

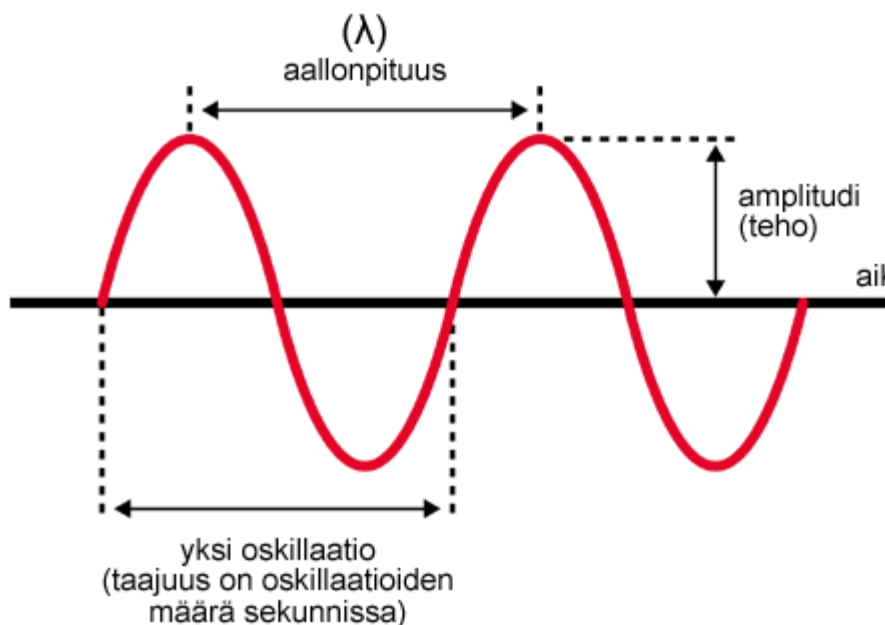
Yleistä äänestä

(lähde www.paroc.fi)

Ääni aaltoliikkeenä

Ilmaaäntä voidaan ajatella paineen vaihteluna ilmassa. Sillä on aallonpituus, taajuus ja voimakkuus. Ääni etenee lähteestä kohteeseen väliainetta pitkin. Kun energia törmää väliaineen molekyyliin, molekyylit alkavat värähdellä edestakaisin. Tämä muodostaa äänienergiaa välittävän aallon. Äänen nopeus riippuu väliaineesta. Kiinteä aine välittää ääntä erinomaisesti, neste melko huonosti ja kaasut kaikkein huonoimmin. Esimerkiksi ilmassa ääni etenee lähes 340 metriä sekunnissa, mutta teräksessä se voi edetä noin 5200 metriä sekunnissa.

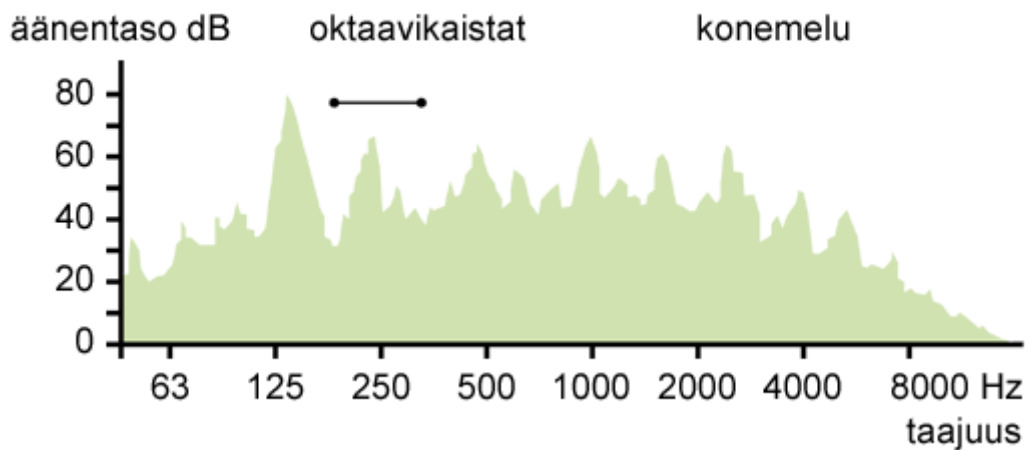
Koska ääniaalto muodostuu väliaineen läpi kulkevista toistuvista suuren ja pienen paineen alueista, sitä kutsutaan toisinaan paineaalloksi. Ääniaaltoja kuvataan usein oheisen kaltaisilla kuvaajilla. Niissä x-akseli kuvaa aikaa ja y-akseli painetta tai sen väliaineen tiheyttä, jonka läpi ääni kulkee.



