



## Ääneneristys

Melu on kasvava ympäristöongelma, ennen kaikkea runsaasti liikennöityjen katujen ja raskasliikenteisten teiden varsilla. Häiritsevä ääni tunkeutuu pääasiassa lasiosien ja epätiivien rakenneosien läpi. Pilkingtonilla on laaja kokemus ja hyvät tuotteet meluongelmien ratkaisemiseksi riippumatta siitä, ovatko ne ulko- ja sisätilan vai rakennuksen eri osien välillä.

Tästä kappaleesta näet kuinka erilaiset rakenteet vaikuttavat ääneneristykseen. Lisäksi löydät laajan valikoiman ääntä eristäviä lasiyhdistelmiä. Niiden ansiosta voit ikkunoita käyttäen avata seiniä ja kattoja päästääkseen sisään riittävästi päivänvaloa ja luodaksesi näköyhteyden huoneiden ja ihmisten välillä myös meluisilla alueilla.



## Ääneneristyslasi

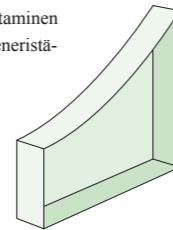
Pilkington **Optiphon** on erityisen hyvin värähtelyä vaimentavalla laminointikalvolla varustettu laminoitu turvalasilasi, joka eristää ääntä merkittävästi tavallista laminoitua turvalasia paremmin.

Ääneneristävyyssominaisuuksia voidaan parantaa muuttamalla itse lasia ja/tai lasien välejä.

### Lasien vaikutus ääneneristävyyteen

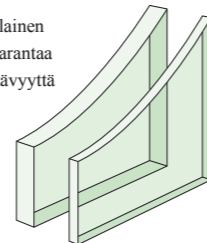
Paksuuden lisäämisen myötä lasin massa kasvaa, eivätkä ääniaallot saa sitä liikkeeseen yhtä helposti. Lasin ääneneristysluku kasvaa n. 6 dB massan kaksinkertaistuessa. Tämä pätee matalista taajuuksista aina koinsidensitaajuuteen asti. Tässä

Lasin paksuntaminen parantaa ääneneristävyyttä



ilmiöstä tulee päinvastainen. Koska paksumpi lasi on jäykempää, koinsidensitaajuus on matalampi. Mikäli käytät 4 mm paksumpia lasia, ota koinsidenssi huomioon. Lasien ominaisvärähtely riippuu lasien paksuudesta. Kun ikkunan lasit ovat yhtä paksuja, ne värähtelevät samalla taajuudella. Tätä kutsutaan perusresonanssiksi ja se heikentää ääneneristävyyttä. Käyttämällä epäsymmetriaa,

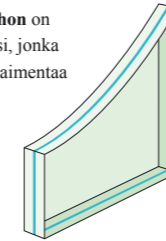
Lasien erilainen paksuus parantaa ääneneristävyyttä



eripaksuisia lasia, ongelmaa vähennetään ja ikkunan ääneneristävyys paranee.

Jos useita lasia laminoidaan yhteen, taivutusjäykkyys pienenee ja yli 1000 Hz ääniaallot vaimenevat tehokkaasti koska koinsidensitaajuus siirtyy hieman korkeammalle taajuusalueelle. Kaksi 4 mm yhteen laminoitua lasia vaimentaa siis paremmin korkeataajuisia ääniä kuin 8 mm monoliittinen lasi. Matalilla taajuuksilla, alle 1000 Hz äänissä, ei parannusta havaita.

Pilkington **Optiphon** on laminoitu turvalasi, jonka laminointikalvo vaimentaa ääntä tehokkaasti



### Pilkington **Optiphon**

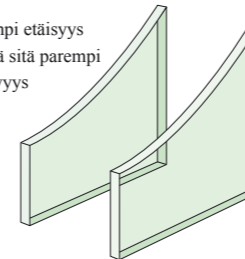
Lasi on tarkoitettu läpinäkyvään ääneneristämiseen. Olemme valinneet laminointikalvon huolellisesti saavuttaaksemme parhaan mahdollisen ääneneristävyyden optisista tai lujuusarvoista tinkimättä. Valittavanasi on lukuisia lasikombinaatioita optimoidaksesi ääneneristävyyden eri melunlähteiden suhteen. Pilkington **Optiphon** on myös korkeimman luokan turvalasi, 1(B)1.

Myös palonsuojalassimme Pilkington **Pyrodur** ja **Pyrostop** sekä laminoitua turvalasimme antavat paremman suojan melua vastaan (kts. Palonsuojauksista, henkilöturvallisuutta sekä esine- ja henkilösuojauksista koskevia kappaleita).

