



Terveystenhuollon tilojen akustiikka

Mikko Kylliäinen

 **Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy**

Insinööri-toimisto Heikki Helimäki Oy

- Erikoisalana rakennushankkeen hallinta kokonaisuutena akustiikan kannalta
 - Kaavoitukseen ja rakennuslupiin liittyvät melu- ja tärinäselvitykset
 - Luonnos- ja toteutussuunnittelu: rakennetyypit, materiaalit, liitosdetaljit, läpiviennit, teknisten järjestelmien äänenhallinta
 - Vastaanottoon liittyvät tarkistusmittaukset
- Yksi johtavista alan yrityksistä
 - Toimistot Helsingissä ja Tampereella
 - Henkilökuntaa 10 (1 x TkL, 6 x DI, 1 x RI, 1 x tekn. yo)
 - Vuodesta 1996 satoja vaativia kohteita eri puolilla maata
- Lisätietoja: www.helimaki.fi

Helimäkeläisten kokemus terveydenhuollon tiloista

- Lapinlahden sairaalan peruskorjaus, Helsinki, 2009-
- Myllypuron terveysasema, Helsinki, 2008-
- Virvelinrannan resurssikeskus, Hämeenlinna, 2008-
- HUS Kolmiosairaala, Helsinki, 2007-2010
- Yhteispäivystyssairaala, Helsinki, 2006-2009
- Myyrmäen sosiaali- ja terveysasema, Vantaa 2006
- Tapiolan terveysasema, Espoo, 2004-2005
- Mehiläinen, Helsinki, 2004-2005

Kuvittelepa äänetöntä maailmaa

~~Puron solina~~

~~Linnunlaulu~~

~~Tuulen humina~~

~~Leijonan
karjunta~~

~~Herätyskello~~

~~Vauvan
jokellus~~

~~Hälyttimet~~

~~Laulu~~

~~Merkkiäänet~~

~~Puhe~~

~~Televisio~~

~~Musiikki~~

~~Puhelin~~

~~Äänentallennus~~

~~Äänielokuva~~

~~Äänentoisto~~

~~Radio~~



Ääni on keskeinen osa ihmisen
kokemusmaailmasta

Akustiikka on tieteen ja
tekniikan alue, jonka
avulla äänimaailmaan
voidaan vaikuttaa

Kaikkia rakennuksia koskevat määräykset

Suomen rakentamismääräyskokoelma,
osa C1-1998

”Ääneneristys ja meluntorjunta on suunniteltava ja toteutettava niin, että **toimintaa vastaavat riittävän hyvät ääniolosuhteet** on mahdollista saavuttaa.”

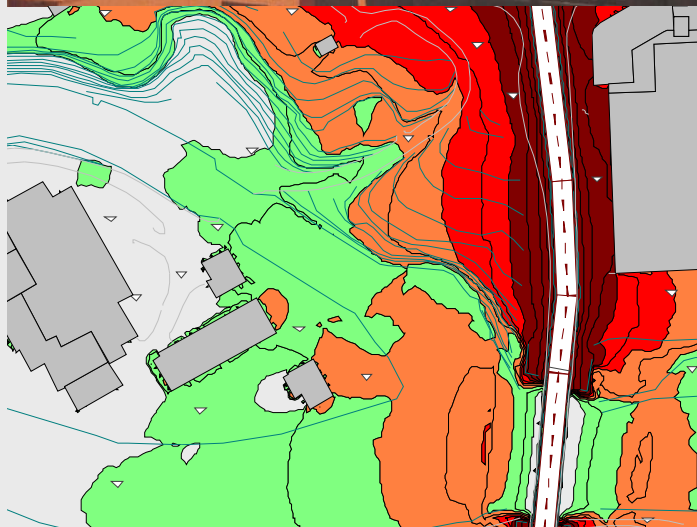
”Hyvien ääniolosuhteiden saavuttamiseksi on otettava huomioon ääneneristyksen lisäksi myös muut **rakennuksen tai tilan ääniolosuhteisiin vaikuttavat tekijät**, kuten melulähteen voimakkuus ja tilojen keskinäinen sijoittelu.”

Ääniolosuhteet ovat kokonaisuus

Huoneakustiikka



Ääneneristys



Meluntorjunta



Tärinäneristys

RakMK C1 rakentamisen ohjaajana

1. Selvitetään, millaista toimintaa käyttäjällä on
2. Määritetään käyttäjän toiminnan
 1. edellyttämät ääniolosuhteet ja
 2. synnyttämä melu
3. Asetetaan suunnittelulle tavoitearvot teknisinä mittalukuina
4. Suunnitellaan ratkaisut, joilla tavoitteet saavutetaan
5. Toteutetaan ratkaisut suunnitellusti

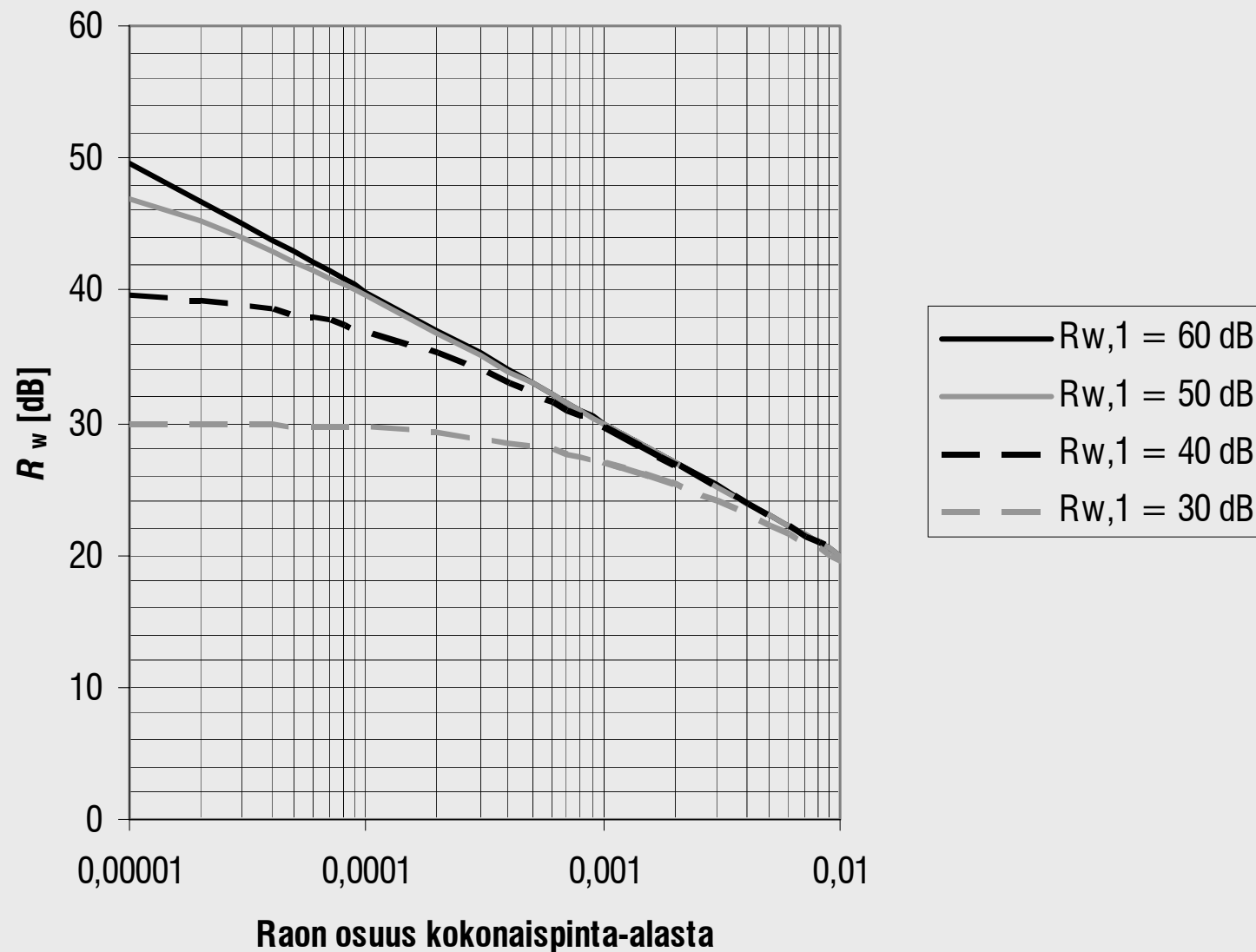
Akustiset ohjearvot mittalukuina

- Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C1-1998 ohjeet:
 - Ilmaääneneristysluku R'_w potilashuoneiden välillä ≥ 48 dB
 - Potilashuoneen oven ilmaääneneristysluku $R_w \geq 30$ dB
 - Keskiäänitaso potilashuoneissa LVIS-laitteista $L_{A,eq} \leq 28$ dB
 - Keskiäänitaso ulkona melulle herkillä alueilla $L_{A,eq} \leq 45$ dB
- Täsmällisempiä ohjeita on standardissa [SFS 5907-2004](#)

