

C 6

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

**Asuinrakennusten LVI-laitteiden
äänitekniikka**

Ohjeet 1984

Sisäasiainministeriö

Määräykset ovat sitovia. Rakennuslain 132 §:n mukaan on sisäasiainministeriöllä kaupungin sekä lääninhallituksella muun kunnan osalta kuitenkin valta lainkohdasta ilmenevin edellytyksin myöntää poikkeus rakentamista koskevista säännöksistä, määräyksistä, kielloista ja muista rajoituksista. Sama oikeus on rakennuslautakunnalla, milloin on kysymys vähäisestä poikkeamisesta.

Ohjeet esittävät hyväksyttäviä ratkaisuja. Rakennusvalvontaviranomaisen on näin ollen hyväksyttävä ohjeiden mukainen rakentaminen. Rakentamisessa voidaan kuitenkin käyttää myös muita ratkaisuja, mikäli rakennusvalvontaviranomainen katsoo niiden täyttävän säännösten ja määräysten vaatimukset.

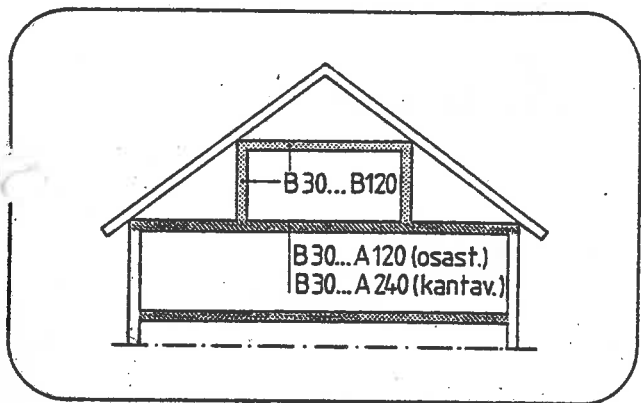
Kalervo Karhajan
 Sunn. Vall. yhtiö. Helsingin Ho
 Puutarhuri' 28
 00120 Helsinki 12,

14.2 Ullakon tasolla muuna kuin ullak-
 kona oleva tila

Taulukko 7

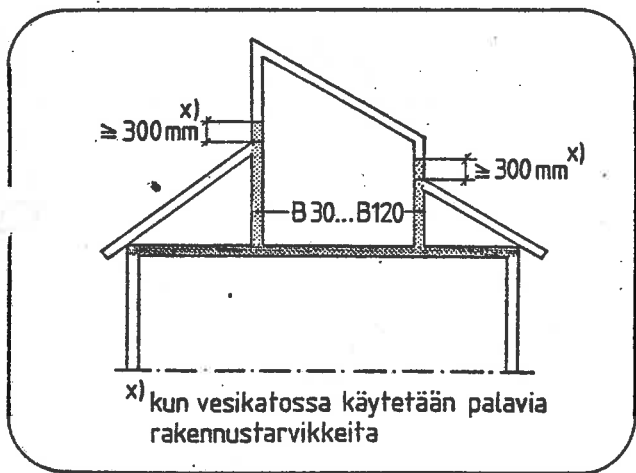
C. Ullakon tasolla muuna kuin ullakkona olevaa osaa ympäröivä katto ja seinä, mikäli ei vaadita korkeampaa luokkaa kohtien A ja B mukaan	-	B30 ³⁾	B30 ³⁾	B30 ³⁾	B60 ³⁾	B120 ³⁾
--	---	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------

3) Luokkavaatimukset ovat tarkoitettut sisäpuolista paloa vastaan



Ullakon tasolla muuna kuin ullakkona oleva erillinen tila, esimerkiksi sauna tai pesutupa, saadaan rakentaa kevyemmin kuin kerroksissa oleva palotekninen osasto. Osastointivaatimus sisäpuolista paloa vastaan on B30...B120, jotta palon leviäminen näitä tiloista muihin tiloihin estyisi. Välipohjan osastointivaatimus määräytyy E1-
 lukon 7 kohdan B mukaan alapuolista paloa vastaan.

Lievennettyjen vaatimusten soveltamisen ehtona on, etteivät kyseiset seinä- ja kattorakenteet vaikuta heikentävästi kerrosten osastointiin tai kantaviin rakenteisiin. Osastointivaatimukset eivät koske ulkoilmaan rajoittuvaa rakenteen osaa. Ilmanvaihtokonehuoneet käsitellään omien erillisten ohjeittensa mukaan. Myös muiden tilojen kuin ilmanvaihtokonehuoneiden kohdalla suositellaan, että rakenne jatkuu ylöspäin osastoivana 300 mm ulkoilmaan rajoittuvalta osaltaan, jos vesikatossa on käytetty palavia rakennustarvikkeita



Ullakon tasolla muuna kuin ullakkona oleva tila.

Karhajan
 Vall. yhtiö. Helsingin
 Puutarhuri

Ehkäisy ohje
 Rivit. 2-kerr
 välipohja, uudet, ill. yhtiö 3,5
 aulatilan läm.
 kynnysalustan uusi,
 Kers. torni porr. huone
 2 kerr. kerr. huone
 on aulat. porr. huone.

Pp:

Sarvasuo / Liikasa

Roe / CG

Puolij. telineen

ään'arst.

lit. 4 äänilomien
keit. hellähoimien
reit. ruovan

mallit aih. kolut.

Kunst. talolle

villat mittotulot

~~+~~
Keittiöhoimitt. pöytäkirja

Samm. piip. sis. kalle. äänenvuon.

- piipun pöytäkirja
- piippuumu

Palaa äänän

Luvattu kuiton keraiset

10/4.84 SK

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Asuinrakennusten LVI-laitteiden äänitekniikka

Muutos ohjeisiin C6 1984

Ympäristöministeriö on tällä päätöksellä muuttanut Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kuuluvan osan C6 Asuinrakennusten LVI-laitteiden äänitekniikka, Ohjeet 1984, kohdan 3.8 ja poistanut kuvat 9 ja 10.

Muutos tulee voimaan 1 päivänä syyskuuta 1992 ja koskee rakentamista, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen.

Helsingissä 5 päivänä elokuuta 1992

Vs. osastopäällikkö
Ylijohtaja


Mikko Mansikka

Rakennusneuvos


Esko Mononen

MUUTOS

3.8 Lämpöjohtoverkostot

Äänen siirtymisen estäminen on otettava huomioon erityisesti päällekkäin olevien asuntojen välillä taloissa, joissa patterit liitetään yhteisiin nousulinjoihin, sekä rinnakkain olevien asuntojen välillä patterin liittyessä yhteisiin vaakalinjoihin.

Kun käytetään pintaan asetettuja teräsputkia ja teräslevypattereita, äänen siirtyminen verkostossa joudutaan estämään erikoistoimenpitein, mikäli patterit ovat lähekkäin eikä johtojen värähtelyä ole tehokkaasti estetty. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi äänen siirtymistä vähentäviä liittimiä. Liittimet eivät saa aiheuttaa verkoston korroosiota tai lisätä verkoston tukkeutumisvaaraa. Liittimet tulee asentaa niin, että ne ovat helposti huollettavissa.

FINLANDS BYGGBESTÄMMELSESAMLING

Ljudtekniken i VVS-anordningar i bostadsbyggnader

Ändring i anvisningarna C6 1984

Miljöministeriet har genom detta beslut ändrat del C6 Ljudtekniken i VVS-anordningar i bostadsbyggnader, Anvisningar 1984, punkt 3.8 i Finlands byggebestämmelsesamling och avlägsnat bilderna 9 och 10 i sagda del.

Ändringen träder i kraft den 1 september 1992 och gäller byggande, vartill tillstånd har sökts nämnda dag eller därefter.

Helsingfors den 5 augusti 1992

Tf. avdelningschef
Överdirektör


Mikko Mansikka

Byggnadsråd


Esko Mononen

ÄNDRING

3.8 Värmeledningsnät

Förhindrandet av ljudets förflyttning skall beaktas speciellt mellan ovanför varandra belägna bostäder i hus, där radiatorerna ansluts till gemensamma vertikala linjer samt mellan bostäder bredvid varandra när radiatorerna ansluts till gemensamma horisontella linjer.

När man använder stålrör installerade på ytan och radiatorer av stålblåt, måste ljudets förflyttning i nätet förhindras genom specialåtgärder, såvida radiatorerna är nära varandra och rörens vibration inte effektivt förhindrats. I dylika fall kan t.ex. kopplingar, som reducerar ljudets förflyttning användas. Kopplingarna får inte förorsaka korrosion i nätet eller öka risken för nätets igensättning. Kopplingarna skall installeras så att de är lätta att underhålla.