### Lasien välisen etäisyyden vaikutus ääneneristävyyteen

Kun lasien paksuus on etukäteen määrätty, lasien välinen etäisyys ratkaisee perusresonanssin taajuuden. Mitä suurempi etäisyys, sitä alhaisempi

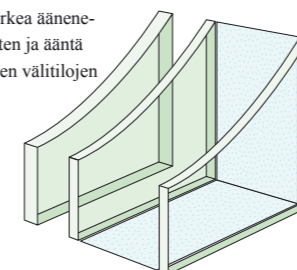
Mitä suurempi etäisyys lasien välillä sitä parempi ääneneristävyys



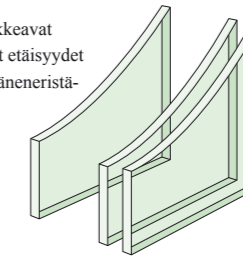
resonanssitaajuus. Etäisyyden ollessa korkeintaan 20 mm parannus on hyvin marginaalinen. Kasvatamalla etäisyyttä useita kymmeniä mm, ääneneristävyys paranee huomattavasti. Tämä toteutuu esim. ikkunoissa, joissa on kytkettyjä puitteita tai lisälaseja.

Jos vaadit erittäin hyvää ääneneristävyyttä, yli 50 dB, valitse ikkunarakenne, jossa on sekä suuret ilmavälit, että ääntä absorboivia välitiloja. Ras-kaita kaasuja, esim. SF<sub>6</sub> on aikaisemmin käytetty parantamaan ääneneristävyyttä. Se on kuitenkin nk.

Erittäin korkea ääneneristys suurten ja ääntä absorboivien välitilojen avulla.



Selvästi poikkeavat lasien väliset etäisyydet parantavat ääneneristävyyttä.



kasvihuonekaasu eikä sitä enää käytetä.

1+2, 1+3 ja 2+2 ikkunoissa on yksi muita selvästi suurempi väli, perustoleranssit eivät osu samalle taajuudelle ja ääneneristävyys kasvaa.

### Ääneneristävyyden ilmaiseminen

Sivun 43 taulukoissa on ääneneristävyyden ilmaistu kolmella tavalla,  $R_w$ ,  $R_w + C$  ja  $R_w + C_{tr}$  (aikaisemmin  $R_{Atr}$ ) taajuusalueella 100-3150 Hz. Ääneneristävyys mitataan 16 taajuuskaistalla ja näistä piirretään kuvaaja. Mittausarvot ilmoitetaan yhdellä luvulla siten, että verrataan vertailukäyrää mitatun käyrän kanssa määrättyllä tavalla. Alla olevasta kuviosta voit lukea  $R_w = 41$  pystysuoralta akselilta, 500 Hz taajuuden kohdalta. Käyrä antaa oikean, mutta monissa tapauksissa vaikeasti käsitettävän kuvan ääneneristävyydestä. Se on nyt yksinkertaistettu helppokäyttöiseksi luvuksi, 41 dB.