fysikaalinen arvo	symboli	yksikkö	kaava
taajuus	$f=1/T$	Hz=1/s	$f=c/\lambda$
aallonpituus	λ	m	$\lambda=c/f$
aikajakso tai jaksopituus	$T=1/f$	s	$T=\lambda/c$
aallonnopeus	c	m/s	$c=\lambda \cdot f$

Ihmiskorva on erittäin herkkä ja pystyy erottamaan hyvin heikkoja ääniä. Ihmisen kuuloalue ulottuu 0 desibelistä (kuulokynnys) 120 desibeliin (kipukynnys) taajuusalueella 20–20000 Hz. Kuuloalueen alapuolelle jääviä ääniä kutsutaan infraääniksi ja taajuudeltaan yli 20000 hertsin äänet ovat ultraääniä.

Selkeän puheäänien taajuusalue on 300–3000 Hz. Melu ei yleensä ole taajuudeltaan puhdasta ääntä vaan koostuu laajan taajuusalueen kattavasta äänienergiasta. Keskitajuudet on standardoitu kansainvälisesti. Oheisessa taulukossa esitetään muutamia standarditaajuusalueita.

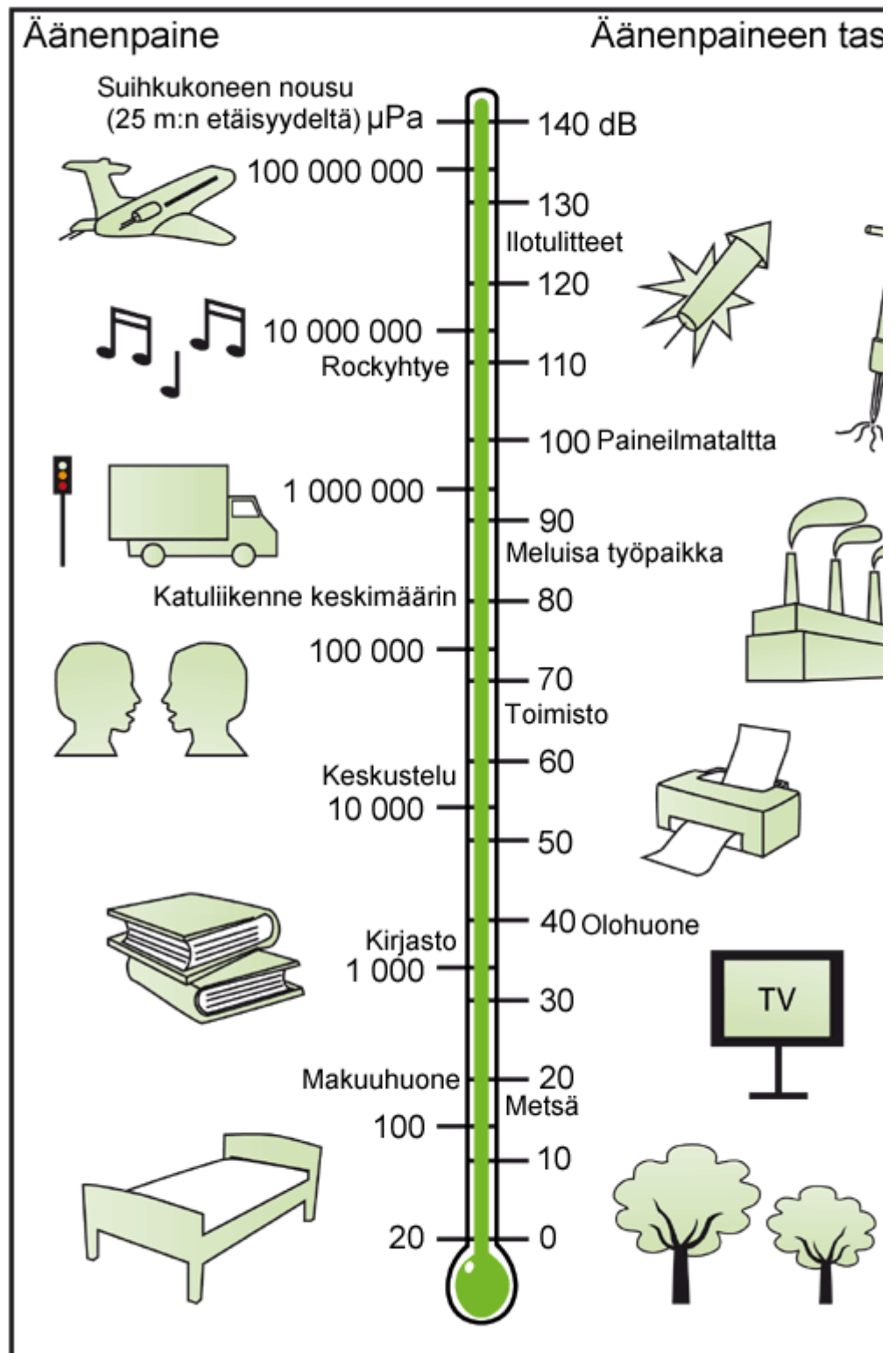


31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k																
25	31.5	40	50	63	80	100	125	163	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k	5k

Ihmisen korva reagoi äänenpaineeseen. Äänenpaineen yksikkö on Pa (N/m²). Yleensä ihmiskorva pystyy erottamaan noin 0,00002 Pa:n äänenpaineen, ja kipuraja on noin 200 Pa. Painealueen laajuuden takia lineaariasteikon käyttö olisi hankalaa. Siksi äänenpainetta kuvataan yleensä logaritmiasteikolla (yksikkönä dB). Termit dB ja beli (= 10 dB) ovat matemaattisia termejä, eikä niitä käytetä pelkästään akustiikassa.