ASUINRAKENNUSTEN LVI- LAITTEIDEN ÄÄNITEKNIikka

Ohjeet 1984

Nämä ohjeet kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Ohjeet liittyvät ääneneristyksestä annettuihin määräyksiin. Ohjeet tulevat voimaan 1 päivänä tammikuuta 1984 ja koskevat rakentamistoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen.

Helsingissä 25 päivänä huhtikuuta 1983

Osastopäällikkö
Ylijohtaja

Olavi Syrjänen

Yli-insinööri

Esko Mononen

SISÄLLYS

- 1 Yleistä
- 1.1 Soveltamisala
- 1.2 Määritelmiä
- 1.3 Mittaukset
- 2 Ilmanvaihtolaitos
- 2.1 Äänilähteet
- 2.2 Meluntorjunta
- 3 Lämmityslaitokset
- 3.1 Äänilähteet
- 3.2 Lämmityslaitosten jaottelu
- 3.3 Pienten lämmityslaitosten meluntorjunta
- 3.4 Keskisuurten lämmityslaitosten meluntorjunta
- 3.5 Suurten lämmityslaitosten meluntorjunta
- 3.6 Lämmönjakohuoneet ja alakeskukset
- 3.7 Patteriventtiilit
- 3.8 Lämpöjohtoverkostot
- 3.9 Putkilävistyksset
- 4 Vesi- ja viemärlaitteistot
- 4.1 Äänilähteet
- 4.2 Meluntorjunta
- 5 Tärinäneristys

1 Yleistä

Nämä ohjeet koskevat asuinrakennuksen LVI-tekniisten laitteiden aiheuttamaa melua, mutta niitä voidaan käyttää soveltuvin osin myös muiden rakennusten LVI-tekniisten laitteiden aiheuttaman melutason arvioinnissa ja meluntorjunnan suunnittelussa.

1.1 Soveltamisala

Ääneneristystä koskevissa määräyksissä on esitetty vaatimuksia sekä rakenteiden ääneneristävyydelle että rakennuksen tekniisten laitteiden aiheuttamalle melutasolle. Rakennuksen teknisiä laitteita suunniteltaessa ja rakennettaessa tulee kiinnittää huomiota kumpaankin vaatimusryhmään.

Tilaa, johon tekniset laitteet sijoitetaan, ympäröivät rakenteet rakennetaan siten, että ko. tilan ja viereisen tilan välillä saavutetaan määräysten mukainen ääneneristävyys. Rakenteiden lävistyksset tehdään niin, että

tilojen välinen ääneneristävyyden edelleen täyttää ao. vaatimuksen. Ilmanvaihtolaitos hormeineen, vesi- ja viemärijohdot roiloineen sekä lämmityspatterit putkiverkostoineen rakennetaan niin, että äänen siirtyminen ja leviäminen niiden kautta on riittävästi estetty.

Laitteiden meluntorjuntaa toteutettaessa otetaan huomioon rakennuksen kaikkien teknisten laitteiden yhteisesti aiheuttama melutaso. Jos tilaan tulee ääntä useammas- ta kuin yhdestä äänilähteestä, tulee kunkin äänilähteen erikseen tuottaman melutason olla niin alhainen, ettei niiden yhteisesti aiheuttama melutaso ylitä salittuja arvoja.

Kun huoneessa toimii samanaikaisesti useampia äänilähteitä, voidaan niiden yhteisesti aiheuttama melutaso laskea kaavasta

$$L_{A_{tot}} = 10 \lg (10^{L_{A1}/10} + 10^{L_{A2}/10} + \dots + 10^{L_{An}/10}), \text{ jossa}$$

$L_{A_{tot}}$ on laitteiden yhteisesti aiheuttama melutaso

$L_{A1} \dots L_{An}$ on kunkin laitteen erikseen aiheuttama melutaso

1.2 Määritelmät

Äänitehotaso

Äänilähteen säteilemän äänitehon W ja standardoidun vertailutehon W_0 ($10^{-12}W$) kymmenkertainen kymmenlogaritmi $L_W = 10 \lg (W/W_0)$.

Virtausnopeus

Ilman virtausnopeus hormoneissa on ilman nopeus kohtisuoraan hormin poikkileikkausta vastaan. Virtausnopeus säleikössä on ilman nopeus säleiden välisessä raossa.

Äänenvaimennin

Hormissa tai putkessa kulkevan äänen etenemisen estämiseen tarkoitettu laite.

Tärinä

Kiinteään aineen värähtely.

Tärinäneristin

Tärinän siirtymisen estämiseen tarkoitettu laite.

1.3 Mittaukset

1.3.1 Puhaltimien äänitasomittaukset

Puhaltimien äänitehotasojen mittaukset voidaan suorittaa kaiuntahuoneessa, kaiuttomassa huoneessa tai ilmakeinavassa. Äänitehotaso määrätään puhaltimen eri toimintapisteitä (tilavuusvirta, kokonaispaine) vastaavasti. Äänitehotaso konehuoneessa sekä hormissa ilmoitetaan oktaavikaistoittain alueella 63...8 000 Hz joko taulukkona tai käyrästä.

1.3.2 Venttiilien, säleikköjen ja säätölaitteiden äänitehotasomittaukset

Venttiilien, säleikköjen ja muiden laitteiden, jotka sijoitetaan hormin päättymiskohtaan huonetilassa, ääniteho-

tasot mitataan kaiuntahuoneessa. Äänitehotasot mitataan eri tilavuusvirtamääriä ja paine-eroja vastaavasti. Äänitehotaso huoneessa ilmoitetaan oktaavikaistoittain vähintään alueella 125...4 000 Hz joko taulukkona tai käyrästä. Vaihtoehtoisesti voidaan ilmoittaa A-painotettu äänenpainotaso huoneessa, jonka absorptioala on 10 m^2 . Hormiin sijoitettavien laitteiden, kuten säätölaitteiden ja jälkikäsitteilylaitteiden äänitehotasot mitataan kuten puhaltimien äänitehotasot. Normaalina mittausmenetelmänä suositellaan kaiuntahuoneessa suoritettua mittausta. Äänitehotasot hormissa ilmoitetaan oktaavikaistoittain vähintään alueella 125...4 000 Hz.

1.3.3 Laitteiden vaimennusominaisuuksien mitaukset

Vaimentimien, säätölaitteiden, jälkikäsitteilylaitteiden, venttiilien ja muiden laitteiden vaimennusominaisuudet voidaan mitata määräämällä äänenpainetasojen erotus laitteen ollessa sijoitettuna hormiin ja hormin ollessa ilman laitetta. Mittauksessa käytetään kohinaääntä ja mittaus suoritetaan oktaavikaistoittain vähintään alueella 125...4 000 Hz. Mittaus voidaan suorittaa myös standardia ISO 140 soveltaen sijoittamalla laite kaiuntahuoneiden väliseen seinään. Tätä mittaustapaa suositellaan käytettäväksi erityisesti huonetilojen välille tarkoitettujen virtaussäleikköjen mittauksiin.

1.3.4 Mittausmenetelmiä on esitetty myös ääneneristysohjeissa C5 sekä tyyppihyväksyntäohjeissa.

2 Ilmanvaihtolaitos

2.1 Äänilähteet

Ilmanvaihtolaitoksen tärkeimpiä äänilähteitä ovat puhaltimet, ilmanvirtaus hormoneissa, säätöelimissä ja tulo- ja poistoilmaelimissä sekä em. laitteiden mekaaninen värähtely.

2.1.1 Puhallin

Puhallin aiheuttaa ääntä hormiin tai kammioon sekä puhaltimen vaipan läpi sitä ympäröivään tilaan.