Vastaanottohuoneiden vaatimukset käytännössä

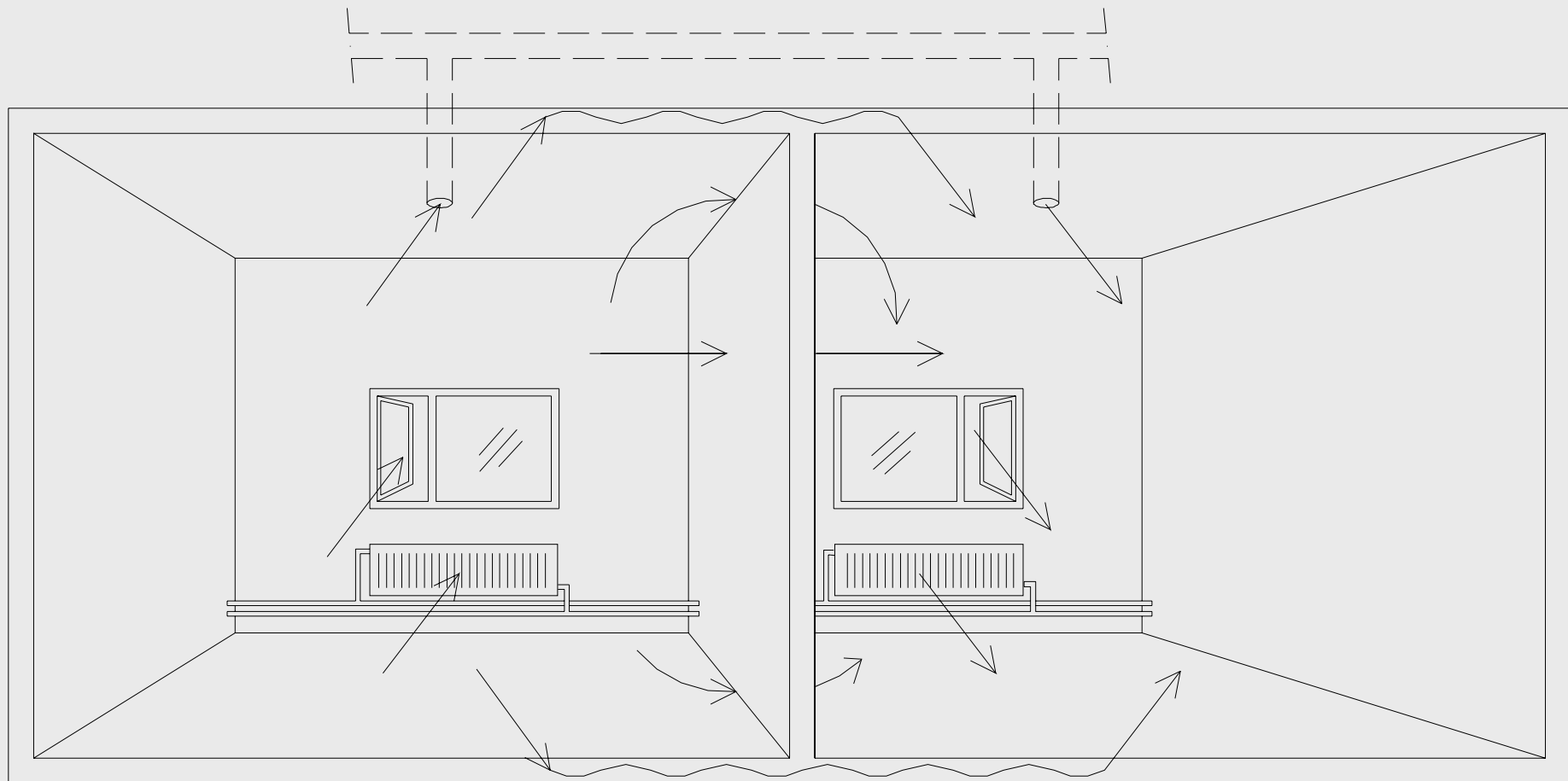
- Keskusteluni lääkärin kanssa ei saa kuulua käytävälle
- Keskusteluni lääkärin kanssa ei saa kuulua viereisiin huoneisiin
- Keskusteluni lääkärin kanssa pitää sujua kerkeästi

Rakojen vaikutus ilmääneneristykseen



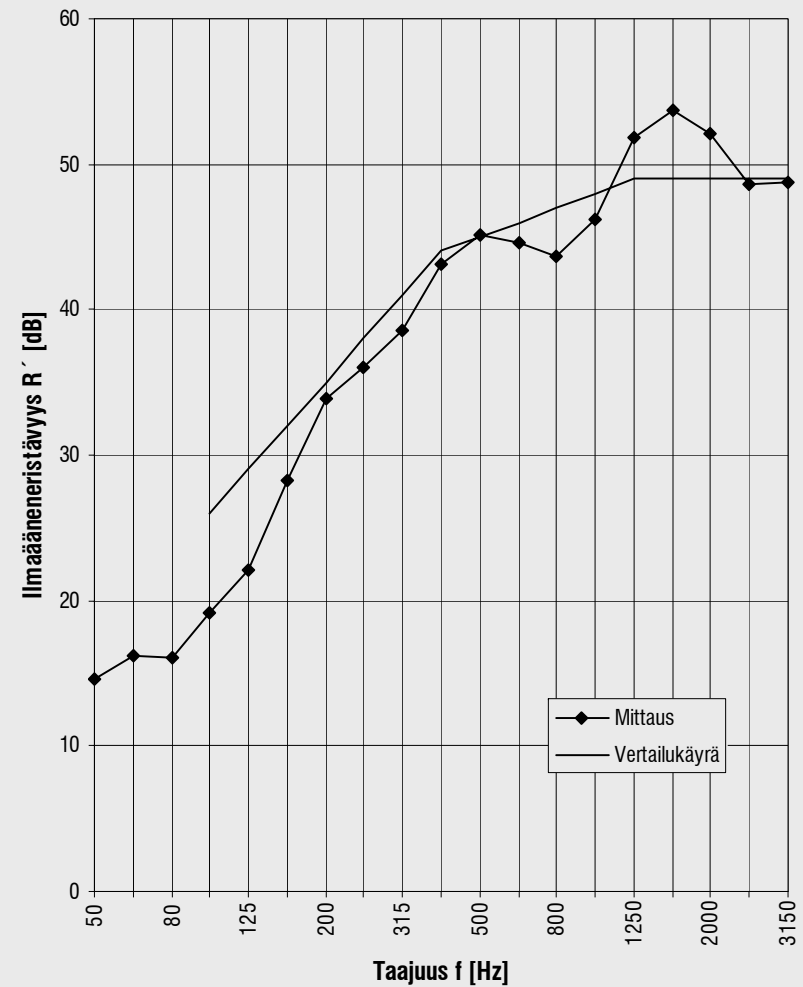
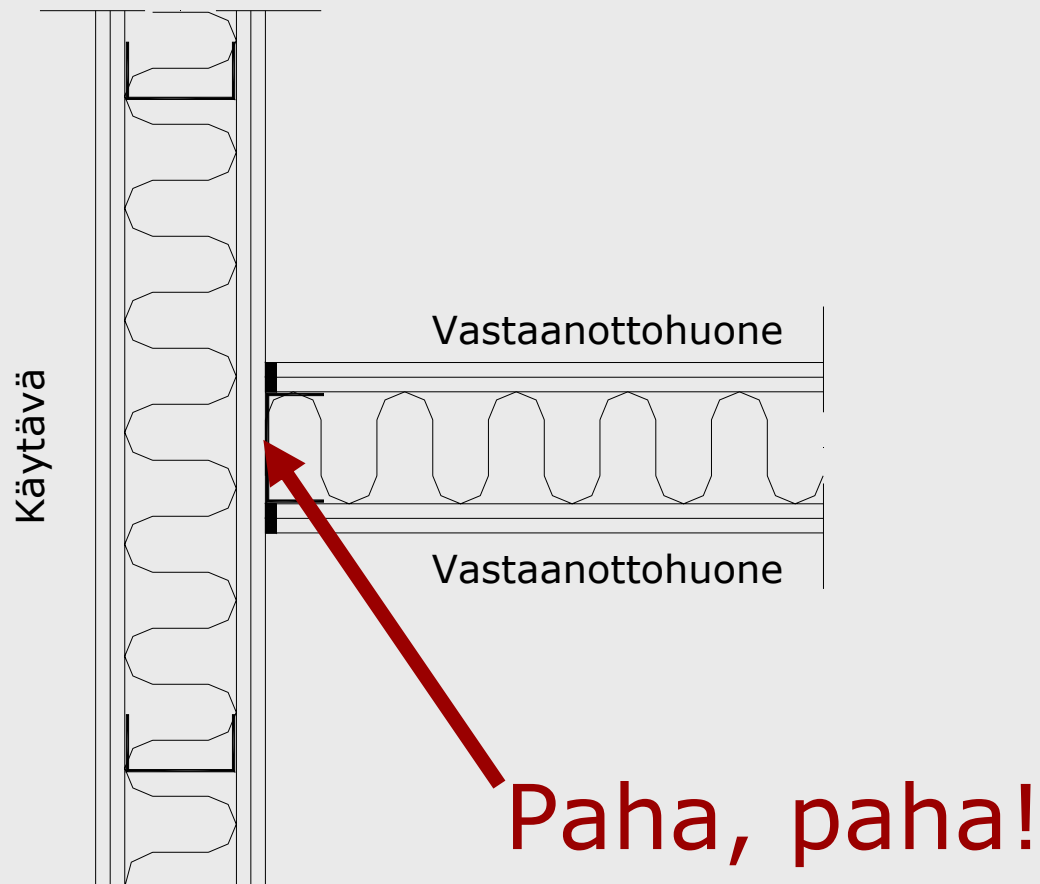
Raon merkitys on sitä suurempi, mitä parempaa ilmaääneneristystä tavoitellaan

