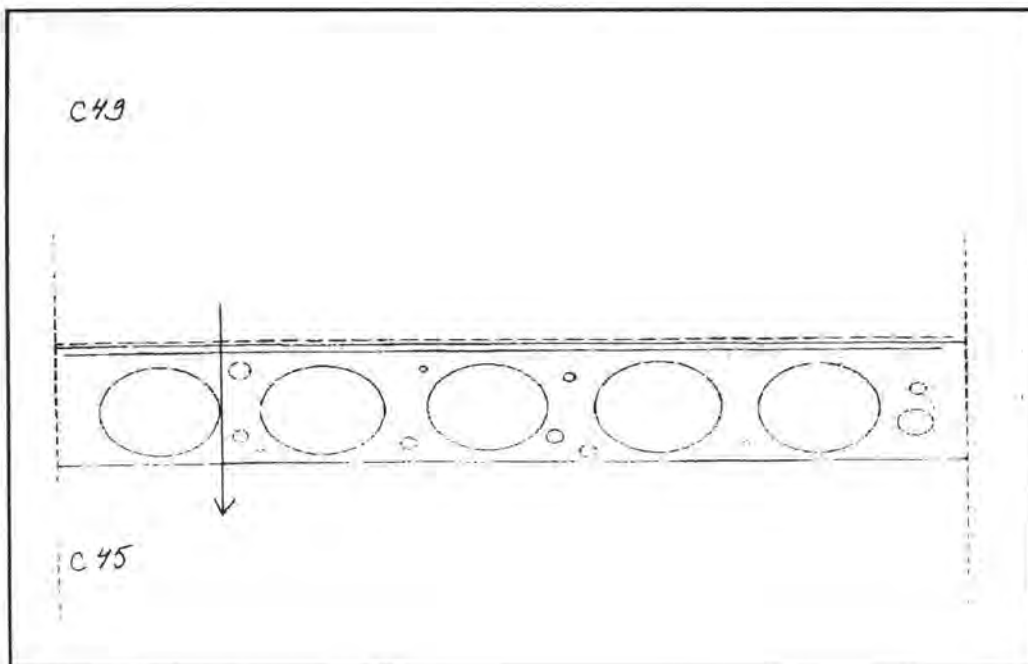
55 dB

Mitattu R'_{w2}

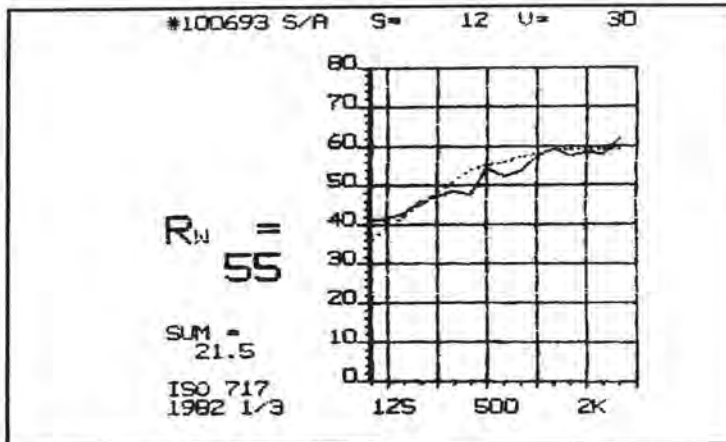
57 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne täyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C1 määräyksen
(Ks. liite 1)



Kuva 11a Rakennekuva



Kuva 11b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 11b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmaääneneristyksen ongelmia.