Beli on kahden suureen välisen suhteen logaritmi.

Eri ihmiset kokevat äänen eri tavoin. Yksi tuskin huomaa ääntä, joka toisen mielestä on hyvinkin ärsyttävä. Ihminen voi myös reagoida samaan ääneen eri tavoin mielialan mukaan. Yleensä korva kuulee äänenvoimakkuuden kaksinkertaistuvan, kun voimakkuus lisääntyy 10 desibeliä. Pienin korvan havaitsema muutos on 1–2 desibeliä.



Äänen kokeminen riippuu

- äänentasosta
- taajuudesta
- äänen lajista (jatkuva vai katkonainen)
- äänen miellyttävyydestä (melua vai kaunista musiikkia)

Desibelimatemiikkaa

Kuten edellä todettiin, desibeli on logaritminen arvo. Sitä ei voida käyttää yhteen- ja vähennyslaskuissa kuten lineaarisia arvoja. Siksi laskutoimituksia varten on palattava lineaarisiin arvoihin (yksikkönä Pa). Sen jälkeen tulokset muunnetaan jälleen logaritmisiksi.

Lasketaan yhteen esimerkiksi seuraavat äänentasot:

$L_p 1 = 40 \text{ dB}$ $L_p 2 = 45 \text{ dB}$
Ensin yksikkö
muunnetaan beliksi
jakamalla 10:llä, ja sitten
luvut muunnetaan
lineaariseksi yhteenlaskua
varten:

$104.0 + 104.5 = 10\,000 +$
 $31\,622 = 41\,622$

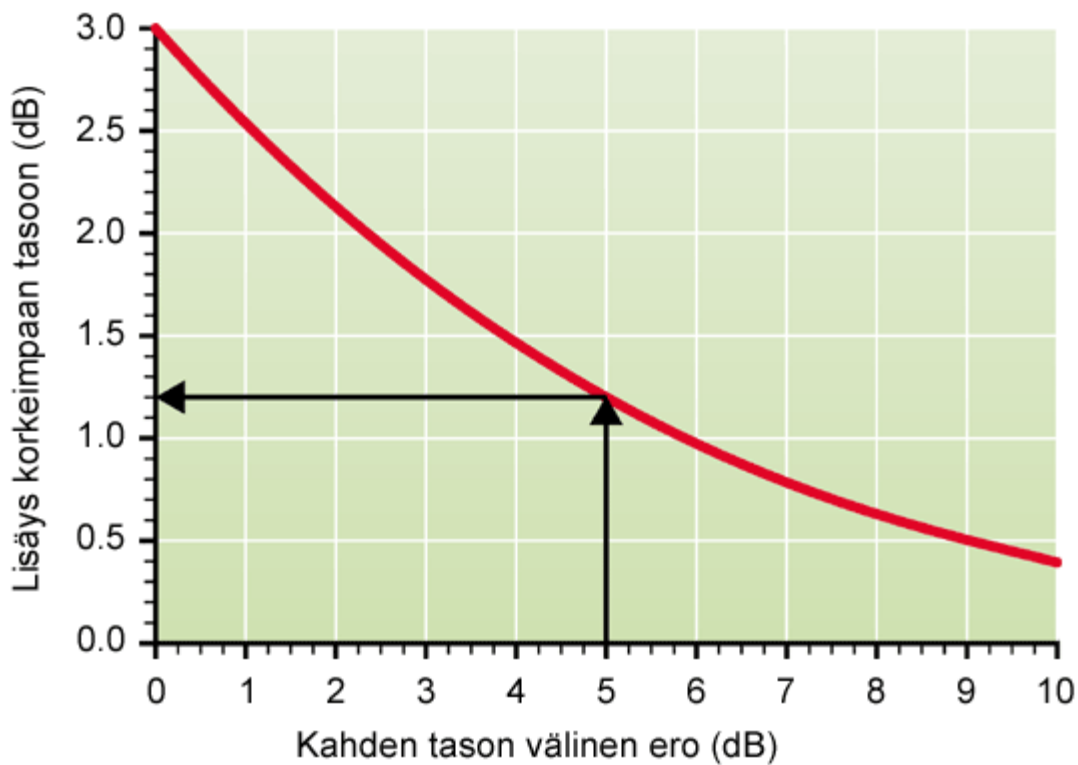
Palataan logaritmiin
arvoihin ja saadaan
tulokseksi