Sivutiesiirtymäreittejä rakennuksessa



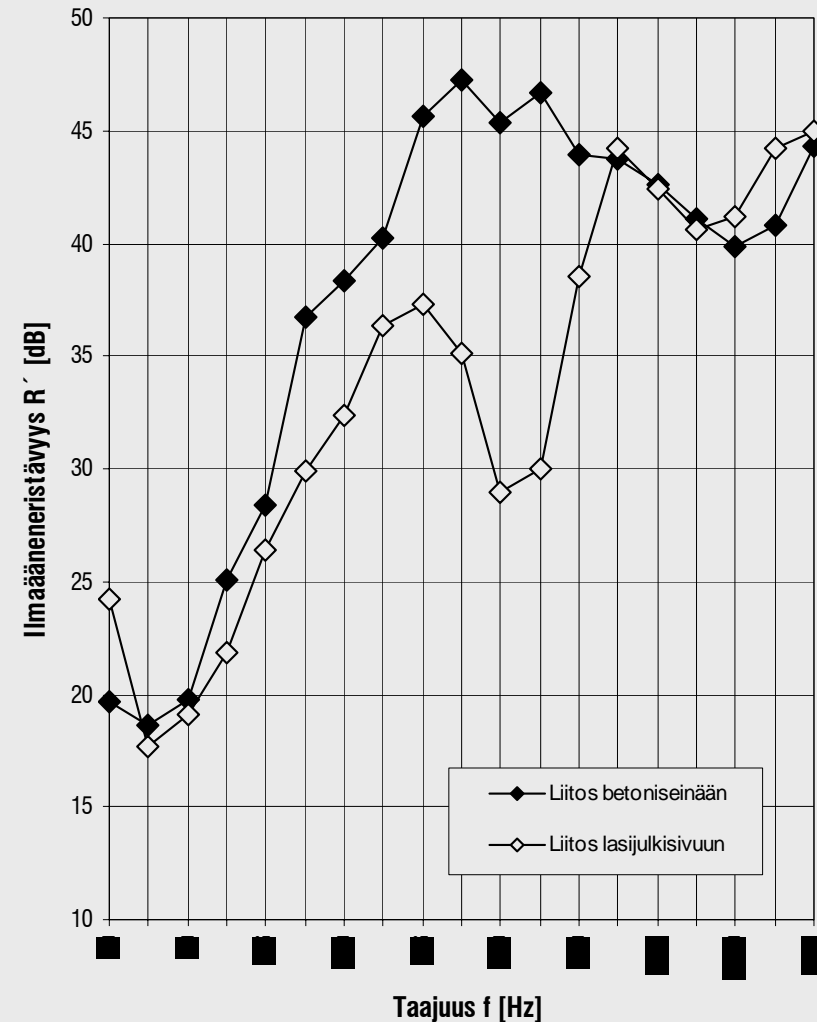
Ääni ei kulje tilasta toiseen vain tiloja erottavan rakenteen kautta, vaan myös kaikkia muita mahdollisia reittejä pitkin eli sivutiesiirtymänä.

Vastaanottohuoneen tyyppivika



Ilmaääneneristysluvun R'_w piti olla ≥ 48 dB, mutta mitattiin vain 45 dB.

Väliseinän liitos lasijulkisivuun



Lähtökohdat saavutettavalle ääneneristykselle asettuvat jo arkkitehtonista ja runkoratkaisua valittaessa

Ääneneristys: ilmanvaihtokanavat



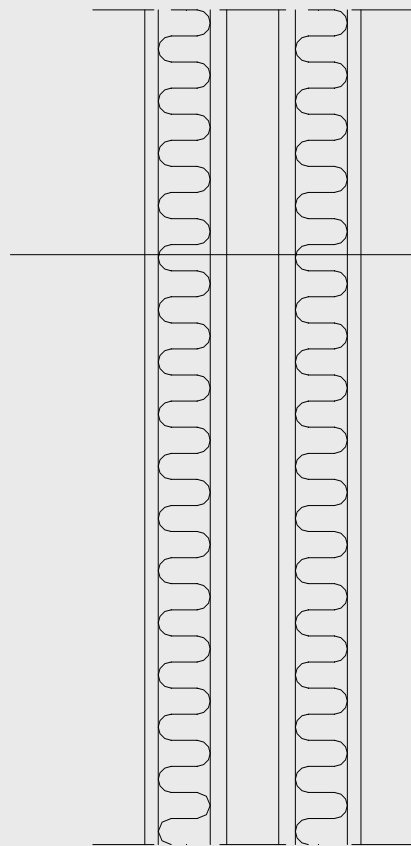
- Kun tilojen välille vaaditaan ilmaääneneristyslukuksi R'_w yli 40 dB, kanavassa pitää aina olla äänenvaimennin
- Vaimennin ei voi olla mikä tahansa, vaan se tulee määritellä urakka-asiakirjoissa

Ilmaääneneristävyys kanavan kautta

$$R = D_{\text{ala}} + D_{\text{lähtö}} + D_{\text{haara}} + D_{\text{mutka}} + D_{\text{äv}} + D_{\text{pääte}}$$