Puhaltimien eri toimintapisteiden äänitehotasot hormiin sekä ympäristöön saadaan laboratoriomittauksista. Puhaltimien äänitehotaso voidaan tarvittaessa arvioida likimäärin myös kaavasta

$$L_W = 20 \lg p_{tot} + 10 \lg q_v + L_o, \text{ jossa}$$

p_{tot} on kokonaispaine (N/m^2)

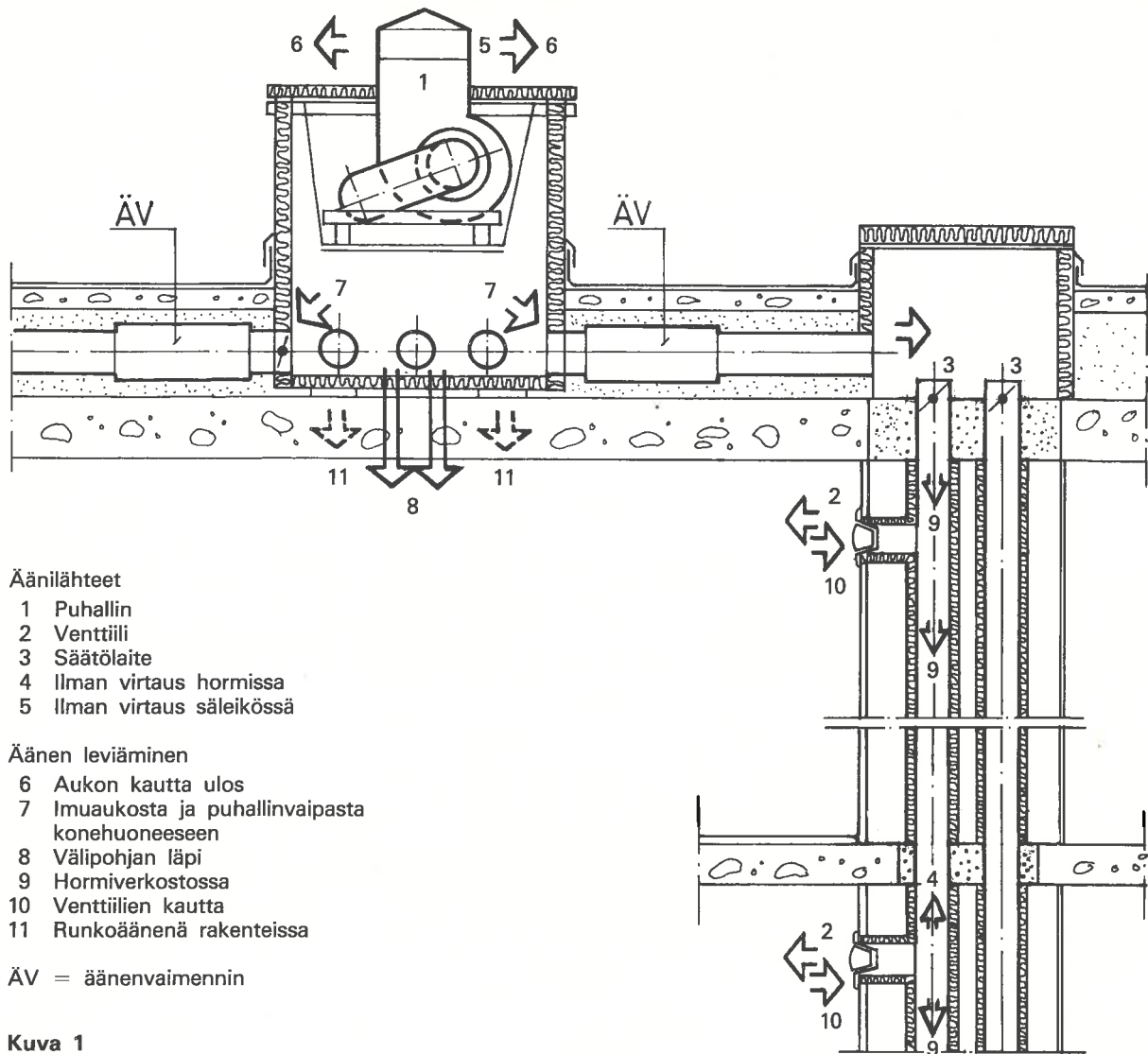
q_v on tilavuusvirta (m^3/s)

L_o on puhaltimen äänen ominaistehotaso (dB)

L_W on puhaltimen äänen kokonaistehotaso (dB).

Jos puhallin toimii normaalilla toiminta-alueella, voidaan äänitehotasolle hormissa käyttää arvoa $L_o = 45$ dB. Äänitehotaso oktaavikaistoittain saadaan vähentämällä L_W :n arvosta seuraavat arvot:

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hz	oktaavikaista
4	6	8	10	15	20	26	32		keskipakoispuhallin taaksepäin kaartuvin siivin
2	6	12	17	18	22	27	32		keskipakoispuhallin eteenpäin kaartuvin siivin
9	8	7	7	8	11	16	18		aksaalipuhallin



Äänilähteet

- 1 Puhallin
- 2 Venttiili
- 3 Säätoläite
- 4 Ilman virtaus hormissa
- 5 Ilman virtaus säleikössä

Äänen leviäminen

- 6 Aukon kautta ulos
- 7 Imuaukosta ja puhallinvaipasta konehuoneeseen
- 8 Välipohjan läpi
- 9 Hormiverkostossa
- 10 Venttiilien kautta
- 11 Runkoäänenä rakenteissa

ÄV = äänenvaimennin

Kuva 1

Ilmanvaihtolaitos

2.1.2 Ilmanvirtaus

Virtaava ilma aiheuttaa ääntä hormoneissa, säätöelimissä sekä tulo- ja poistoilmalaimissa. Syntyvä äänitehotaso määräytyy pääasiassa virtausnopeuden mukaan. Poikkileikkaukseltaan suorakulmion muotoisissa hormoneissa voidaan käyttää seuraavia nopeuksia.

Melutaso asuinhuoneessa	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)
Hormi			
Asuinhuoneeseen tuleva hormin haara	2,5 m/s	3 m/s	4 m/s
Yhteishormi	4 m/s	5 m/s	6 m/s

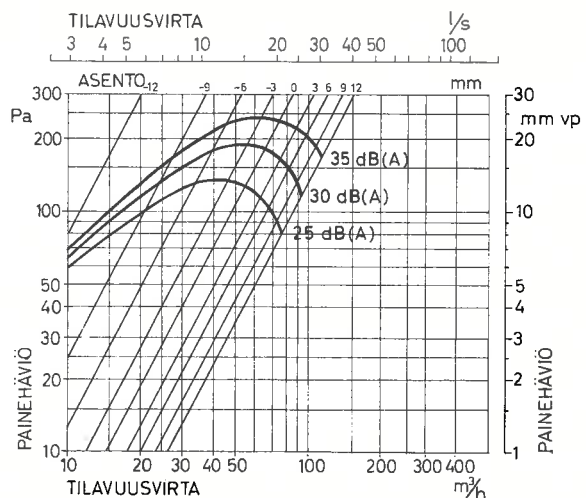
Poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoisissa hormoneissa voidaan käyttää seuraavia nopeuksia:

Melutaso asuinhuoneessa	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)
Hormi			
Asuinhuoneeseen tuleva hormin haara	3,5 m/s	4 m/s	5 m/s
Yhteishormi	5 m/s	6,5 m/s	8 m/s

Säleiköissä saa nopeus olla enintään 0,7 -kertainen hormoneissa olevaan nopeuteen verrattuna. Säätöelinten

sekä tulo- ja poistoilmalaimien äänitasoarvot saadaan laboratoriomittauksista.

Venttiili valitaan siten, että sallittava äänitase ei ylitä vaadittavilla ilmamäärän ja painehäviön arvoilla. Painehäviössä otetaan huomioon myös hormiston tasapainoittamiseen tarvittavat paine-erot eri venttiilien välillä.



Kuva 2

Venttiilin aiheuttama äänitase huoneessa, jonka absorptiopinta-ala on 10 m².

2.2 Meluntorjunta

2.2.1 Puhaltimen sijoitus ja asennus

Puhaltimet sijoitetaan riittävästi ääntä eristävään tilaan, jonka pinnoista osa verhotaan ääntä vaimentavalla materiaalilla. Kun puhallin on sekä imu- että paineakun puolelta yhdistetty hormiin (suljettu asennustapa), verhotaan ainakin konehuoneen katon suuruinen pinta-ala vaimentavalla materiaalilla. Vaimentavaa materiaalia valittaessa on huolehdittava siitä, että se täyttää myös palomääräysten vaatimukset (Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus E 7, ohjeet 1980). Rakenteista on esitetty esimerkkejä ääneneristysohjeissa C 5.

Konehuone sijoitetaan meluntorjunnan kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla. Puhallin asennetaan tärinäeristimille ja liitetään hormiin joustavalla liitoksella.

2.2.2 Puhaltimesta hormistoon kulkeva ääni

Puhallin varustetaan tarvittaessa äänitasoa alentavalla vaimentimella. Vaimentimina toimivat myös sisäpinnoil-

taan vaimentavalla materiaalilla verhotut hormit, mutkat ja kammiot (ks. myös E7). Vaimennukseen voidaan lisätä myös hormoneissa, hormien haaroissa ja päätekohdissa tapahtuva vaimeneminen.

Asuinrakennusten keskusilmanvaihtolaitoksessa valitaan poistoilmapuhaltimen vaimennin siten, että yhtä pystyhormia kohden tuleva äänitehotaso on oktaavikaistoittain enintään:

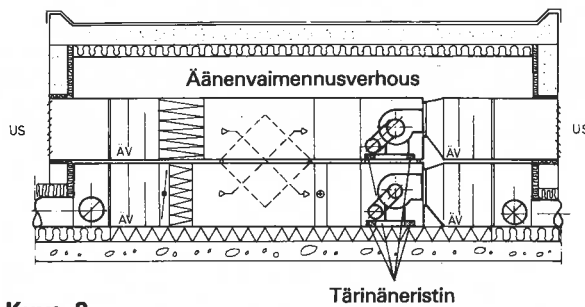
63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hz
75	64	53	45	40	35	34	34	dB

Puhaltimen hormiverkostoon aiheuttama äänitehotaso saa näin ollen olla enintään em. taso lisättyä luvulla $10 \lg n$, jossa n on pystyhormien lukumäärä.