Jalavatie 5

Huoneistot

Mitattu rakenne

Mitattu R'_w

Mitattu R'_{wv}

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Valmistumisvuosi 1945

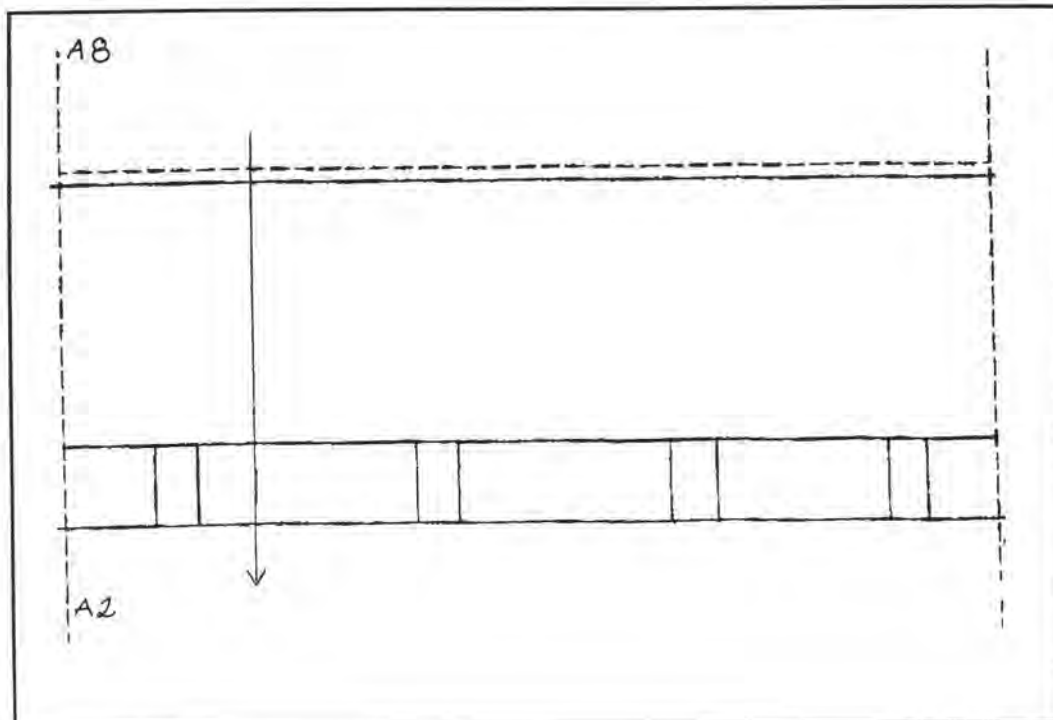
Lähetys huone A 8 keittiö
Vastaanottohuone A 2 olohuone

Välipohja: turvepehku + painotäyte
laastin murskaa, yhteensä 450 mm

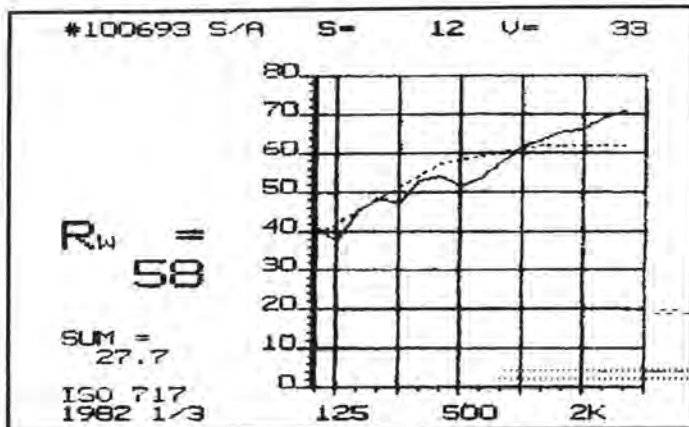
58 dB

58 dB

Rakenne täyttää v. 1976 jälkeen ra-
kennetuille rakennuksille asetetun
määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 12a Rakennekuva



Kuva 12b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 12b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ilmaääneneristyksen ongelmia.

