



## Bullerskydd

Buller är ett växande miljöproblem, framför allt längs högtrafikerade gator och vägar med tung trafik. Det störande ljudet tränger huvudsakligen in genom glaspartier och otätheter i konstruktionerna. Pilkington har både hög kompetens och bra produkter för att lösa dina bullerproblem, oavsett om de är mellan ute och inne eller mellan olika delar i byggnaden.

I det här kapitlet kan du se hur olika konstruktioner påverkar bullerskyddet, vi redovisar dessutom ett urval ljudreducerande glaskombinationer. Tack vare dem kan du även i områden med besvärande buller öppna upp väggar och tak för att släppa in rikligt med dagsljus, eller skapa visuell kontakt mellan rum och människor.



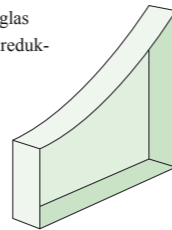
## Ljudreducerande glas

Pilkington **Optiphon** är ett laminerat glas med en speciell folie som ger mycket god ljuddämpning jämfört med vanligt laminerat glas.

De ljudreducerande egenskaperna kan förbättras genom förändringar av glasrutorna och/eller spalterna mellan glasen.

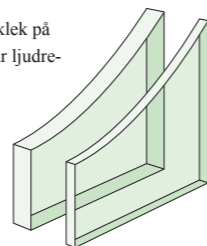
**Ändringar i glas som ökar ljudreduktionen**  
När man ökar glasets tjocklek blir rutan tyngre och ljudvågorna kan inte sätta den i svängning lika lätt. Glasrutans ljudreduktionsstal ökar med 6 dB vid varje fördubbling av tjockleken. Det gäller

Med tjockare glas förbättras ljudreduktionen



från lågfrekvent ljud upp till koincidensfrekvensen (där det yttre ljudets frekvens överensstämmer med glasets egensvängning). Här blir effekten den motsatta. Eftersom tjockare glas är styvare försämras ljudreduktionen avsevärt vid koincidens. Glasrutornas egenfrekvens varierar med glasrutornas tjocklek. I ett fönster med lika tjocka glasrutor svänger rutor i takt. Detta kallas grundresonans

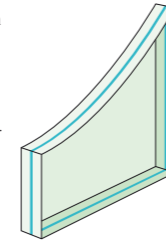
Olika tjocklek på glasen ökar ljudreduktionen



och försämrar ljudreduktionen. Med asymmetri, d v s med olika tjocklek på glasen, minskar problemet och fönstrets ljudreduktionsstal höjs.

Om flera glasskivor lamineras ihop, så att man får lägre böjstyvhet, reduceras ljudvågorna över cirka 1 000 Hz effektivt eftersom koincidensfrekvensen flyttas en bit högre upp i frekvensskalan. Två 4 mm glasskivor som lamineras ihop på så sätt är alltså bättre på att dämpa högfrekventa ljud än en 8 mm homogen glasruta.

Pilkington **Optiphon** är ett laminerat glas med en speciell folie som förbättrar ljudreduktionen avsevärt.



### Pilkington Optiphon

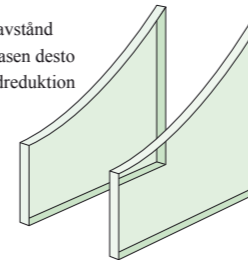
Det här är ett laminerat glas för transparent ljudisolering. Vi har valt kvaliteten på laminatet med omsorg för att uppnå bästa möjliga ljudreduktion utan att kompromissa med ljustransmissionen eller motståndskraften mot stötar. De finns i ett flertal produktkombinationer för att möta många olika krav på bullerskydd. Pilkington **Optiphon** är också säkerhetsglas, alla i klass 1(B)1.

Även brandskyddsglasen Pilkington **Pyrostop** och **Pyrodur**, samt vissa laminerade säkerhetsglas ger ett förbättrat skydd mot buller.

### Ökad ljudreduktion genom förändringar av spalten mellan glasen

När glasens tjocklekar är givna är det avståndet mellan dem som avgör vid vilken frekvens grundresonansen uppstår. Ju större avstånd desto längre

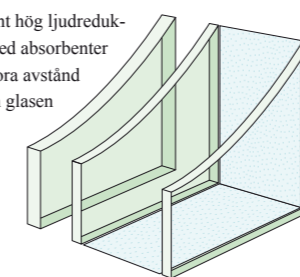
Ju större avstånd mellan glasen desto högre ljudreduktion



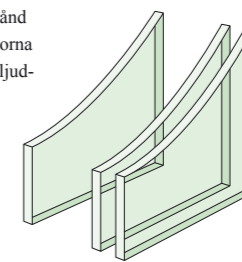
ned i frekvensområdet uppstår resonansen. Vid avstånd upp till 20 mm är förbättringen mycket marginell, men vid betydligt större avstånd får man en rejäl förbättring av ljudreduktionen. Detta kan man åstadkomma till exempel i fönster med kopplade bågar eller med tillsatsrutor.