Keskusilmanvaihtolaitoksen venttiileissä tai hormoneissa olevien vaimentimien vaimennus voidaan lisätä myös em. arvoihin.

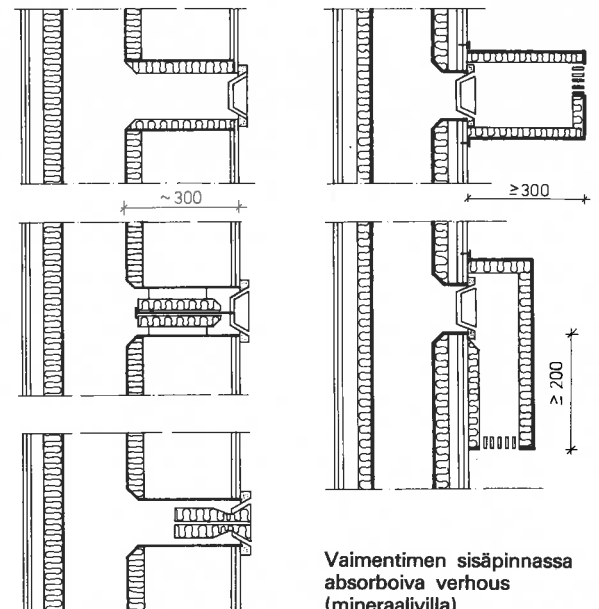
Esimerkki: Yksinkertaistettu laskelma asuinrakennuksen ilmanvaihtolaitoksen vaimennustarpeesta oktaavikaistoittain, kun poistoilmapuhallin on yhdistetty kuuteen pystyhormiin.

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hz	
86	84	82	80	75	70	64	58		puhaltimen äänitehotaso
75	64	53	45	40	37	35	34		yhteen hormiin sallittu äänitehotaso
8	8	8	8	8	8	8	8		$10 \lg 6$
83	72	61	53	48	45	43	42		hormiverkostoon sallittu äänitehotaso
3	12	21	27	27	25	21	16		tarvittava vaimennus



Kuva 3

Keskusilmanvaihtolaitoksen äänenvaimentimet. Äänenvaimentimet sijoitetaan koneiden imu- ja painepuolelle koneen äänen vaimentamiseksi



Kuva 4

Hormijärjestelmän äänenvaimentimia äänen siirtymisen estämiseksi asuinhuoneistojen välillä

2.2.3 Äänen siirtyminen hormien kautta

Kun asuinhuoneistot liitetään yhteisiin hormoneihin tai hormiryhmiin, tulee äänen siirtyminen hormien kautta olla riittävästi estetty. Jos ilmanvaihtohormeja sijoitetaan rakenteiden sisään, tulee rakenteelle tästä huolimatta jäädä riittävän ääneneristävyys.

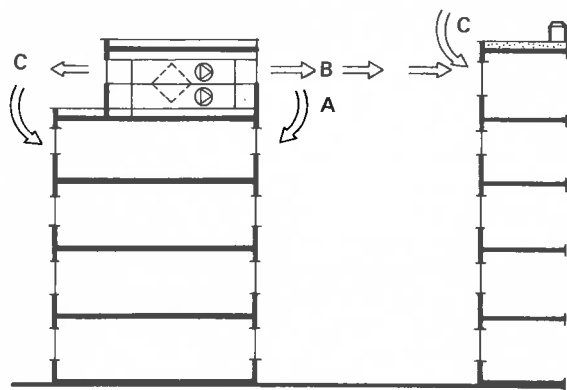
Hormia pitkin kulkevan äänen vaimentamiseen käytetään äänenvaimentimia. Asuinhuoneistojen välillä käytetään vaimenninta tai vaimenninyhdistelmää, jonka vaimennus on oktaavikaistoittain vähintään:

125	250	500	1 000	2 000	4 000	Hz
0	4	12	14	16	16	dB

2.2.4 Laitoksen rakennuksen ulkopuolelle aiheuttama melutaso

Laitoksen ympäristöön aiheuttaman äänen vaimennuksessa otetaan huomioon laitoksen ilmapölytyöolosien

vaimennus sekä äänen hajaantumisesta ympäristöön johtuva äänitason aleneminen. Laitoksen rakennuksen ulkopuolelle aiheuttamaa melutasoa voidaan alentaa sijoittamalla ulos johtavaan hormiin äänenvaimennin.



Kuva 5

Ulkosäleiköstä ympäristöön leviävä ääni

A Säleikkö ja ikkuna samalla seinällä

B Säleikkö ja ikkuna vastakkain

C Säleikön ja ikkunan välillä este

Vaimennin valitaan siten, että laitoksesta ulkosäleikön kautta ympäristöön aiheutuva äänitehotaso ei ulkosäleikön kohdalla oktaavikaistoittain ylitä seuraavia arvoja:

A. Säleikkö ja ikkuna samalla seinällä

Säleikön ja ikkunan keskikohtien välinen etäisyys on noin 3 m.

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	Hz
83	75	69	65	64	61	69	dB

Jos etäisyys on r , voidaan sallittavaan äänitehotasoon vastaavasti lisätä 20 lg ($r/3$).

B. Säleikkö ja ikkuna vastakkain

Säleikön ja ikkunan välinen etäisyys on noin 8 m.

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	Hz
88	79	71	64	60	57	55	dB

Jos etäisyys on r , voidaan sallittavaan äänitehotasoon vastaavasti lisätä 20 lg ($r/8$).

C. Säleikön ja ikkunan välillä on este, esim. räystäs. Huippumuri katolla

Säleikön ja ikkunan keskikohtien välinen etäisyys on noin 3 m.

63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	Hz
90	81	77	74	73	73	74	dB

Jos etäisyys on r , voidaan sallittavaan äänitehotasoon vastaavasti lisätä 20 lg ($r/3$).

3 Lämmityslaitokset

Nämä ohjeet koskevat vesikeskuslämmityslaitosta. Ilmalämmitykseen sovelletaan kohdan 2 ohjeita. Rakenne-esimerkkejä on esitetty ääneneristysohjeissa C 5.

3.1 Äänilähteet

Lämmityslaitoksen äänilähteitä ovat kattilat, polttimet, pumput, puhaltimet ja venttiilit.

3.1.1 Kattilat ja polttimet

Kattiloissa tapahtuva palaminen ja savukaasujen pyörteinen virtaus synnyttävät äänivärähtelyjä kattilan rungossa ja savuhormeissa. Ääni leviää myös savupiipun kautta ulos. Polttimet ovat yleensä lämmityslaitoksen meluisimpia laitteita.

3.1.2 Pumput

Pumput aiheuttavat sekä ilmaääntä että runkoääntä. Ilmaaänitaso on yleensä alhainen, eikä edellytä erikoistoimenpiteitä. Runkoääni etenee putkiverkostoa pitkin pattereihin tai rakennusrunkoa pitkin huonetilojen seinämiin. Pumput aiheuttavat usein myös sykkivän vesivirtauksen eli vedessä etenevän äänen, joka puolestaan synnyttää pattereissa tavallisesti soivan äänen.

3.1.3 Puhaltimet

Suurissa kattilalaitoksissa mahdollisesti käytettävät savukaasupuhaltimet aiheuttavat ääntä savuhormin kautta ulkoilmaan.

3.1.4 Venttiilit

Venttiileissä syntyy pyörteinen nostevirtaus, joka saa venttiilin rungon siihen liittyvine rakenteineen värähtelemään. Pyörteisen virtauksen painevaihtelu etenee myös vettä pitkin. Tärkein äänitehotasoon vaikuttava tekijä on venttiilin painehäviö.

3.2 Lämmityslaitosten jaottelu

Lämmityslaitoksen ääniteho kasvaa laitoksen tehon kasvaessa. Tässä ohjeessa käytetään seuraavanlaista jaottelua:

- Pieni lämmityslaitos: laitoksen teho noin 60 kW asti.
- Keskisuuri lämmityslaitos: laitoksen teho noin 500 kW asti.
- Suuri lämmityslaitos: laitoksen teho yli 500 kW.