Lielahdentie 2

Valmistumisvuosi 1952

Huoneistot

Lähetys huone A 18 kylpyhuone
Vastaanottohuone A 19 olohuone

Mitattu rakenne

Kevyt väliseinä

Mitattu R'_w

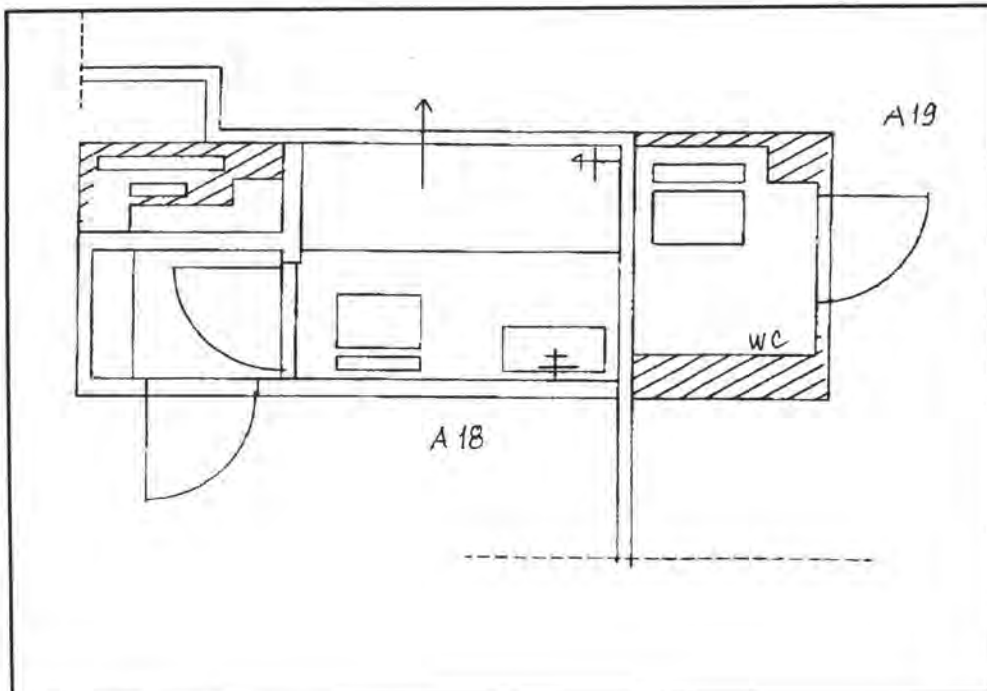
47 dB

Mitattu R'_{wS}

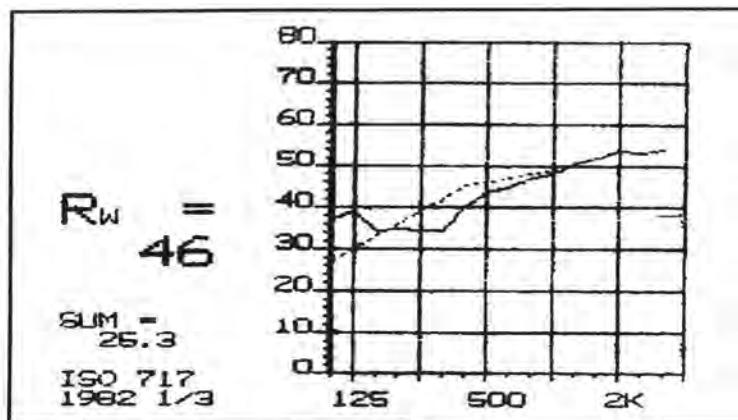
48 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne ei täytä vuoden 1976 jälkeen
rakennetuille rakennuksille asetet-
tua määräystä (Ks. liite 1)



Kuva 13a Rakennekuva



Kuva 13b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 13b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Rakennekuvassa (ks. kuva 13a) viivarasterointi kuvaa vanhaa rakennetta. Jälkeenpäin rakennettu väliseinä on luultavasti puurakenteinen kipsilevyseinä.

Ongelmana kohteessa huomataan olevan tilojen sijoittelu (vrt. meluisa - hiljainen, kuten kohde Kivihaantie 10). Myös vesikalusteet olivat vanhanaikaisia sekä wc-istuin painevesikäyttöinen, joten ne ylittivät selvästi vesikalusteille asetetut enimmäismeluohearvot.

Huoneiston A18 kylpyhuone oli tilavuudeltaan pieni, joten seisovat aallot saattoivat vääristää pikamittaustulosta.

Huoneiston A19 asukas piti kuitenkin häiritsevämpänä vesikalustemelua (kts. rakennekuvan kylpyammeen sijoitus) kuin puheäänien kuuluvuutta rakenteen läpi.