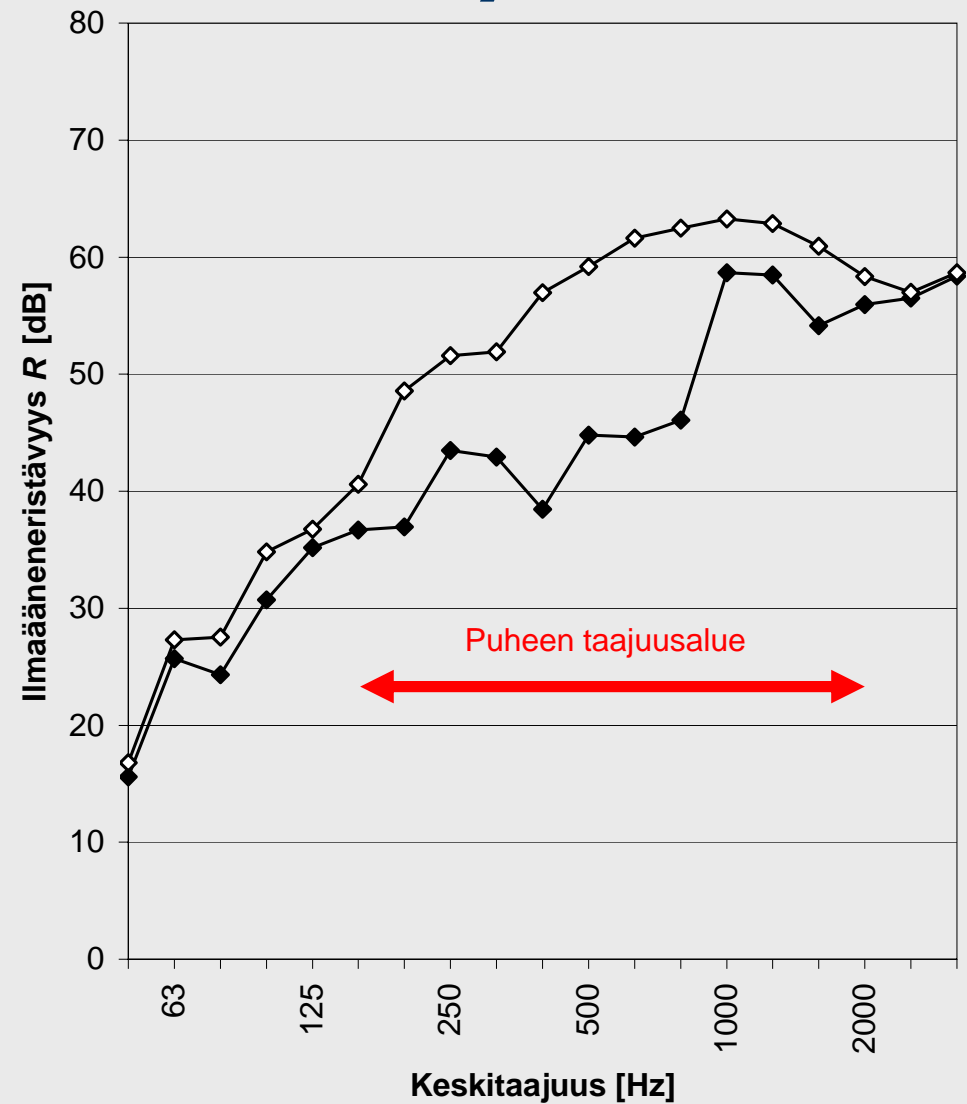
- D_{ala} = $10\lg(4/S)$, S = kanavan pinta-ala (m^2)
- $D_{\text{lähtö}}$ = lähtövaimennus (= 0, kun päätelaite keskellä huonetta)
- D_{haara} = vaimennus kanavan haaroittuessa
- D_{mutka} = vaimennus mutkassa
- $D_{\text{äv}}$ = äänenvaimenninten vaimennus
- $D_{\text{pääte}}$ = päätevaimennus

Ilmanvaihtokanavan vaikutus ääneneristykseen



Rakennekerrokset:

- kipsilevy EK 13 mm
- puurunko 66 mm k600 ja mineraalivilla 50 mm
- ilmaväli 50 mm
- puurunko 66 mm k600 ja mineraalivilla 50 mm
- kipsilevy EK 13 mm



- ◆ Kanavissa päätelaitteet, ei äänenvaimentimia
- ◊ Kanavien päät tulpattu

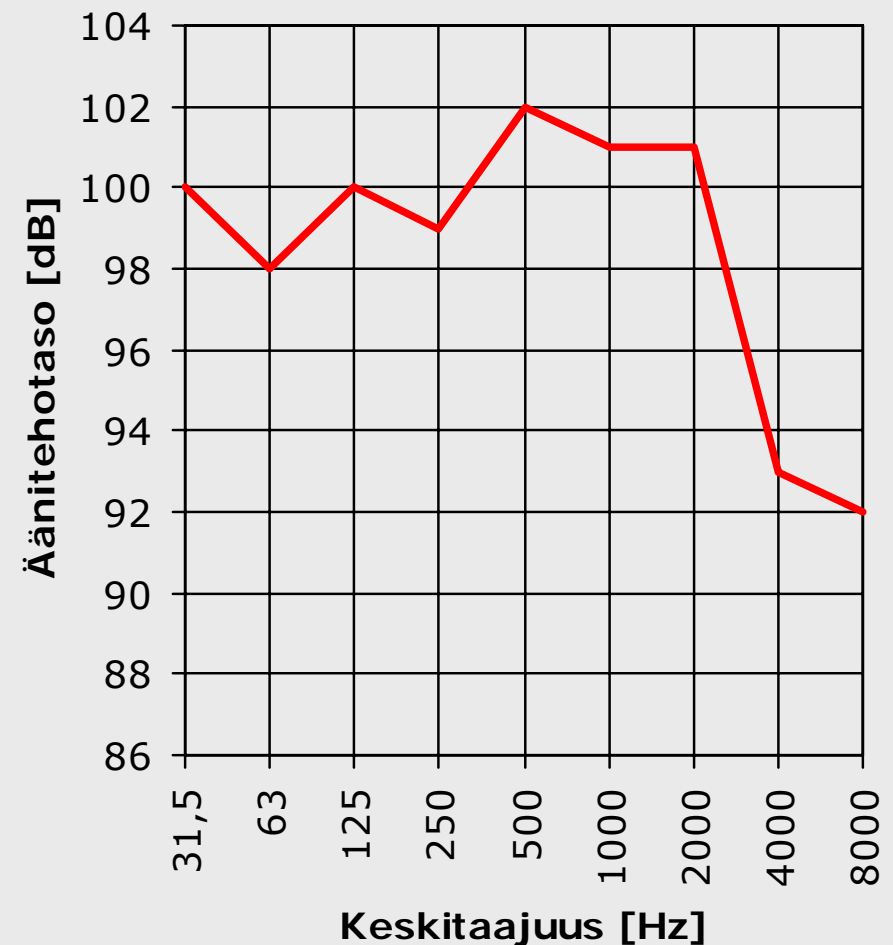
Äänekkäiden laitteiden meluntorjunta

- Varavoimakoneet
 - Äänen kehitys ympäristöön
 - Lauhdutuksen tulo- ja poistoilma
 - Pakokaasu
 - Tärinä ja runkoääni
- Ilmanvaihtokonehuoneet
 - Suuret ilmamäärät
 - Puhallinääni
 - Pääte- ja säätölaitteiden ääni
 - Runkoääni (varsinkin pumput, kompressorit...)

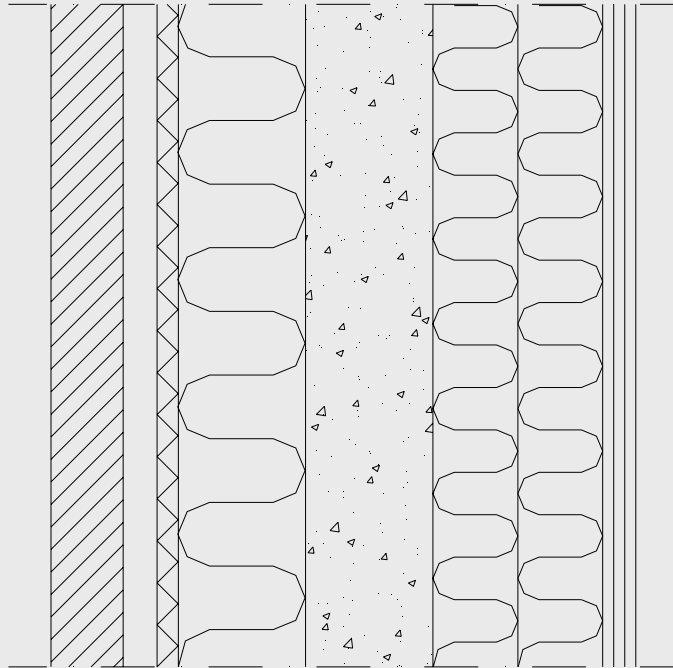
Varavoimakone äänilähteenä

- Melupäästö 100 dB luokkaa myös pienillä taajuuksilla
- Riittävä ääneneristys edellyttää suurta massaa ja kaksinkertaisia rakenteita
- Varavoimakonetta ei tärinäneristyksen vuoksi voi sijoittaa kelluvalle lattialle
- Tulo- ja poistoilman ja pakokaasun puhallus vaatii suuret äänenvaimentimet ja kanavat, jotka yleensä koteloitava
- Tilassa pitää olla paljon tehokkaasti absorboivaa materiaalia (akustiikkavilla)