3.3 Pienten lämmityslaitosten meluntorjunta

3.3.1 Sijoitus ja rakenteet

Pieni lämmityslaitos voidaan sijoittaa asuinrakennukseen. Lämmityslaitoksen laitteiden aiheuttaman ilmaäänin vaimentamiseksi verhoetaan kattilahuoneen katto ääntä vaimentavalla materiaalilla, esim. 50 mm:n mineraalivillalla. Jos kattilahuoneen lattia on maanvarainen, se voidaan erottaa ympäröivistä seinistä ja lävistävistä pilareista joustavalla saumalla laitteiden aiheuttaman runkoäänin siirtymisen estämiseksi rakennukseen.

3.3.2 Kattilan eristäminen

Jos kattilahuoneen maanvarainen lattia on erotettu rakennuksen rungosta, voidaan kattila polttimiseen asentaa ilman eristimiä lattian varaan. Jos lattia on kantava tai edellä mainittua erottamista ei ole tehty, asennetaan kattila tärinäneristimien varaan. Tärinäneristimet mitoitetaan siten, että eristystä saavutetaan äänialueen alapäästä alkaen. Kohdassa 5 esitetään tärinäneristimien mitoitus. Kattila liitetään tarvittaessa savuhormiin ja putkiverkoston joustavin liitoksiin.

3.3.3 Savuhormin eristäminen

Vaakahormi kannatetaan rakennusrungosta erotetun maanvaraisen lattian varaan tai runkoäänin syntyminen estetään riittävästi muulla tavalla. Hormin lävistäessä

seinän se erotetaan seinästä joustavalla materiaalilla, esim. mineraalivillalla. Savupiippu rakennetaan yleensä erilliselle, muusta rakennusrungosta erotetulle perustukselle. Metallirakenteinen savupiippu voidaan tukea rakennukseen tärinäneristimiä käyttäen. Jos savupiippu on metallia sekä etäisyys lähimpään ikkunaan lyhyt (10. . . 20 m) ja kattilassa poltetaan öljyä, on syytä varautua polttimen äänen vaimennukseen. Vaimennin sijoitetaan joko vaakahormiin tai savupiipun yläpään.

3.3.4 Pumput, venttiilit ja puhaltimet

Pienten lämmityslaitosten pumput ja säätöventtiilit valitaan siten, ettei niiden vaikutuksesta ylitetä sallittavaa melutasoa.

Puhaltimen äänenvaimennusta käsitellään kohdassa 2.

3.4 Keskisuurten lämmityslaitosten meluntorjunta

3.4.1 Sijoitus ja rakenteet

Keskisuuri lämmityslaitos voidaan sijoittaa asuinrakennukseen, ei kuitenkaan siten, että se rajoittuu välittömästi asuinhuoneeseen tai muuhun äänitasoltaan vaativaan huoneeseen.

Laitoksen laitteiden aiheuttaman ilmään vaimentamiseksi verhotaan kattilahuoneen katto ääntä vaimentavalla materiaalilla, esim. 50 mm:n mineraalivillalla. Jos kattilahuoneen lattia on maanvarainen se voidaan erottaa ympäröivistä seinistä ja lävistävistä pilareista joustavalla saumalla laitteiden aiheuttaman runkoäänen siirtymisen estämiseksi rakennukseen.

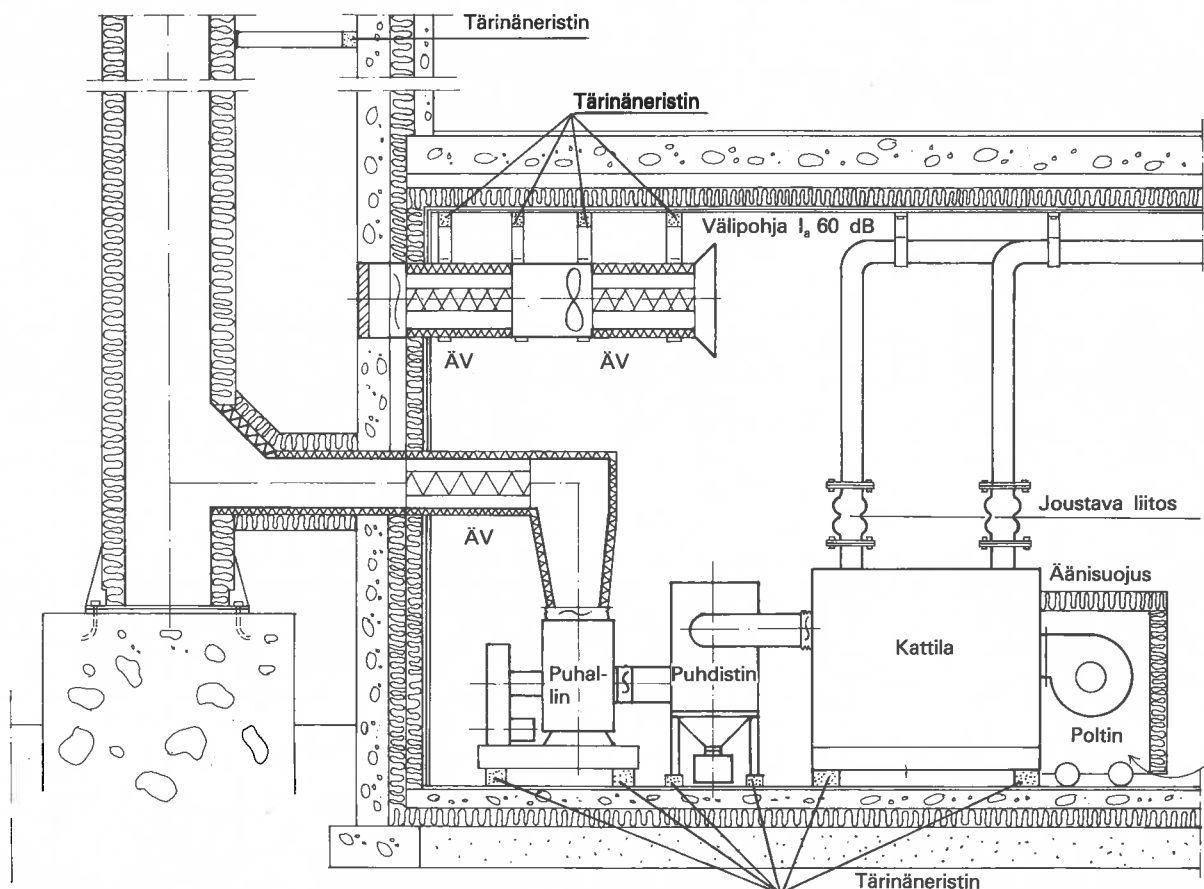
Mikäli käytettävät laitteet aiheuttavat korkeamman äänitason kuin 80 dB(A), tulee kattilahuoneen rakenteiden ääneneristävyyden olla parempi kuin määräyksissä esitetty minimivaatimus tai äänen leviäminen polttimesta kattilahuoneeseen tulee muuten olla riittävästi estetty.

3.4.2 Kattilan eristäminen

Jos kattilahuoneen maanvarainen lattia on erotettu rakennuksen rungosta, kattila polttimieen voidaan sijoittaa ilman eristimiä lattian varaan. Muussa tapauksessa kattila asennetaan tärinäneristimille. Tärinäneristimet mitoitetaan siten, että eristystä saavutetaan äänialueen alapäästä alkaen. Kohdassa 5 esitetään tärinäneristimien mitoitus. Kattila liitetään savuhormiin ja putkiverkostoon joustavin liitoksin. Polttimen päälle sijoitetaan äänisuojaus.

3.4.3 Savuhormin eristäminen

Vaakahormi kannatetaan muusta rakennusrungosta erotetun maanvaraisen lattian varaan tai runkoäänen syntyminen estetään riittävästi muulla tavalla. Hormi erotetaan lävistyskohdassa seinästä joustavalla materiaalilla, esim. mineraalivillalla. Savupiippu rakennetaan erilliselle muusta rakennusrungosta erotetulle perustukselle. Kiviaineinen savupiippu tehdään vapaasti seisovaksi tai erotetaan rakennusrungosta joustavalla saumalla, jonka muodostaa esim. 50 mm:n mineraalivilla. Metallirakenteinen savupiippu tehdään vapaasti seisovana ja se voidaan tukea rakennukseen tärinäneristimiä käyttäen. Jos savupiippu on metallia, varustetaan lämmityslaitos äänenvaimentimella, joka sijoitetaan kattilan ja savupiipun väliin tai savupiipun yläpään.



Kuva 6

Kattilahuoneen ääneneristystä

3.4.4 Pumput ja puhaltimet

Pumput asennetaan tärinäneristimille. Ne liitetään putkiverkostoon joustavin liitoksien. Vedessä etenevän äänen vaimentimille varataan tila, jotta ne voidaan tarvittaessa asentaa myöhemmin.

Puhaltimet asennetaan tärinäneristimille. Ne samoin kuin ilmanottoaukot varustetaan äänenvaimentimilla.