Sunilantie 2

Huoneistot

Valmistumisvuosi 1987

Lähetysruone keittiö
Vastaanottohuone A keittiö

Mitattu rakenne

Välipohja: ontelolaatta 200 mm +
tasausbetoni 50 mm

Mitattu R'_{w}

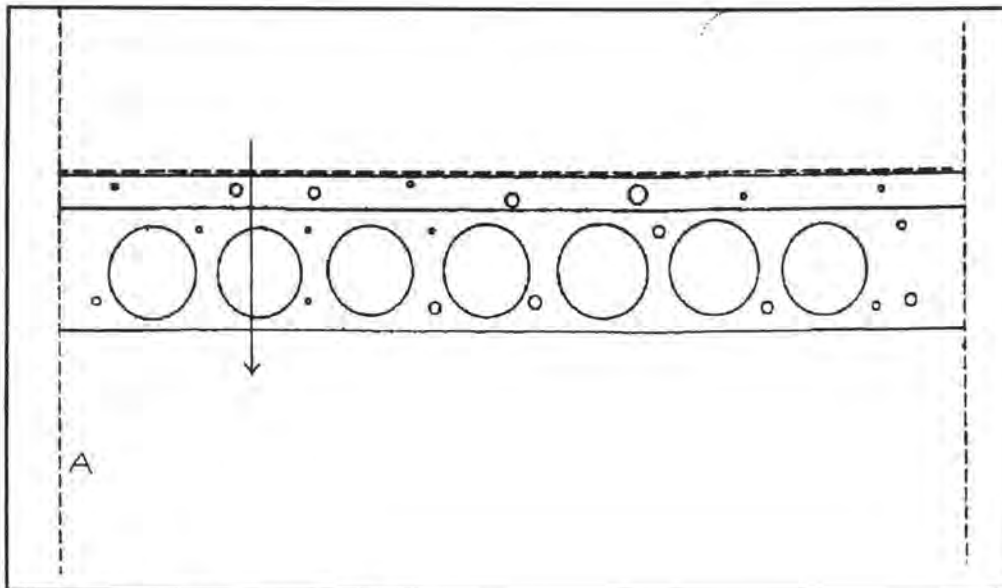
44 dB

Mitattu R'_{wA}

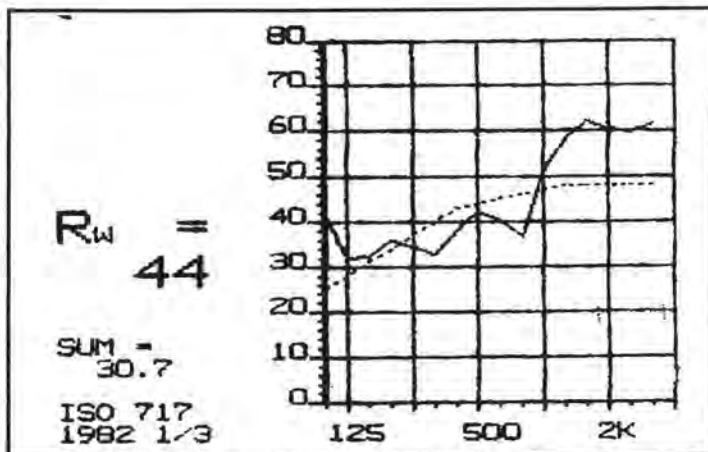
43 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne ei täytä vuoden 1976 jälkeen
rakennetuille rakennuksille asetet-
tua määräystä (Ks. liite 1)



Kuva 14a Rakennekuva



Kuva 14b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 14b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

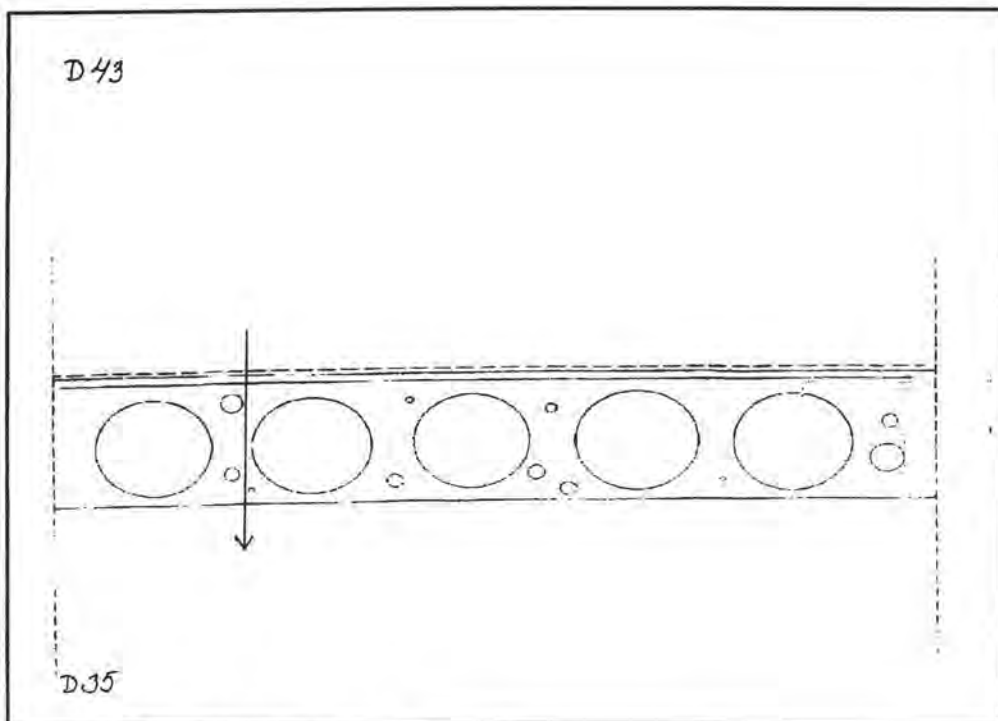
Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ongelmia ilmaääneneristyksessä.