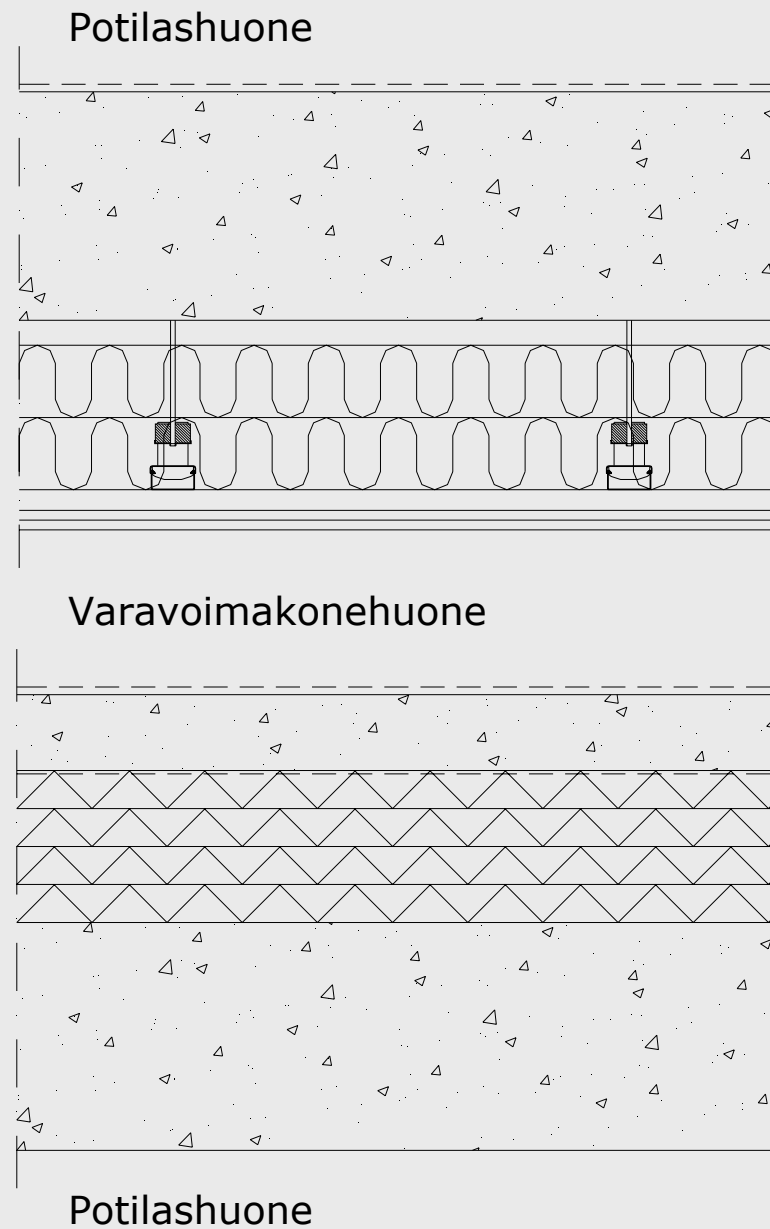
Varavoimakoneen äänitehotaso ympäristönsä



Varavoimakonehuoneen rakenne-esimerkkejä



Ulkoseinä



Ilmastoinnin äänenhallinnan lähtökohdat

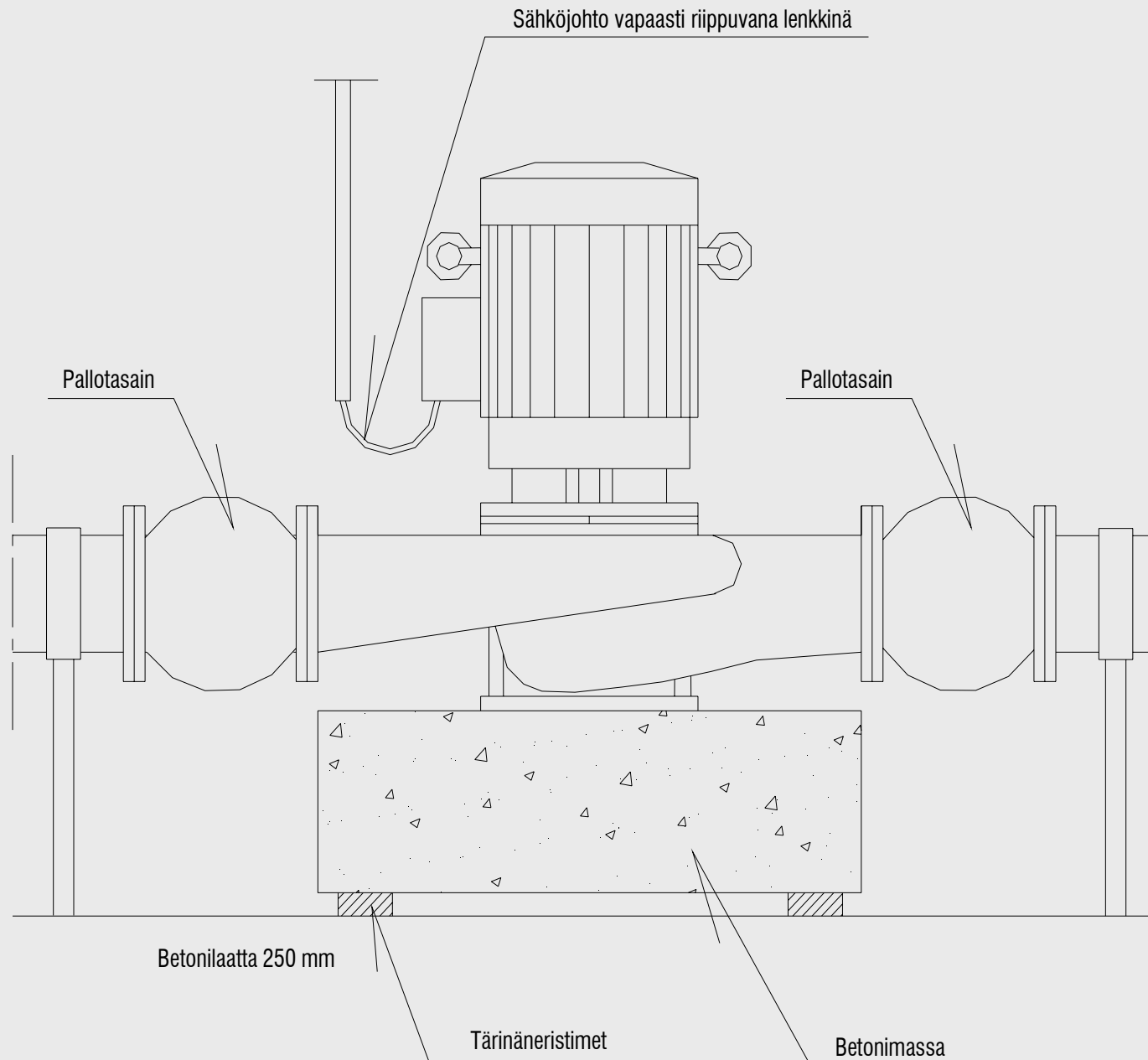
1. Ilma ei ole ilmastoinnin mitoitettava tekijä, vaan ääni.
2. Ilmastoinnin äänenhallinta edellyttää painehäviölaskelmia.
3. Tilan äänitaso riippuu kaikista LVIS-äänilähteistä.
4. Vaimennustarve on aina laskettavissa.