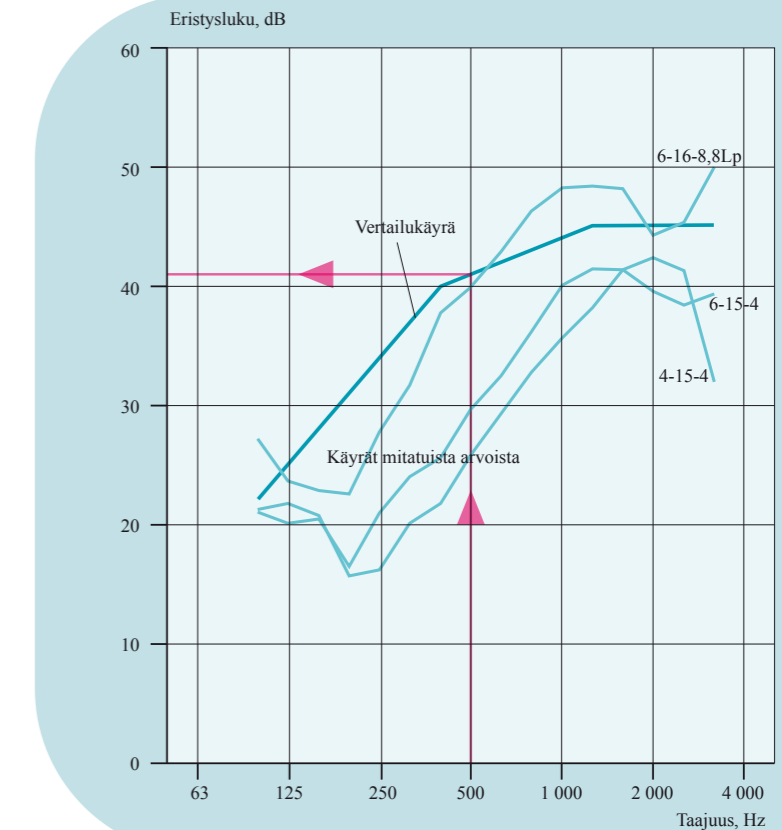
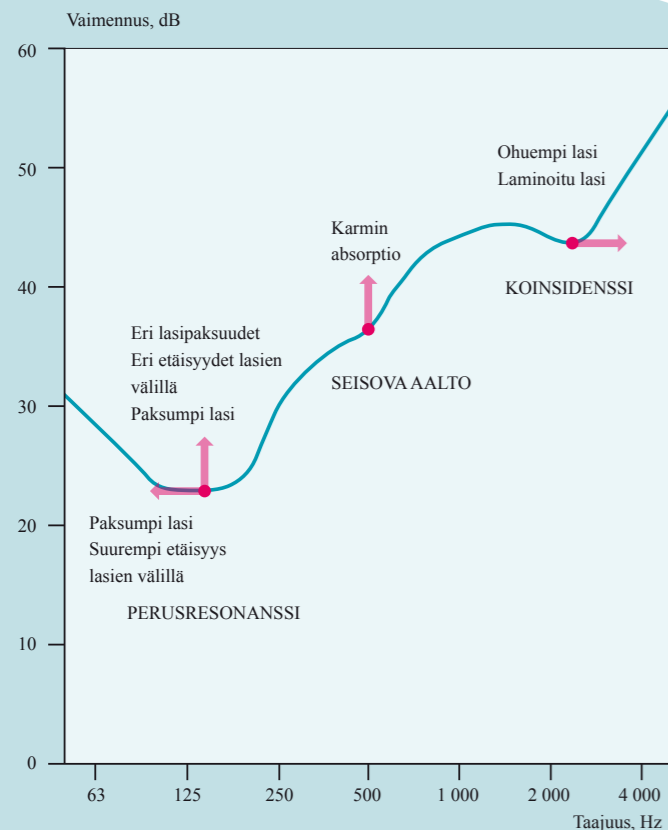
$R_w$  ilman sovitustermiä käytetään kun kyseessä on yleinen keskitäajuinen ympäristömelu, kuten puhe, musiikki, radio tai TV.  $R_w + C$  sovitustermiä sovelletaan kun ääni on keski- / korkeataajuisia, esim. suurinopeuksista maan-tie- ja rautatieliikennettä, samoin suihkumootoreita lähietäisyydeltä.

Ikkunan ääneneristävyyssominaisuudet riippuvat myös puitteiden, karmin, saumojen ja venttiilien ominaisuuksista. Vaadi sen vuoksi nähtäväksi juuri kiinnostuksesi kohteena olevaa ikkunaa koskeva testitulokset.



Esite Pilkington **Optiphon**  
Tekniset tiedot Pilkington **Optiphon**  
Kirjanen Ääneneristys lasin avulla

Kaaviossa on verrattu kolmea 2k-eristyslasiä perustuen mitattuihin arvoihin. Vertailukäyrän avulla saadaan Pilkington **Optiphon** 6-16-8,8Lp lasille  $R_w$ -arvo 41 dB. Tätä voit verrata vastaavasti 4-15-4  $R_w = 29$  dB ja 6-15-4  $R_w = 33$  dB





Valitse aina ikkuna, jossa on vähintään 3dB varmuusmarginaali arvioituun vaatimustasoon verrattuna. Huomaa, että kaikki esitetyt arvot perustuvat standardien mukaisiin laboratorio-mittauksiin ja että raken-nettu ympäristö poikkeaa aina laboratoriosta.

Sovituslaskentaa  $R_w + C_{tr}$  tarvitaan, kun kyseessä on matala- / keskitaajuinen melu kuten raskas liikenne, potkurikoneet, diskomusiikki tai tietyt teollisuuden alat. Mikäli melu on erityisen matala-, tai korkeataajuisia, termit C ja  $C_{tr}$  määritellään taajuusalueella 100 – 5000 Hz.

Sekä melulähteen aiheuttama äänitaso että lasin äänenvaimennusominaisuudet riippuvat taajuudesta. Sen vuoksi molemmat arvot tulisi mitata koko spektrin alueella ja verrata saatuja arvoja vaadittuun äänitasoon vastaavilla taajuuksilla. Työ on vaativaa ja kallista sekä vaatii erikoisiantuntemusta. Tätä menetelmää käytetään sen vuoksi yleensä ainoastaan erittäin vaativissa tapauksissa.