Tämän kohteen ilmaääneneristys oli todella huono. Mittausten ohella havaitsimme keittiöiden välisen ilmanvaihtokanavan välittävän suurimman osan häiritsevistä äänistä.

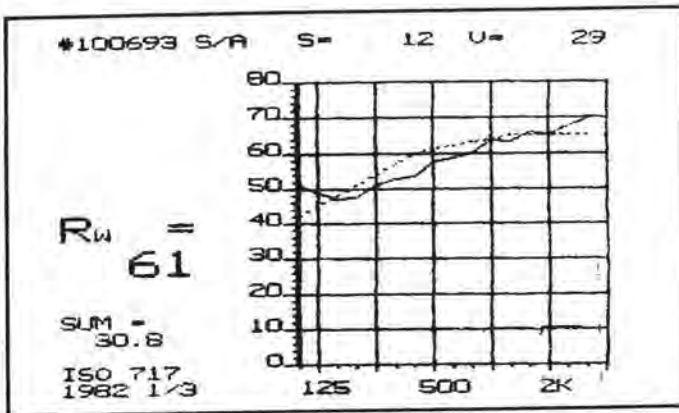
Lisäksi puutteita saattaa löytyä ontelolaatasta tai sen asennuksesta. Ontelolaatta oli vai 200 mm paksu normaalin 265 mm sijaan. Asennuksen yhteydessä on saatettu jättää myös laattojen saumat tiivistämättä, jolloin ilmaaot heikentävät ilmaääneneristävyttä.

Rekipellontie 14

Huoneistot	Valmistumisvuosi 1991
	Lähetys huone D 43 tyhjä makuuhuone Vastaanottohuone D 35 makuuhuone
Mitattu rakenne	Välipohja: ontelolaatta 265 mm + tasausbetoni
Mitattu R'_w	61 dB
Mitattu R'_{w3}	62 dB
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen lausunto:	Rakenne täyttää Suomen rakentamis- määräyskokoelman osan C1 määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 15a Rakennekuva



Kuva 15b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 15b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

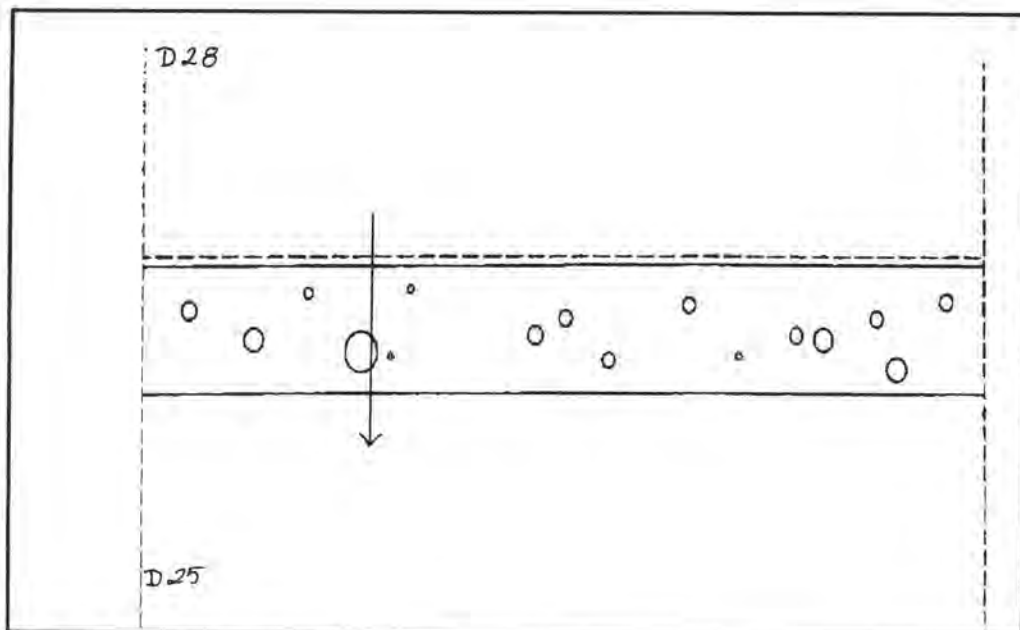
Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan.