Väärin suunniteltu tärinäneristys

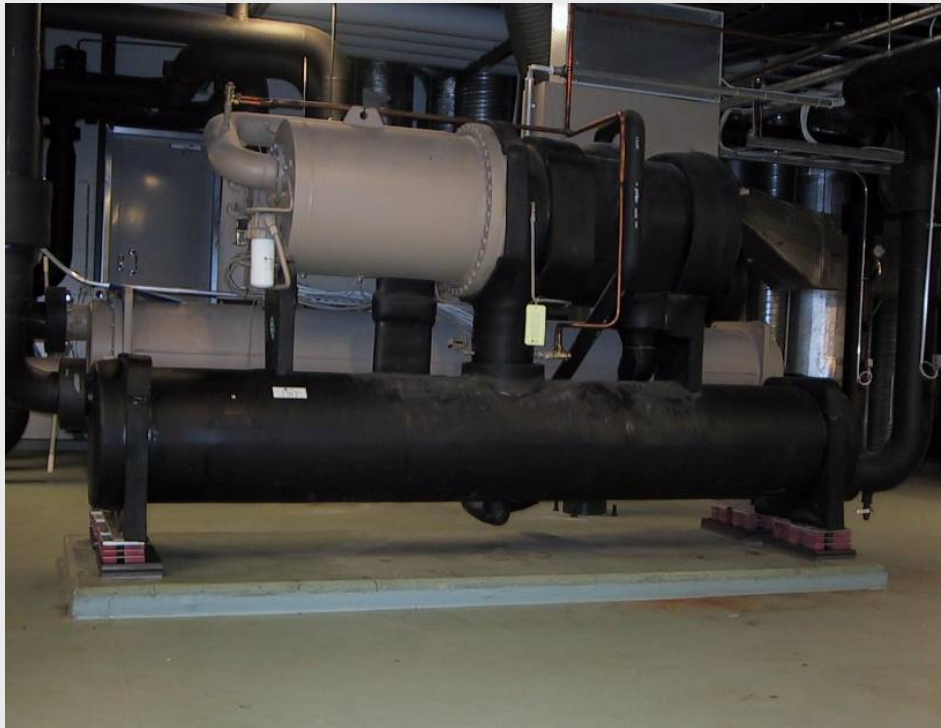


Innovatiivista
tiilen käyttöä →
... vai onko?

Pumpun tärinäneristys

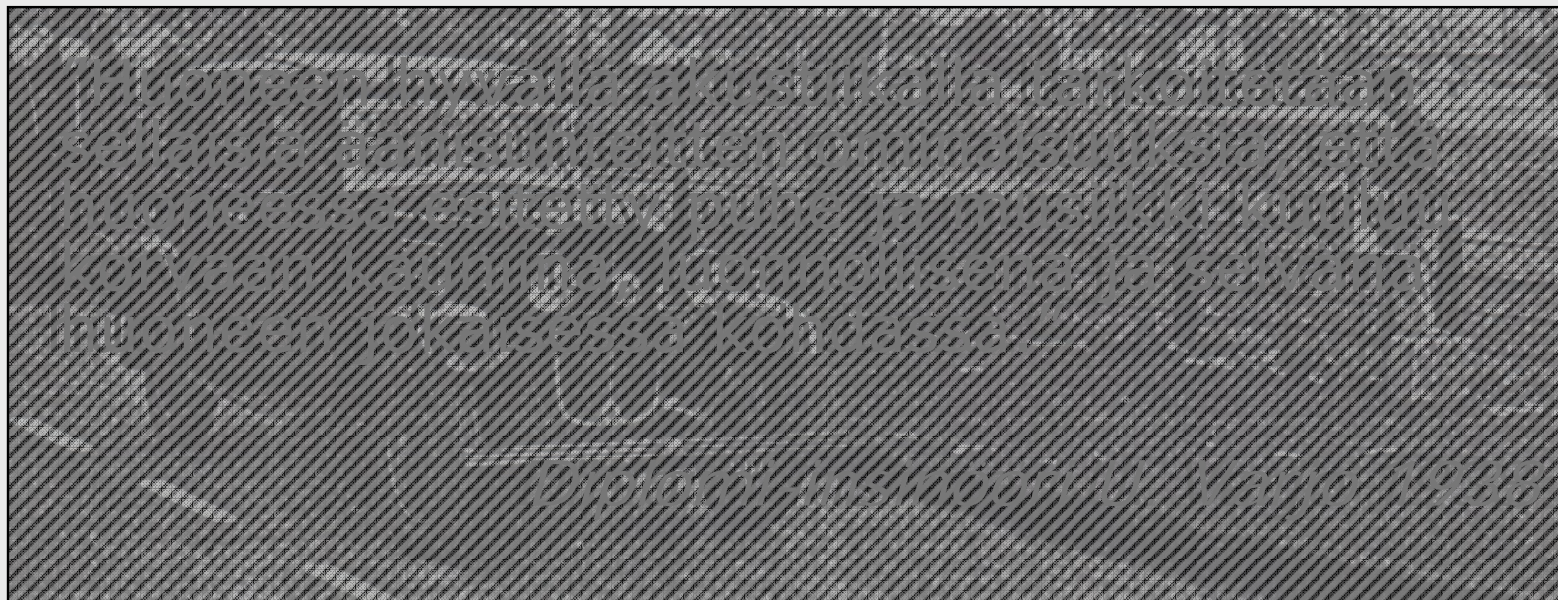


Kompressorin tärinäneristys

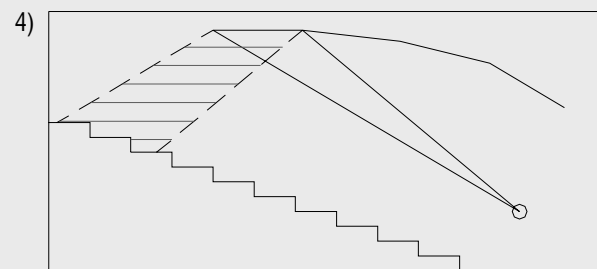
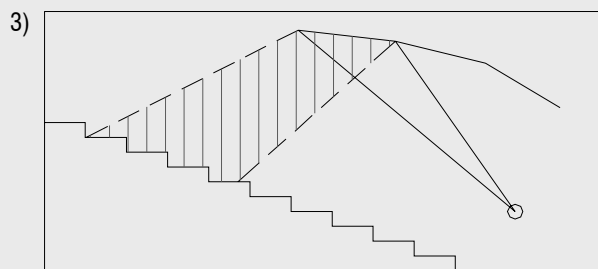
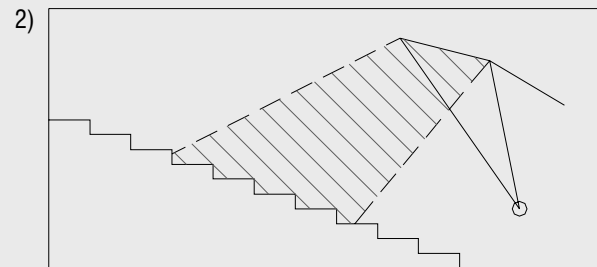
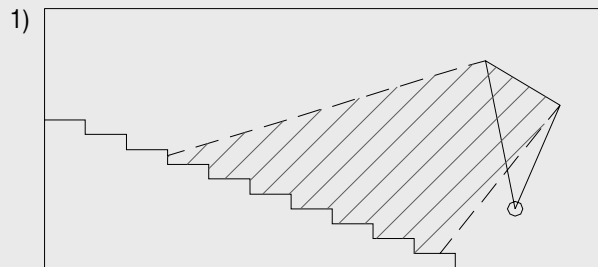


Puheen selvyys auditoriossa

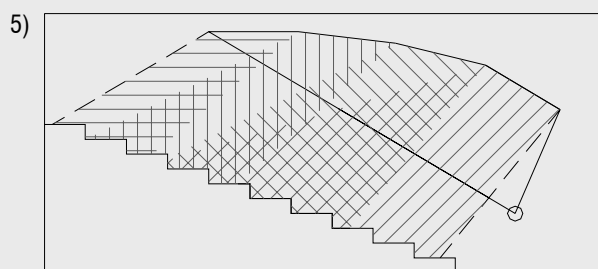
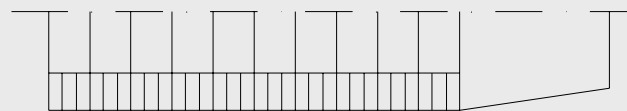
- Puhujan ääni ei heijastu kuulijoille
- Auditorion jälkikaiunta-aika liian pitkä
- Puutteita ääneneristyksessä
- Ilmastointi tuottaa liikaa taustamelua