$\log(41\,622) = 4.62 \text{ bel}$

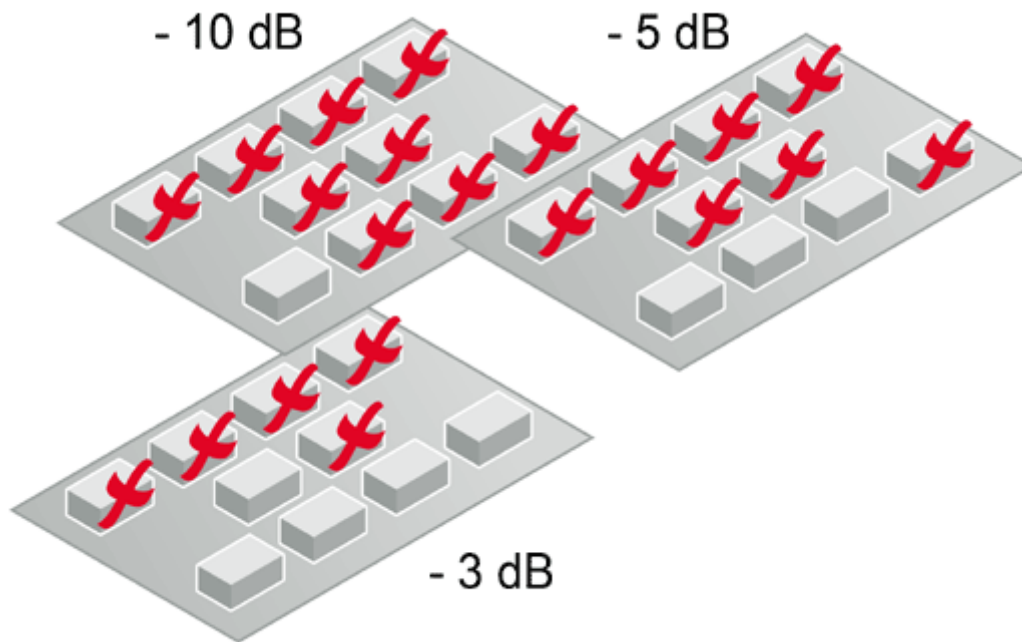
joten

$L_{p.\text{tot}} = 46.2 \text{ dB}$

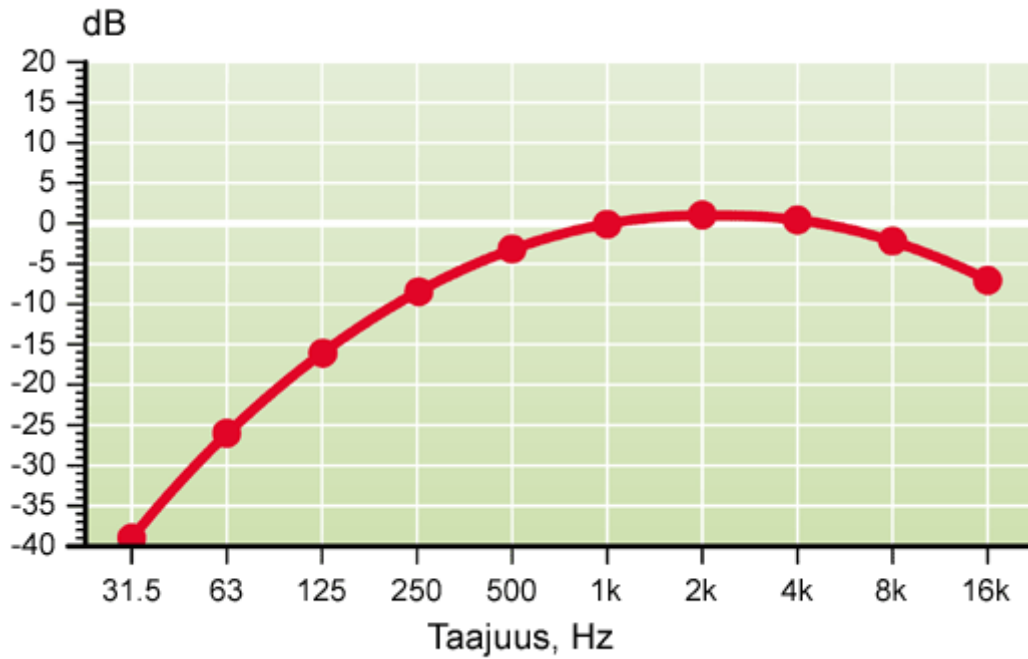
Samaan tulokseen voidaan
päästä myös edellä
esitetyn kuvion avulla.



Matemaattisesti kahden identtisen äänilähteen yhteisvaikutus lisää äänentasoa 3 dB, ja kymmenen identtisen lähteen yhteisvaikutus on 10 dB. Tämä esitetään myös seuraavassa kuviossa.