Kuvaajan muodosta käy ilmi, että kohteen ilmaääneneristys oli erinomainen. Indeksitäyttäisi jopa asuinhuoneiston ja ravitsemusliikkeen välille vaaditut määräykset.

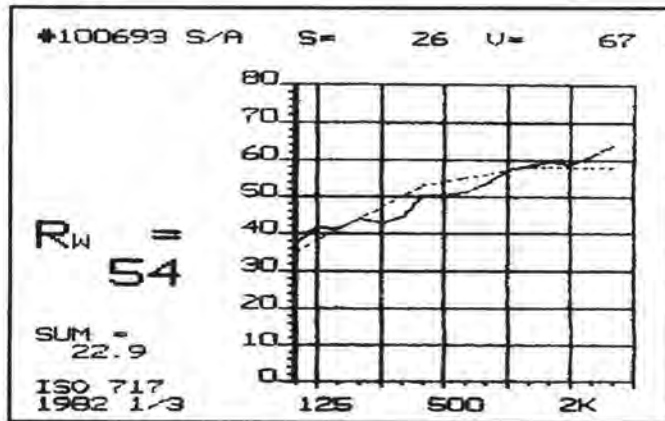
Tarkka ja huolella tehty rakennustyö vaikuttaa ilmaääneneristykseen selvästi. Välipohjan ontelolaattojen saumat on ilmeisesti tiivistetty huolella, joten ilmarakoja ei ole jäänyt.

Jousimiehentie 10

Huoneistot	Valmistumisvuosi 1973
	Lähetys huone D 28 olohuone Vastaanottohuone D 25 olohuone
Mitattu rakenne	Välipohja: betonilaatta 190 mm + korkkipohjainen muovimatto
Mitattu R'_w	54 dB
Mitattu R'_{w5}	52 dB
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen lausunto:	Rakenne täyttää Suomen rakentamis- määräyskokoelman osan C1 määräyksen (Ks. liite 1)



Kuva 16a Rakennekuva



Kuva 16b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 16b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ongelmia ilmaääneneristyksessä.

Kohteessa oli välipohjana yhtenäinen betonilaatta. Paksuudeltaan laatta on ohut, mutta saavuttaa kuitenkin hyvän ilmaääneneristyksen. Ilmarakoja ei tässä tapauksessa ole huonontamassa tulosta.