3.5 Suurten lämmityslaitosten meluntorjunta

Suurten lämmityslaitosten meluntorjunnan ensisijaisena keinona käytetään sijoitusta. Ne pyritään aina sijoittamaan erilliseen rakennukseen. Mikäli laitoksen sijoittamista asuinrakennukseen ei voida välttää, suoritetaan meluntorjuntatoimenpiteet niin tehokkaasti, että sallittava melutaso ei ylitä ympäröivissä tiloissa.

Jos suuri lämmityslaitos sijoitetaan asuinrakennukseen, on meluntorjunnan yksityiskohtainen suunnittelu tarpeen. Suunnitelmassa selvitetään rakenteiden ääneneristävyys sekä kattiloiden, savuhormien, savupiipun, puhaltimien, pumppujen ja venttiilien eristystoimenpiteet sekä mitoitetaan tarvittavat äänenvaimentimet.

Jos laitos sijoitetaan asuinrakennuksen siipirakennukseksi, tehdään rakennusosien väliin äänitekninen rakennesauma. Kaikki kovat rakenteet katkaistaan sauman kohdalla joustavalla materiaalilla, esim. 50 mm:n mineraalivillalla.

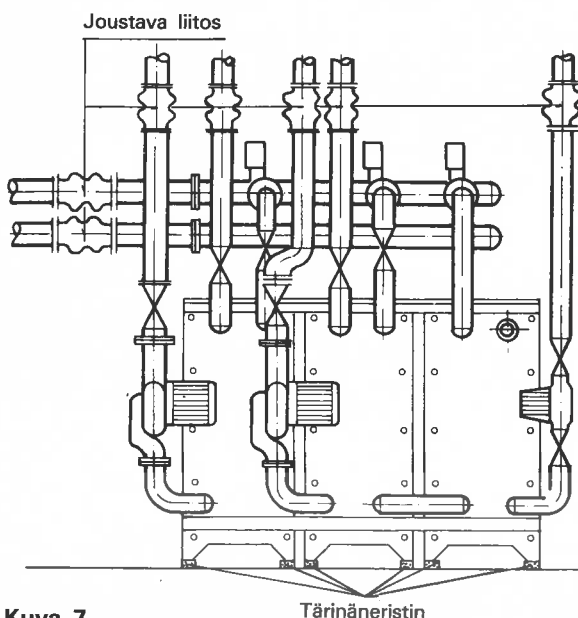
Jos laitos sijoitetaan asuinrakennuksen kellarikerrokseen, pyritään kattilahuoneen ja asunnon väliin sijoittamaan tiloja, jotka eivät vaadi yhtä alhaista melutasoa kuin asuinhuoneisto.

3.6 Lämmönjakohuoneet ja alakeskukset

Lämmönjakokeskuksissa ääntä aiheuttavat pumput ja venttiilit sekä mahdolliset ilmanvaihtopuhaltimet.

Lämmönjakokeskukset sijoitetaan mieluummin yhtenä kokonaisuutena tärinäneristimille. Putket liitetään verkostoon joustavin liitoksien ja vedessä etenevän äänen vaimentimia varten varataan tila, jotta ne voidaan tarvittaessa asentaa myöhemmin.

Jos lämmönjakohuoneessa on puhallin, se asennetaan tärinäneristimille ja varustetaan vaimentimella, ks. kohdat 5 ja 2.

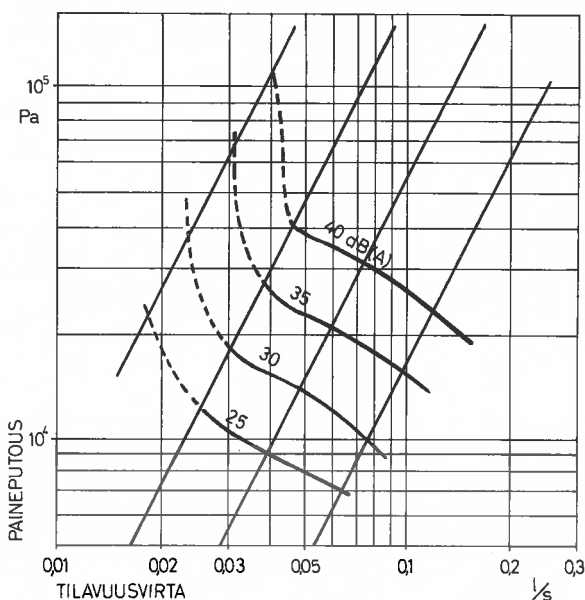


Kuva 7

Lämmönjakokeskuksen ääneneristäminen

3.7 Patteriventtiilit

Patteriventtiileissä tapahtuu pyörteinen nostevirtaus, joka saa venttiilin ja siihen liitetyn patterin värähtelemään. Syntyvän äänen voimakkuuteen vaikuttavat virtausnopeus venttiilissä, patterin pinta-ala ja rakenne. Jos käytetään tavanomaista teräslevystä tehtyä pystyurretua patteria, voidaan äänitason arvioida veden virtausmäärän ja venttiilin painehäviön mukaan kuvan 8 käyrästä avulla. Patterin pinta-ala on 1 m^2 ja korkeus $> 300 \text{ mm}$ sekä huoneen absorptiopinta-ala 10 m^2 . Patterin pinta-alalla tarkoitetaan etummaisena levyä, jos patterissa on useampi kuin yksi levy.



Kuva 8

Levy patterin aiheuttama äänitason huoneessa. Huoneen absorptiopinta-ala 10 m^2 ja patterin pinta-ala 1 m^2 .

Jos patterin pinta-ala poikkeaa 1 m^2 :stä, muutetaan äänitason seuraavasti:

Patterin pinta-ala m^2	Äänitasoon tehtävä muutos dB
0,25	-6
0,3	-5
0,4	-4
0,5	-3
0,6	-2
0,8	-1
1,0	0
1,25	+1
1,6	+2
2,0	+3
2,5	+4

Jos patteri poikkeaa rakenteeltaan edellä mainitusta, tehdään seuraavat korjaukset:

Patteri	Äänitasoon tehtävä muutos dB
Levy patteri, korkeus 300 mm	- 3
Ripaputkipatteri, teräslevy	- 7
Valurautapatteri	- 10

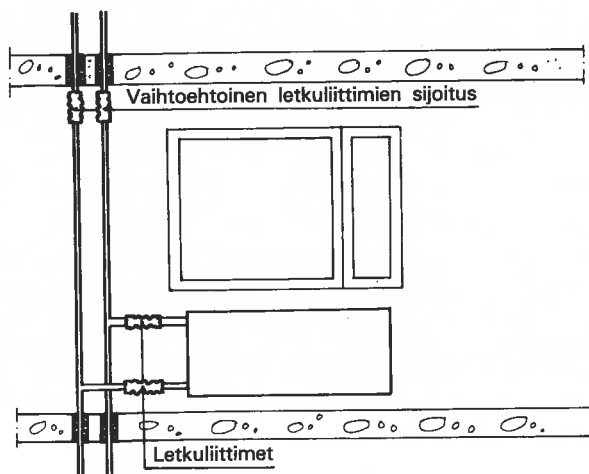
Lämpöjohtoverkosto varustetaan linjasäätöventtiileillä, jotta patteriventtiileillä ei tarvitse aiheuttaa liian suurta paineputousta. Sää töarvot saadaan valmisteen ominaiskäyrästä.

3.8 Lämpöjohtoverkostat

Äänen siirtymisen estäminen on otettava huomioon erityisesti päällekkäin olevien asuntojen välillä kerrostoiloissa, joissa patterit liitetään yhteisiin nousulinjoihin sekä rinnakkain olevien asuntojen välillä patterien liittyessä yhteisiin vaakalinjoihin.

Äänen siirtyminen voidaan estää käyttämällä mm. seuraavia asennustapoja, kun patterit ovat teräslevypattereita:

1. Putket jäykkää teräsputkea pinnalle asennettuina. Putkiin asennetaan välipohjan rajakohtiin, esim. verholaudan taakse noin 150 mm pituiset joustavat putket (metalliletku, muovi tms.) tai joustavat putket sijoitetaan patterin ja patteriyhteen väliin. Ne asennetaan siten, ettei niihin synny vetojännitystä. Joustavien putkien tulee vastata muuta verkostoa paineen, lämpötilan ja kemiallisen kestävyys suhteen.



Kuva 9

Letkuliittimien (joustavien putkien) sijoittaminen

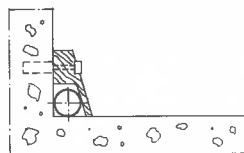
2. Kaikki putkistot ohutseinäisiä muovipäällysteisiä putkia.

Kun käytetään säleikkömäisiä pattereita tai konvektoreita (korkeus 300 mm) voidaan käyttää normaalia teräsputkiverkosta ilman erikoistoimenpiteitä.