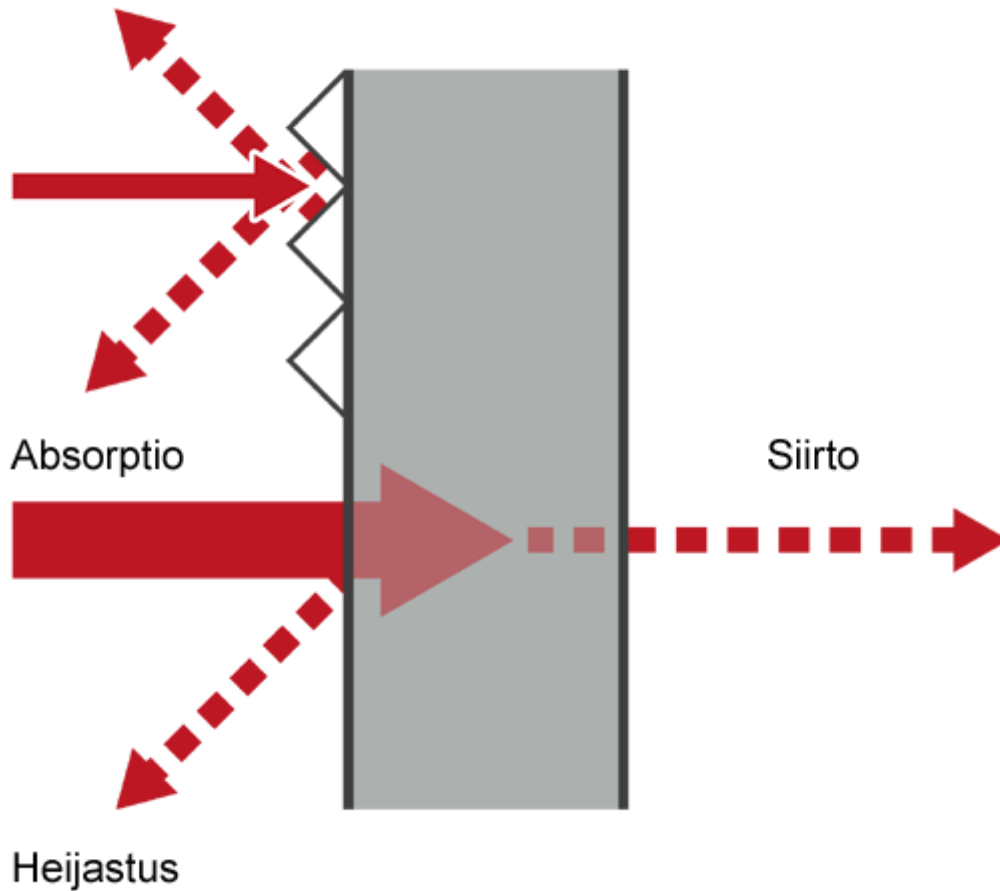
Kun äänentasausta mitataan, korvan herkkyys otetaan huomioon erilaisten suodattimien avulla. Nämä suodattimet on nimetty tunnuksilla dB(A), dB(B) ja dB(C). Yleisimmin käytetään A-painotettua suodatinta, joka jäljittelee ihmiskorvan äänensuodatusta. Katso oheinen kuvaaja (A-suodattimen vaimennuskäyrä).