Selkämerenkatu 6

Valmistumisvuosi 1993

Huoneistot

Lähetyshuone C 46 tyhjä makuuhuone
Vastaanottohuone C 48 makuuhuone

Mitattu rakenne

Välipohja: ontelolaatta 265 mm +
tasausbetoni 5 - 20 mm

Mitattu R'_w

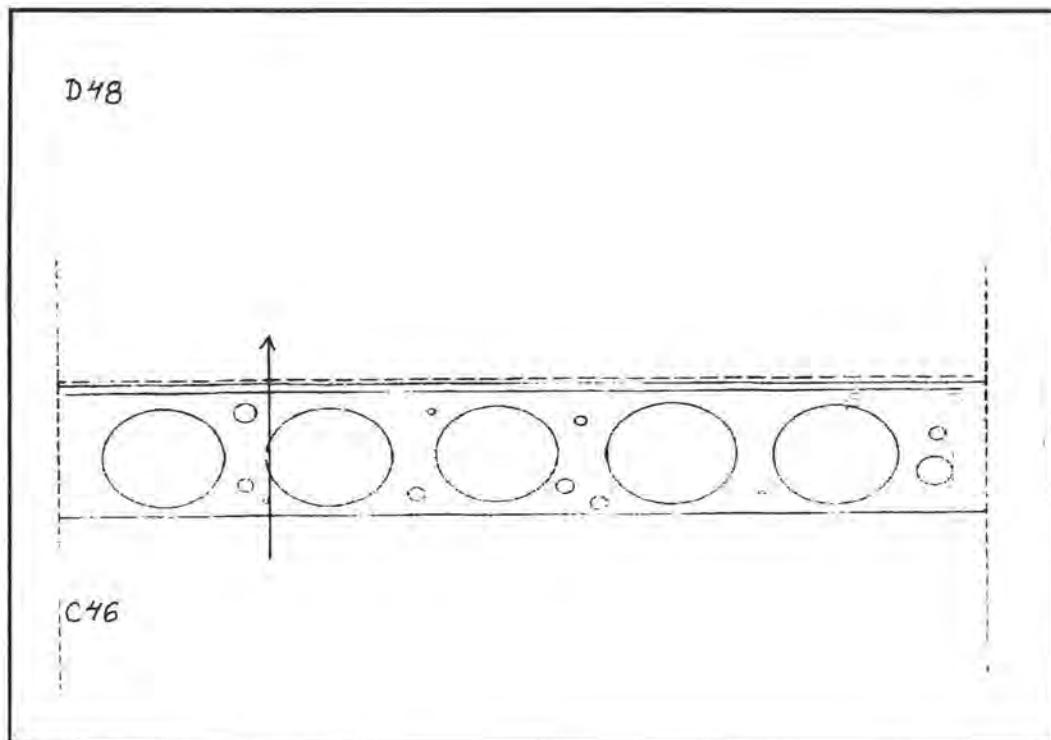
59 dB

Mitattu R'_{ws}

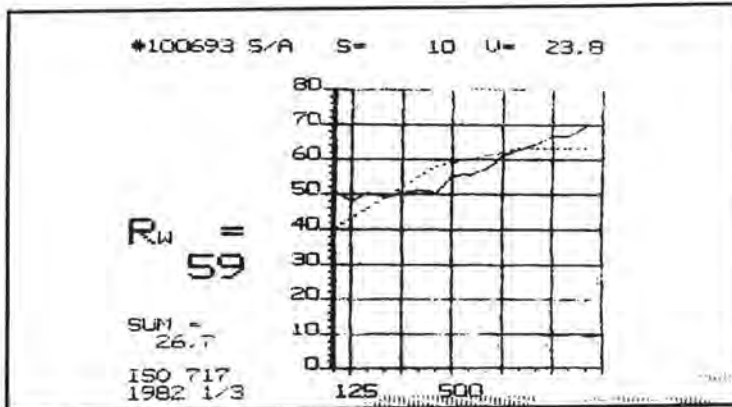
60 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne täyttää Suomen rakentamis-
määräyskokoelman osan C1 määräyksen
(Ks. liite 1)



Kuva 17a Rakennekuva



Kuva 17b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 17b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta käy ilmi, että kohteen ilmaääneneristys oli erinomainen.

Tarkka ja huolella tehty rakennustyö vaikuttaa ilmaääneneristykseen selvästi. Välipohjan ontelolaattojen saumat on ilmeisesti tiivistetty huolella, joten ilmarakoja ei ole jäänyt.