### Ääneneristys

Kun määrittelet rakenteen ääneneristys – ominaisuuksia, on tärkeää tiedostaa ihmisen kyky havaita ääneneristävyyden eroja. Taulukko antaa karkean kuvan keskitaajuuksien, kuten puhe ja henkilölii-

#### Äänitason muutos

Äänitason muutos	Koettu ero Keskitaajuinen ääni	Matalataajuinen ääni
± 8-10 dB	Kaksinkert./puolittuminen	Kaksinkert./puolittuminen
± 5-6 dB	Merkittävä muutos	Merkittävä muutos
± 3 dB	Juuri havaittava muutos	Merkittävä muutos
± 1 dB	Ei havaittavaa muutosta	Juuri havaittava muutos

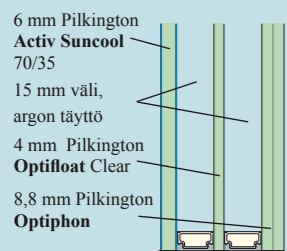
kenne sekä matalien taajuuksien suhteen, esimerkiksi tavaraliikenne tai rummut.

#### Avaimenreikäefekti

Karta rakenteita, joissa on reikiä tai rakoja. Taulukko kuvaa ääneneristävyyden heikkenemistä 10 m<sup>2</sup> senässä, jossa on erikokoisia reikiä tai rakoja.

Kirjoita ruudun tuotekoodi ja anna samalla  $R_w$  -arvo. Jos korvaat jonkin lasi toisella vaihda samalla tuotekoodi joka kuvaa uutta valintaasi. Katso esimerkkiä alla.

## Esimerkki lasirakenteen kuvaamisesta



3k -eristyslasi jossa ääneneristys, itsepuhdistuvuus ja auringsuojajaus

Lyhin tapa kuvata lasivalintasi on käyttää tuotekoodiamme + ääneneristyslukua

**Pilkington Insulight**  
A6C(70)-15Ar-4-15Ar-8,8Lp  
 $R_w = 42$

Voit tuki kirjoittaa lasirakenteen selväkielisenä ulkoa sisälle:

3k -eristyslasi 6-15-4-15-8,8  
6 mm Pilkington **Activ Suncool** 70/35  
15 mm Ar  
4 mm Pilkington **Optifloat** Clear  
15 mm Ar  
8,8 mm Pilkington **Optiphon**  
Suorituskyky  $U/LT/g = 0.9/58/32$   
Ääneneristys  $R_w(C;C_{tr}) = 42 (-2;-7)$

### Ääneneristyslasin valinta

Annetut arvot ovat mitattu laboratoriossa, ihan-neoloissa, valitse sen vuoksi ikkuna, jossa on vähintään 3 dB varmuusmarginaali arvioituun vaatimustasoon. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli vaatimukset perustuvat kenttämittauksiin.

### Mittausarvot

Koska ikkunan ääneneristysluku vaihtelee puitteis-ta, karmista, tiivisteistä ja venttiileistä riippuen, vaadi nähtäväksi asianomaista ikkunaa koskeva testauspöytäkirja. Ota myös huomioon, että eri testauslaitokset voivat saada erilaisia tuloksia, koska ne testaavat hieman erilaisissa olosuhteissa. Esimerkiksi Pohjolassa käytettiin aikaisemmin neliömäisiä testiruutuja (1,2 x 1,2 m<sup>2</sup>), kun taas Keski-Euroopassa on pitkään käytetty suorakaiteen muotoista, 1.23 x 1.48 m<sup>2</sup> kokoa. Pohjoismaissa ollaan siirtymässä samaan kokoon, jolloin  $R_w$  -arvot hieman paranevat.

### Sijoittaminen

Syvät ikkunasyvennykset heikentävät ikkunan ääneneristävyyttä. Sen vuoksi ikkuna tulee ääneneristävyyden kannalta sijoittaa linjaan julkisivun kanssa. Laminoitdut lasit tulee sijoittaa huoneen puolelle, jolloin ääneneristävyys ei heikkene pakkasella.