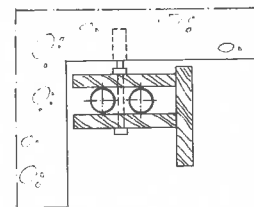
3.9 Putkilävistyks

Rakenteiden läpimenoaukot tiivistetään ilmatiiviiksi, mutta kuitenkin siten, että putki pääsee tarvittaessa liikkumaan. Putken ympärille sijoitetaan hylsy, joka kiinnitetään tiiviisti ääntä eristävään rakenteeseen.

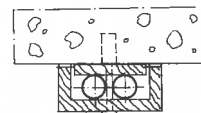
Putken ja hylsyn väli täytetään tarkoitukseen sopivalla joustavalla aineella, esim. mineraalivillalla ja tiivistetään ainakin toiselta puolelta joustavalla kitillä.



Putki tuettu jalkalistalla yksiputkijärjestelmässä



Putket tuettu verkokotelon rakenteilla



Putket tuettu peitekotelolla



Putket tuettu seinän syvennykseen

Kuva 10

Muita äänen siirtymisen estämiskeinoja lämpöjohtoverkoston kautta

4 Vesi- ja viemärlaitteistot

4.1 Äänilähteet

Rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistojen melun torjunnassa otetaan äänilähteinä huomioon veden virtauksesta aiheutuvat äänet putkistoissa, venttiileissä, altaissa ja ammeissa sekä putkistoihin liittyvien pumppujen ja koneiden aiheuttamat äänet.

4.2 Meluntorjunta

4.2.1 Tilojen sijoitus

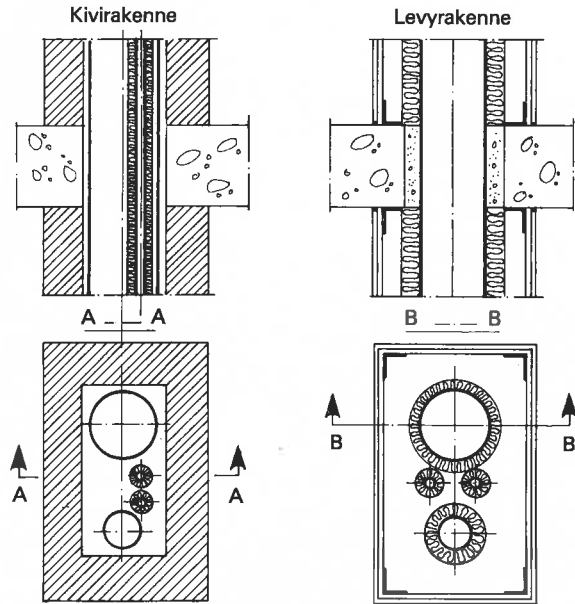
Vesi- ja viemäripisteellä varustetut tilat pyritään sijoittamaan siten, etteivät ne rajoitu välittömästi äänitasoltaan vaativimpiin tiloihin. Asuinrakennuksissa ne pyritään sijoittamaan toisen huoneiston keittiön ja kylpyhuoneen tai porrashuoneen yms. tilojen viereen. Jos vesi- ja viemäripisteellinen huone kuitenkin rajoittuu viereisen huoneiston asuinhuoneeseen, lukuunottamatta keittiötä, sijoitetaan laitteet muille kuin huoneiden yhteiselle seinälle.

4.2.2 Putkien sijoitus ja asennus

Asuinhuoneistossa muut kuin huoneiston omia laitteita palvelevat putket sijoitetaan tiiviiseen, suljettuun roiloon. Roilon seinämät tehdään kiviaineisista rakennustarvikkeista, joiden paino on vähintään 40 kg/m^2 (esim. tiili, betoni tai kevytbetoni), tai rakennuslevyistä, joiden paino on yhteensä vähintään 20 kg/m^2 . Osan roilon seinämistä voi muodostaa vastaavanrakenteinen välipohja tai -seinä. Kiviaineisista rakennustarvikkeista tehtyjen roilojen tiiviys varmistetaan rappauksella tai tasoitteella. Levyrakenteiset roilot tiivistetään joustavalla kitillä. Roilo sijoitetaan niin, ettei se rajoitu välittömästi äänitasoltaan vaativiin tiloihin, kuten olo- ja makuuhuoneisiin.

Putket asennetaan irti roilon seinämistä ja kiinnitetään välipohjarakenteeseen, jonka paino on vähintään 200 kg/m^2 . Jos roilon kaikki rakenteet ovat kevyitä, kannatetaan putket tärinäneristimillä.

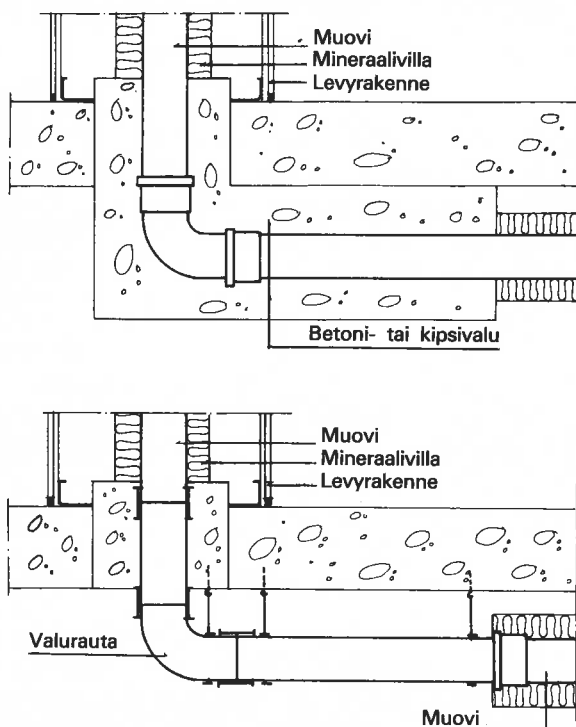
Levyrakenteisen roilon sisäpuolelle asennetaan ääntä vaimentava verhous, esim. mineraalivilla, joko putkien ympärille tai seinälevyjä vastaan. Esimerkiksi muoviviemäriä käytettäessä tarvittava verhous on vähintään 50 mm mineraalivillaa, jonka tilavuuspaino on yli 100 kg/m^3 .



Kuva 11

Putkiroiloja ja välipohjalävistysiä

Jos muovinen pystyviemäri liitetään kellarin katossa olevaan muoviseen vaakaviemäriin, ympäröidään liitoskohta vähintään 100 mm:n paksuisella betoni-, kipsi- tai hiekkakeroksella. Vaihtoehtoisesti voidaan mutkakohta korvata myös valurautaisella putkella. Muovisen pystyviemäriin mutkakohta tehdään vastaavalla tavalla.



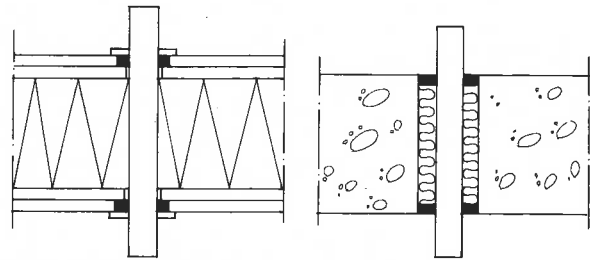
Kuva 12

Muoviviemäreiden suojaus

4.2.3 Rakenteiden lävistys

Rakenteiden lävistykset voidaan tehdä esim. seuraavilla tavoilla:

1. Kun roilon seinämät ovat kivimateriaalia, voidaan lävistysaukko jättää avoimeksi.
2. Jos roilo on levyrakenteinen, sijoitetaan putkien ympärille holkki ja rakenteessa oleva aukko suljetaan kipsillä tai muulla vastaavalla materiaalilla. Holkin ja putken väli tiivistetään. Viemäriputki asennetaan ilman holkkia.
3. Vaakasuorien roilojen aukot seinien kohdalla suljetaan betoni- ja kipsivalulla. Putkien ympärille sijoitetaan holkit, jotka tiivistetään putkia vastaan.
4. Putken lävistyskohta roilon seinämässä tiivistetään.



Kuva 13

Putkilävistys. Putkien lävistykset tiivistetään ilmatiiviisti joustavalla tiivistysmateriaalilla.