Palkkatilankatu 9

Valmistumisvuosi 1981

Huoneistot

Lähetys huone E 54 olohuone
Vastaanottohuone E 55 olohuone

Mitattu rakenne

Kantava väliseinä: betoni 160 mm

Mitattu R'_w

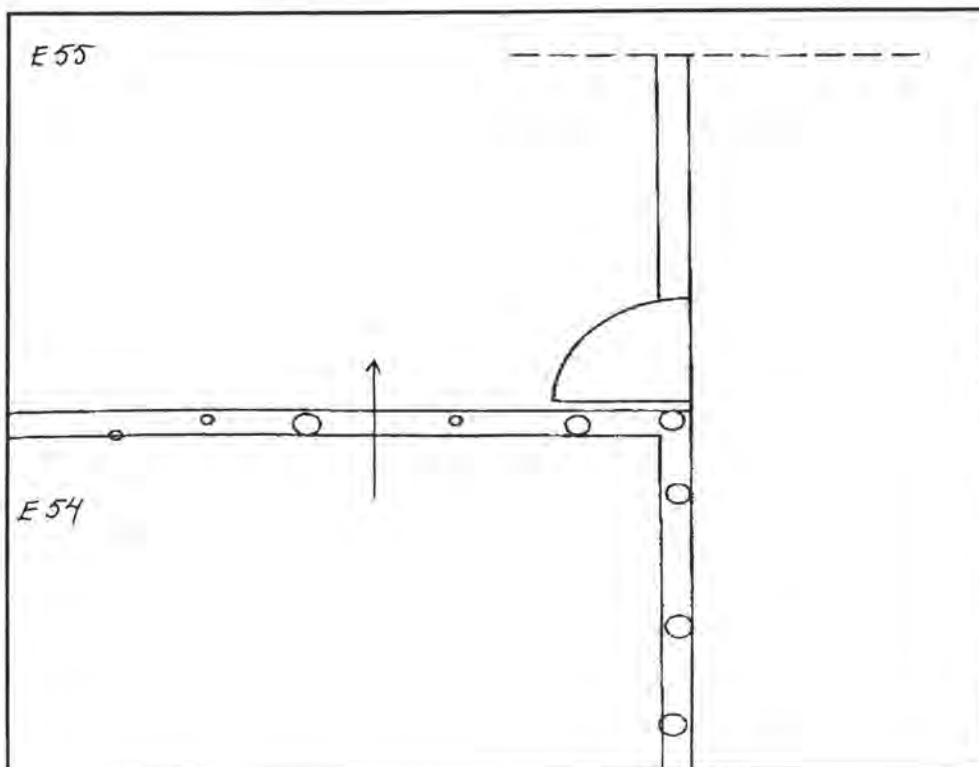
51 dB, (C5 lisäehdon mukkan 49 dB)

Mitattu R'_{w5}

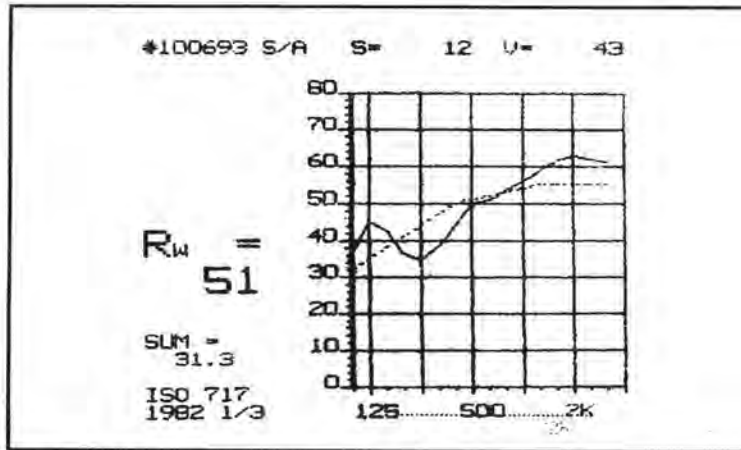
50 dB

Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen lausunto:

Rakenne ei täytä vuoden 1976 jälkeen
rakennetuille rakennuksille asetet-
tua määräystä (Ks. liite 1)



Kuva 18a Rakennekuva



Kuva 18b Kuvaaja

Yllä oleva diagrammi (ks. kuva 18b) on ote kohteen ääneneristysmittausten yhteydessä tulostetusta tietokone-liuskasta, jossa on havainnollistettu eri taajuuksien äänenpainetasojen erotukset sekä vertailukäyrä (ISO 717/1).

Katkoviivalla merkitty kuvaaja on vertailukäyrä, johon mittauksessa saatua kuvaajaa verrataan. Kuvaajan muodosta voidaan tulkita erilaisia ongelmia ilmaääneneristyksessä.

Kantavan betoniseinän paksuus oli normaali, eikä siinä ollut läpivientejä, jotka aiheuttaisivat ilmaäänivuotoja. Puheäänet kuuluivat selvästi kuitenkin keittiön ilmanvaihtokanavien kautta olohuoneisiin. Tarkkaa selvitystä puhe- ja taajuuksille sijoittuvien taajuuksien heikkoudesta ei kohteessa tehty.

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA 1995

1. Helsingin ja Espoon merialueiden veloitetarkkailu vuosina 1987 - 1994
2. Tuoreen kalan laatu tukkuportaasta vähittäismyyntipisteeseen kesällä 1994
3. Kestävää kehitystä mittaamaan - selvitys indikaattorihankkeista
4. Melusteiden tehokkuusmittaukset Helsingissä
5. CFC-yhdisteiden käyttö kylmäaineina ja liuottimina Helsingissä

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA 1996

1. Ilmaääneneristävyyden vaihtoehtoisten mittaustapojen vertailu

Monisteiden tilaus:

ympäristökeskuksen neuvonta
Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI
puh. 7312 2730
fax 7312 2235