Kuva: A-suodattimen vaimennuskäyrä

Heijastuminen, äänenvaimennus ja ääneneristys

Ääni voi absorboitua (imeytyä) materiaaliin, läpäistä sen tai heijastua siitä. Kun ääniaalto osuu huoneessa vaikkapa kattoon, lattiaan tai seinään, osa äänienergiasta heijastuu, osa absorboituu materiaaliin ja osa läpäisee materiaalin, kuten kuvasta nähdään.



Heijastuneen, absorboituneen ja läpäisseen äänienergian osuus riippuu ääniaallon kohtaaman materiaalin tai rakenteen muodosta sekä äänen taajuudesta. Tämän perusteella voidaan määrittellä kolme akustista parametria.

Absorptiokerroin, $\alpha = (\text{absorboitunut ääni} + \text{läpäissyt ääni})/(\text{tuloääni})$

Heijastuskerroin, $\zeta = (\text{heijastunut ääni})/(\text{tuloääni})$

Läpäisykerroin, $\tau = (\text{läpäissyt ääni})/(\text{tuloääni})$

Äänenabsorption luokittelu

Materiaalin kykyä vaimentaa ääntä kuvaillaan yleensä eri taajuuksilla mitatuilla absorptiokertoimilla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että yhdellä materiaalilla on useita absorptiokertoimia äänen taajuuden mukaan.

Tuotteen absorptioluokkaa määritettäessä tuote mitataan ensin EN ISO 354 -standardin mukaisesti. Mittauksen tuloksena saadaan absorptiokuvaaja, joka määrittää absorptiokertoimet kaikille kokeessa käytetyille taajuuksille.

Painotettu äänenabsorptiokerroin (α_w) saadaan standarditaajuuksien ääniabsorptiokertoimien arvojen ja ISO 11654:n mukaisen standardikuvaajan vertailusta. Kaikki eurooppalaiset alaslaskettujen kattojen toimittajat ilmoittavat α_w :n, koska se on alaslaskettujen kattojen CE-merkinnän peruste.

EN ISO 11654 -standardia käytetään myös ääniabsorptiomateriaalien luokitteluun mitattujen absorptiokäyrien perusteella luokkiin A–E. Luokka A absorboi ääntä parhaiten ja E heikoiten. Materiaalin ominaisuuksien ohella asennusmenetelmä vaikuttaa suuresti lopputulokseen. Tämän luokittelujärjestelmän avulla suunnittelijat pystyvät vertailemaan eri absorptiomateriaaleja keskenään ja valitsemaan sopivat eri tarkoituksiin. Kivivillapohjaiset akustiikkalevyt ovat yleensä parasta A-luokkaa.

Esimerkki: vertaillaan eri tuotteita absorptioluokan perusteella.

Tuotteen 1 absorptioluokka on A ja tuotteen 2 absorptioluokka on C. Asennusmenetelmä on sama. Tällöin tuotteen 1 absorptiokerroin on noin 50 prosenttia parempi kuin tuotteen 2. Tehtävänä on suunnitella päiväkodin leikkihuone, jonka jälkikaiunta-aika on 0,6 sekuntia. Lasketaan tarvittavan absorptiomateriaalin määrä ja todetaan huoneen mittojen perusteella, että tuotteella 1 on peitettävä huoneen koko katto ja suuri osa seinäpinta-alasta, jotta saataisiin tarvittava jälkikaiunta-aika. Tuotteella 2 samaan jälkikaiunta-aikaan tarvittaisiin puolitoistakertainen määrä materiaalia tuotteeseen 1 verrattuna. Käytännössä tuotetta 2 pitäisi asentaa enemmän kuin huoneen seiniin ja kattoihin mahtuu.

α_w	Absorptioluokka
1.00–0.95–0.90	A
0.85–0.80	B
0.75–0.70–0.65–0.60	C
0.55–0.50–0.45–0.40–0.35–0.30	D
0.25–0.20–0.15	E
0.10–0.05–0.00	Ei luokiteltu

Absorptiokerroin