Auditorion suunnitteluperiaatteet



A - A



Esimerkki: pieni auditorio



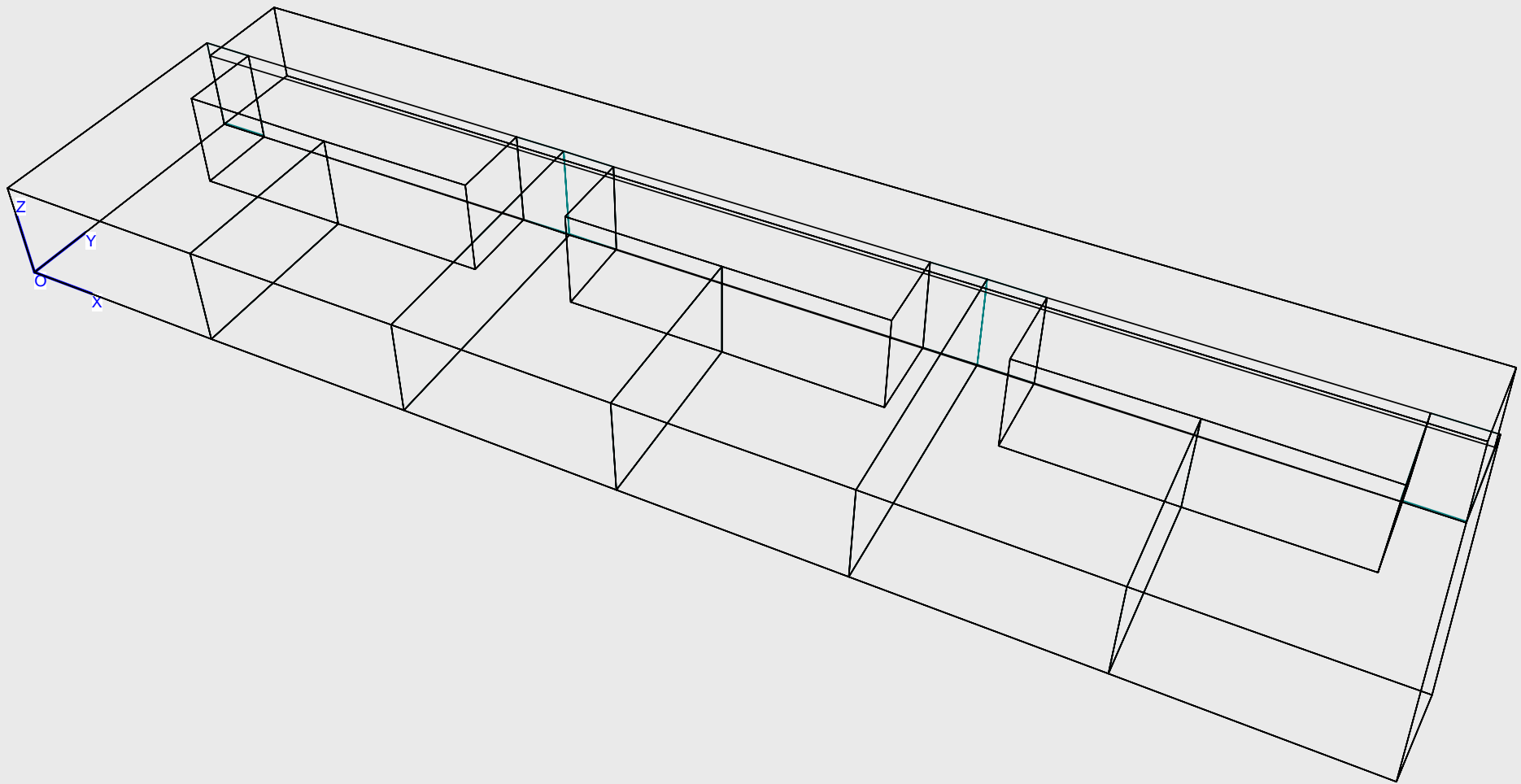
Auloissa kaiunnan vähentäminen tärkeää



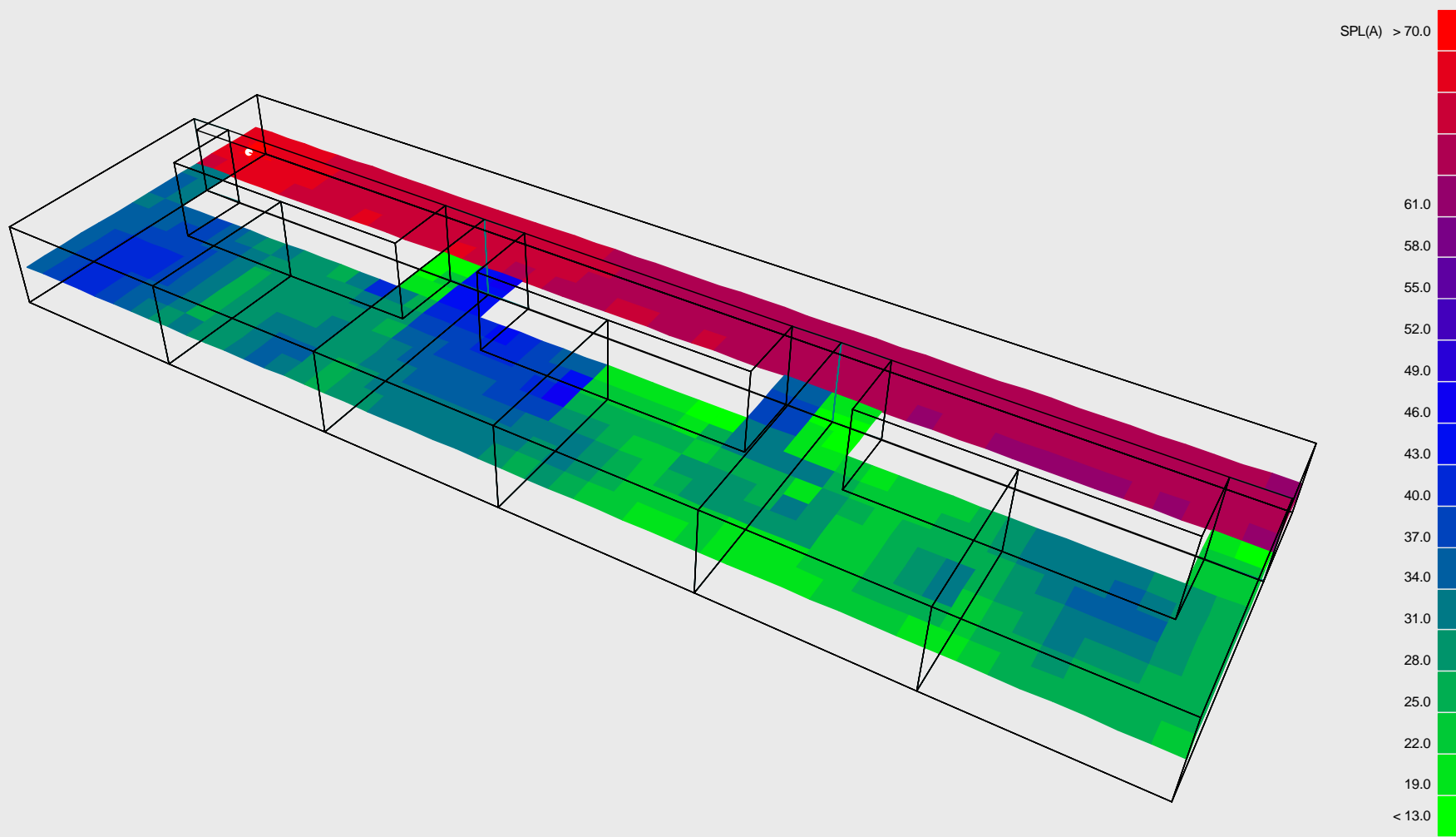
Käytävien huoneakustiikka

- Kuusi potilashuonetta ja käytävä
- Käytävän päässä puhutaan kännykkään
- Puhujan äänen keskiäänitaso 1 m etäisyydeltä mitattuna 59 dB
- Äänen leviäminen
 - 1) Kaikki pinnat akustisesti kovia (betoni, muovimatto, kipsilevy)
 - 2) Käytävän katossa alaslaskettu akustiikkavilla
 - 3) Lisäksi huoneiden katossa taustaansa liimattu akustiikkavilla