4.2.4 Vesijohtokalusteet

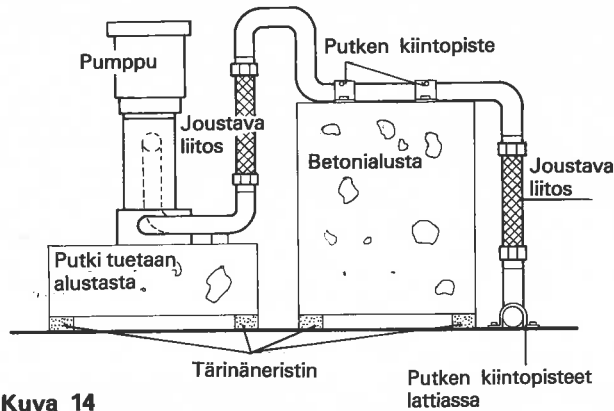
Kalusteet kiinnitetään raskaisiin rakenteisiin, paino vähintään 200 kg/m^2 , huoneiston sisäisiin levyrakenteisiin seiniin tai keittiössä pöytiin. Jos kiinnitysseinä on kivimateriaalia ja painoltaan alle 200 kg/m^2 , kiinnitetään kalusteet tärinäneristimillä. Kalusteita ei kiinnitetä huoneistojen välisiin levyrakenteisiin seiniin, jos seinän toisella puolella on muu asuinhuone kuin keittiö. Kylpyammeet ja astianpesupöydät irroitetaan seinistä ja asennetaan joustavien eristimien varaan. Kalusteiden äänitaso-arvot saadaan laboratoriomittauksista.

4.2.5 Paineenlennus ja paineenkorotus

Vesijohtolaitteiden aiheuttama äänitaso kohoaa paineen kasvaessa. Jos paine on liian suuri, asennetaan vesijohtoverkostoon paineenlennusventtiili tarkoituksenmukaiseen kohtaan, ottaen huomioon D1:ssä esitetyt määräykset ja ohjeet.

Paineenkorotuspumppua sijoitettaessa on huomioitava, että ääneneristys- ja melutasovaatimukset saavutetaan joko rakenteellisilla keinoilla tai ympäröimällä pumppu tarvittaessa ääntä eristävällä suojauskella.

Pumppu asennetaan raskaalle alustalle, joka on tärinäneristimien varassa ja liitetään putkiverkostoon joustavien liitoksien avulla. Tärinäneristimet ja alusta mitoitetaan siten, että niillä hallitaan myös joustaviin liitoksiin kohdistuvat voimat.

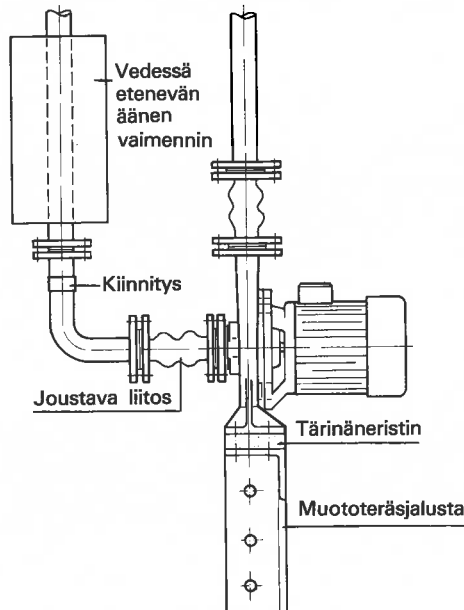


Kuva 14

Paineenkorotuspumpun tärinäneristys

4.2.6 Vesijohtoihin liitettävät koneet

Vesijohtoihin liitettävät koneet, kuten talopesulan koneet, kompressorit, lauhduttimet tms., asennetaan tärinäneristimille ja liitetään putkistoon joustavin liitoksin.



Kuva 15

Pumpun tärinäneristys (käyttövesi)

4.2.6.1 Kylmälaitteet

Kylmälaitteita asennettaessa huolehditaan siitä, että tilan, johon ne asennetaan, ja viereisen asuinhuoneen välillä on riittävä ääneneristävyyttä. Kompressorihuoneen katto ja kahden viereisen seinän suuruinen pinta-ala verhotaan ääntä absorboivalla verhouksella, esimerkiksi 50 mm:n mineraalivillalla. Kompressori asennetaan tärinäneristimille. Putket kytketään joustavin liitoksin. Tärinäneristimien mitoituksessa otetaan huomioon putkissa vallitseva paine. Asuinrakennuksissa suositellaan käytettäväksi hermeettisiä tai puolihhermeettisiä kylmäkompressoreita. Kompressorin paineputkeen asennetaan tarvittaessa äänenvaimennin.

Lauhduttimet asennetaan tärinäneristimille ja tärinän siirtyminen putkia pitkin rakennusrunkoon estetään joustavilla putkiliitoksilla ja tarvittaessa irroitamalla putket rakennuksen rungosta. Lauhduttimien puhallinäänenvaimennukseen sovelletaan kohdan 2.1.1 ohjeita.

4.2.6.2 Talopesulat

Talopesula pyritään sijoittamaan niin, ettei se rajoitu välittömästi asuinhuoneistoon. Erityisesti eristysongelmiin tulee kiinnittää huomiota, jos pesula on asuinhuoneiston yläpuolella.

Talopesulan katto verhotaan ääntä vaimentavalla materiaalilla, esim. 50 mm:n mineraalivillalla. Koneet asennetaan betonialustalle, joka on tärinäneristimillä. Eristimiä mitoitettaessa otetaan huomioon koneiden muuttuvat kierrosluvut. Putket liitetään joustavin liitoksin.

5 Tärinäneristys

LVI-laitteisiin liittyvät koneet ja laitteet, jotka aiheuttavat tärinää ja runkoääntä, asennetaan tärinäneristimille. Tärinäneristimille sijoitettavia laitteita ovat puhaltimet, pumput, kompressorit, lauhduttimet, lämmityskattilat öljypolttimeen sekä talopesulan koneet.

Tärinäneristys tehdään sijoittamalla tärinää aiheuttava laite jousien varaan. Jousina käytetään kumi- tai teräs-jousia. Jouset mitoittetaan siten, että laitteen aiheuttaman häiriövoiman taajuuden f ja järjestelmän ominaistaajuuden f_0 suhde f/f_0 on vähintään 2,5. Ominaistaajuuden tulee kuitenkin yleensä olla pienempi kuin 8 Hz. Jos koneen pyörimisnopeus on hyvin alhainen, voidaan ominaistaajuus mitoittaa myös häiriötaajuuden yläpuolelle. Ominaistaajuuden tulisi kuitenkin olla enintään 12 Hz.

Tärinäneristimien sijoituksessa voidaan käyttää erilaisia tapoja:

1. Laite sijoitetaan raskaalle alustalle, esim. betonialustalle, joka on tärinäneristimien varassa.
2. Tärinäneristimet sijoitetaan laitteen alle ilman raskasta alustaa, esim. ilmastointikoneen koteloa alle.
3. Tärinäneristimet sijoitetaan laitteessa olevan tärinää synnyttävän osan ja laitteen rungon väliin, esim. ilmastointikoneen puhaltimen ja rungon väliin.

Raskas alusta on tarpeellinen, jos laite on kevyt ja laitteeseen vaikuttaa suurehkoja keskipakoisvoimia tai ulkoisia voimia, esim. kompressorikoneiden ja paineenkorotuspumppujen putkissa vallitsevan paineen aiheuttamat voimat. Raskasta alustaa vältetään, jos laite on kevyen rakenteen, esim. puu- tai teräsrakenteisen välipohjan kannattama.

Tärinäneristimille asennetut koneet kytketään putkiverkostoon joustavin liitoksin. Liitokset tehdään siten, että ne vastaavat muuta verkostoa paineen, lämpötilan sekä kemiallisen kestävyys suhteen. Tavallisesti liitoksissa käytetään kumi- tai metalliletkuja. Tärinäneristimet mitoitetaan siten, että liitoksissa vallitsevat voimat hallitaan. Kompressoreissa ja paineenkorotuspumppuissa käytetään kahta peräkkäin olevaa joustavaa liitososaa, joiden väliin sijoitetaan tarvittaessa raskas vaimenninmassa.

Puhaltimien joustavina liitososina käytetään kangas- ja muoviliittimiä. Aksiaalipuhaltimien imupuolella käytetään muoviliittimiä, ettei liitin painuisi hormin sisäpuolelle ja siten lisäisi puhaltimen ääntä.

Tärinäneristimille sijoitetun laitteen sähköjohdot kytketään joustavalla johto-osalla.

Pienet laitteet, kuten ääntä aiheuttavat venttiilit tai pienet pumput asennetaan tärinäneristimille yhtenä kokonaisuutena (esimerkiksi lämmönjakuhuoneen laitteisto).

Tätä julkaisua myy

**VALTION
PAINATUSKESKUS**

Postimyynti

PL 516
00101 HELSINKI 10
Vaihde (90) 539 011

Kirjakaupat Helsingissä

Annankatu 44
(Et. Rautatiekadun kulma)
Vaihde (90) 17 341

Eteläesplanadi 4
Puh. (90) 662 801

ISBN 951-859-243-8

Helsinki 1983, Valtion painatuskeskus