10 m <sup>2</sup> seinä Tiivis rakenne	Ääneneristys, dB		
	30	40	50
Ø 5 mm reikä	30	40	49
Ø 50 mm reikä	29	35	37
Ø 100 mm reikä	27	31	31
1 x 1000 mm <sup>2</sup> rako	30	37	40
2 x 1000 mm <sup>2</sup> rako	29	35	37
5 x 1000 mm <sup>2</sup> rako	28	32	33
10 x 1000 mm <sup>2</sup> rako	27	30	30

Tuotenimi Tuotekoodi katso s. 5 + 9	Rak.	U-arvo			Ääneneristävyys <sup>1)</sup>			Mittatiedot Paksuus mm	Paino kg/m <sup>2</sup>	Mittaus- laitos <sup>1)</sup>
		$U_g$ W/m <sup>2</sup> K	$R_w$ dB	$R_w + C$ dB	$R_w + C_{tr}$ dB					
<b>Pilkington Optiphon</b>	1									
8,8Lp	1	5,6	37	36	33	9	20	Fraunhofer		
9,1Lp	1	5,6	37	36	34	9	20	Fraunhofer		
10,8Lp	1	5,6	38	37	36	11	25	Fraunhofer		
12,8Lp	1	5,5	39	39	37	13	30	Fraunhofer		
13,1Lp	1	5,5	40	40	38	13	30	Fraunhofer		
<b>Pilkington Optiphon</b>	2									
4-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	39	38	34	29	31	Fraunhofer		
5-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	40	37	33	30	35	Fraunhofer		
6-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	41	38	34	31	35	Fraunhofer		
8-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	42	39	35	33	41	Fraunhofer		
8S(3)-16Ar-9,1Lp	2	1,1	43	40	36	33	42	Fraunhofer		
8S(3)-16Ar-10,8Lp	2	1,1	43	41	37	34	46	Fraunhofer		
10-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	44	42	38	35	45	Fraunhofer		
10-16Ar-S(3)9,1Lp	2	1,1	45	43	40	35	45	Fraunhofer		
9,1Lp-16Ar-S(3)13,1Lp	2	1,1	49	46	41	38	50	Fraunhofer		
9,1S(3)Lp-20Ar-13,1Lp	2	1,1	50	47	42	42	50	Fraunhofer		
3+23+K8,8Lp <sup>3)</sup>	1+1	1,8	38	-	32	35	30	Delta		
3+127+K8,8Lp <sup>3)</sup>	1+1	1,8	46	-	36	139	30	Delta		
<b>Pilkington Optiphon</b>	3									
4S(3)-12Ar-4-12Ar-S(3)8,8Lp	3	0,7	38	36	32	49	46	Fraunhofer		
6S(3)-15Ar-4-15Ar-S(3)8,8Lp	3	0,6	42	40	35	49	46	Nemko		
6S(3)-9Ar-4-9Ar-12,8Lp	3	1,2	42	40	37	41	56	Nemko		
8S(3)-12Ar-S(3)4-12Ar-12,8Lp	3	0,7	43	42	38	49	61	Nemko		
13,1Lp-12Ar-S(3)6-12Ar-S(3)9,1Lp	3	0,7	49	48	43	49	61	Fraunhofer		
<b>Pilkington Optilam</b> , tavallinen PVB kalvo										
6,4L	1	5,7	33	30	30	6,4	16	Nemko		
8,4L	1	5,7	34	-	32	8,4	21	Nemko		
9,1L	1	5,6	35	-	33	9,1	22	Nemko		
4-12Ar-S(3)4-12Ar-6,4L	3	1,0	35	33	29	38	36	Nemko		
4-12Ar-S(3)4-12Ar-8,4L	3	1,0	36	34	30	40	41	Nemko		
<b>Vertailuarvoja<sup>2)</sup></b>										
4	1	5,8	29	28	26	4	10			
6-15Ar-S(3)4	2	1,1	33	32	28	25	25			
8-15Ar-S(3)4	2	1,1	35	33	30	27	30			
10-20Ar-S(3)6	2	1,1	38	36	32	36	40			
4S(3)-12Ar-4-12Ar-S(3)4	3	0,7	31	30	26	36	30			
6S(3)-12Ar-4-12Ar-S(3)4	3	0,7	35	33	29	38	35			
6+44+4-12Ar-S(3)4	1+2	1,0	39	38	35	70	35			

Sarakkeiden otsikot selitetty sivulla 10-11  
Muiden lasiyhdistelmien suoritusarvot saat ohjelmalla Pilkington Spectrum

Kaikki Pilkington **Optiphon** lasit ovat SFS-EN 12600 mukaisia korkeimman I(B)1 luokan turvalaseja

1) Mittaukset NS 8171 tai SFS-EN 20140-3 mukaan

2) Arvot joko mitattu kuten 1), tai yleisesti hyväksytyt arvoja SFS-EN 12758 mukaan

3) Parannettu äänen- ja lämmöneristys saneerausikkunassa (MS rakenne)