Käytävä ja potilashuoneet



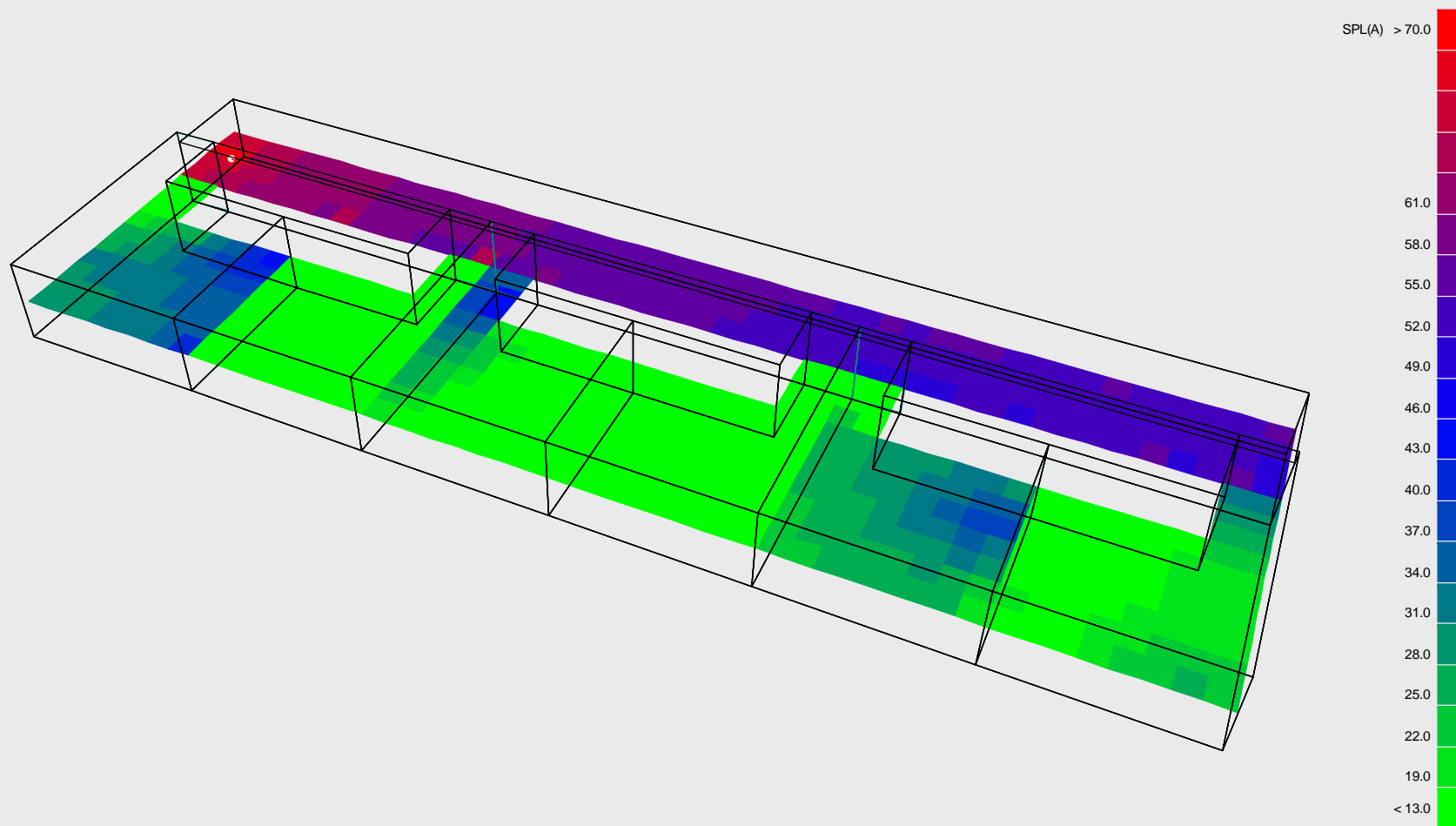
Vain akustisesti kovia pintoja



Odeon©1985-2003

65 % alasta: äänitaso \geq 28 dB

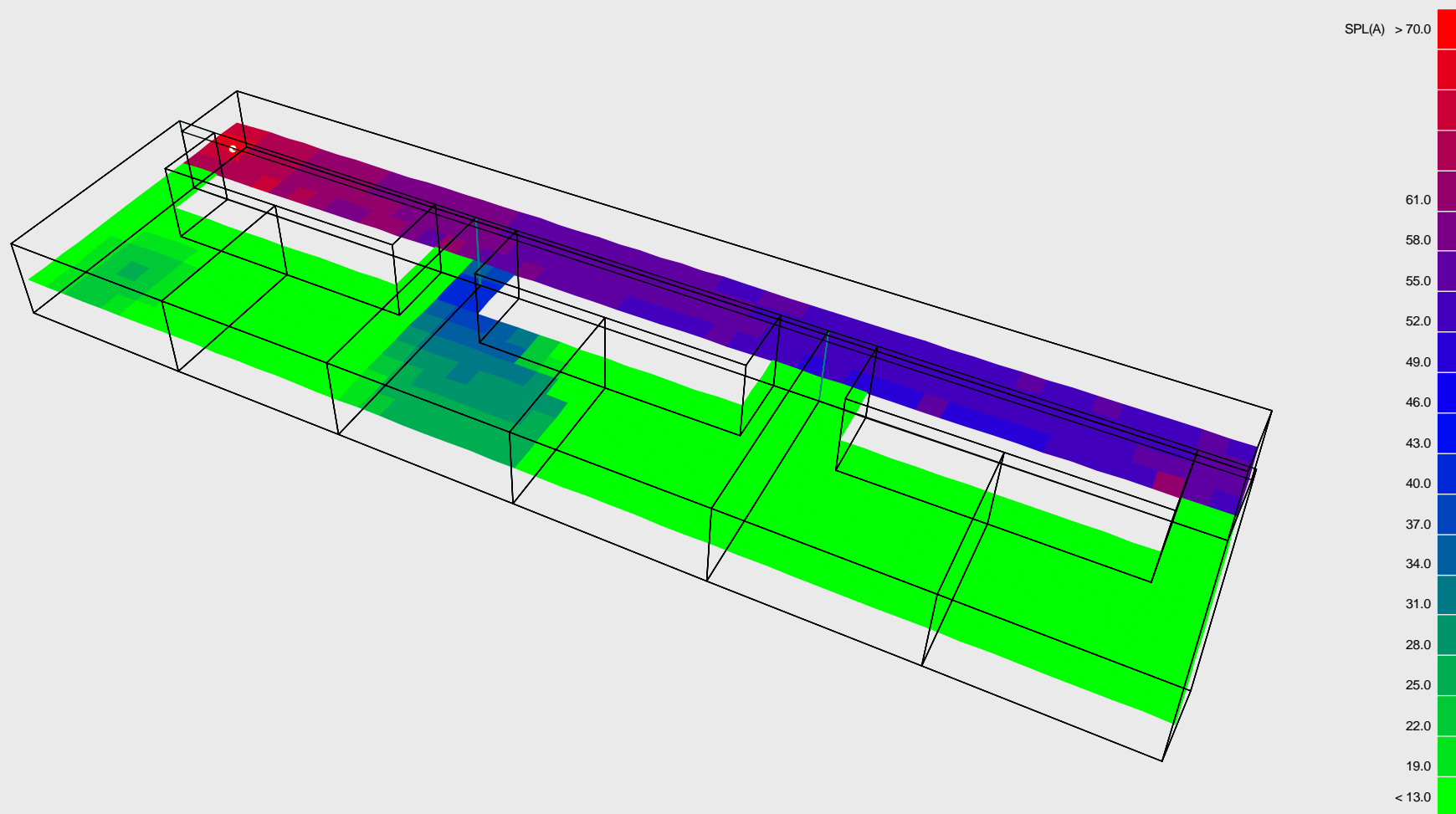
Käytävän katto vaimennettu



Odeon©1985-2003

45 % alasta: äänitaso \geq 28 dB

Käytävän ja huoneiden katto vaimennettu



Odeon©1985-2003

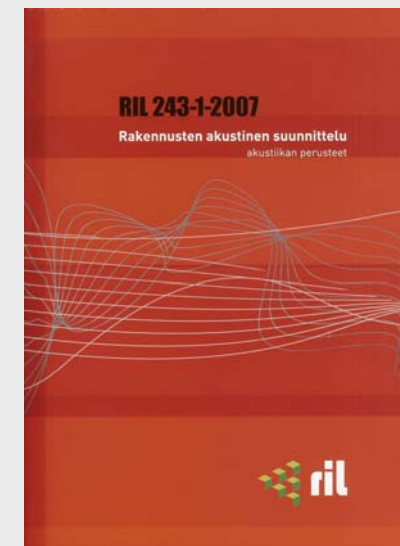
37 % alasta: äänitaso \geq 28 dB

Mistä kaikessa lopulta on kysymys?

- Äänilähteen äänenkehitys
- Äänen kulkureiteillä tapahtuvat vaimennukset
- = Äänitaso tarkasteltavassa kohdassa

Lisätietoja:

RIL 243-1-2007



Tehdään yhdessä myös ääniolosuhteitaan tarkoituksenmukaisia tiloja!



Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy

www.helimaki.fi

Temppelikatu 6 B
00100 Helsinki
p. 020-711 8590

Pinninkatu 58 A
33100 Tampere
p. 020-711 8592