Vid extremt höga krav på ljudreduktionen, över 50 dB, bör du välja en fönsterkonstruktion som har såväl mycket stort avstånd mellan glasrutorna som ljudabsorbenter i mellanrummet. Helst bör glasen också monteras i separata bågar.

Extremt hög ljudreduktion med absorbenter och stora avstånd mellan glasen



Olika avstånd mellan rutorna ger bättre ljudreduktion



I treglasfönster kan du skapa asymmetri genom att välja olika avstånd mellan glasrutorna. Detta ger mindre utpräglad grundresonans, och höjer reduktionskurvan, vilket förbättrar ljudreduktionstalet.

### Mätetal för ljudreduktionen

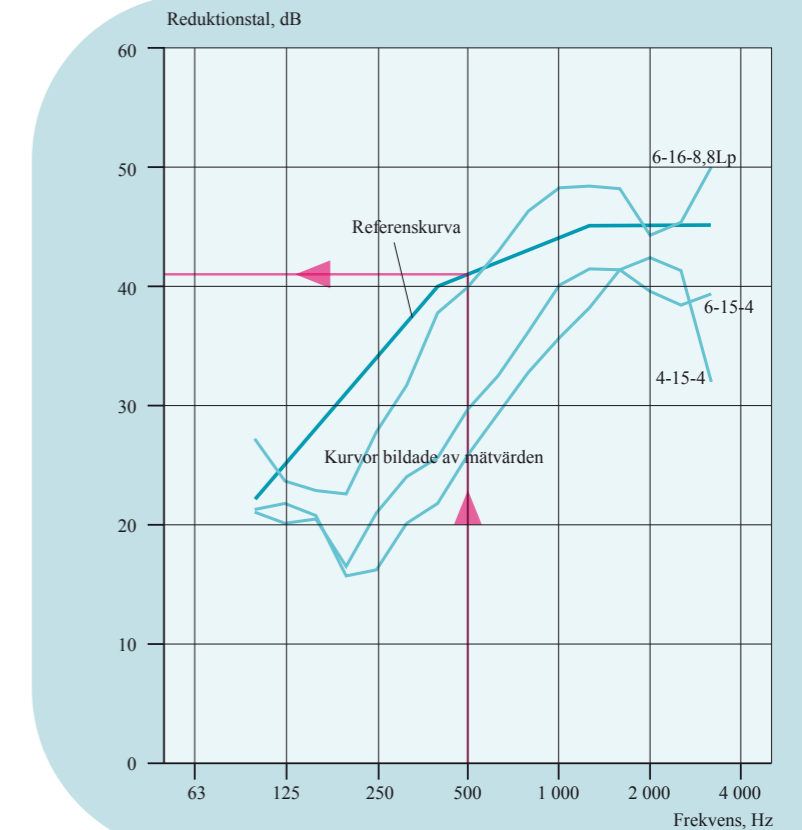
I tabellen på sidan 41 anges ljudreduktionen med tre mätetal  $R_w$  och  $R_w + C$  och  $R_w + C_{tr}$  (tidigare  $R_{Atr}$ ) inom frekvensområdet 100 - 3150 Hz. Ljudreduktionen mäts för 16 frekvensband och bildar en kurva. Dessa mätvärden vägs till ett enda tal genom att en referenskurva jämförs med den mätta kurvan enligt bestämda regler. I diagrammet nedtill kan du avläsa  $R_w = 41$  på den vertikala axeln, från referenskurvan vid 500 Hz. Kurvans korrekta, men i många fall svårhanterliga bild av ljudreduktionen har nu förenklats till ett lätthanterligt tal, 41 dB.

$R_w$  utan anpassningsterm används när ljudet är medelfrekvent, till exempel vid allmänt bullerutsatta miljöer som från tal, musik, radio och TV, landsvägs- och tågtrafik.  $R_w + C$  används vid mellan- och högfrekvent buller. Det används även vid järnvägs- och landsvägstrafik med hög hastighet eller jetflyg på kort avstånd.



Broschyr **Optiphon**  
Datablad **Optiphon**  
Teknisk bulletin Bullerdämpning

I diagrammet jämför vi tre tvåglasrutor där kurvorna visar uppmätta värden. Med hjälp av en referenskurva kan man fastställa rutoras  $R_w$ -värden. I diagrammet visas det för Pilkington **Optiphon** 6-16-8,8Lp som har ett  $R_w$ -värde på hela 41 dB. Detta att jämföra med glasrutorna 4-15-4 som har  $R_w = 29$  dB och 6-15-4 som har  $R_w = 33$  dB.





Välj alltid ett fönster med minst 3 dB säkerhetsmarginal till den beräknade kravnivån, eftersom alla redovisade värden är uppmätta i laboratorium under ideala förhållanden.

Mätetalet  $R_w + C_{tr}$  används när ljudet är lågfrekvent, till exempel från stadstrafik med inslag av tung trafik, propellerflyg, discomusik med kraftig bas eller från fabriker med mycket låg- och mellanfrekvent buller. Om ljudkällan är extremt låg- eller högfrekvent kan C och  $C_{tr}$  bestämmas för ett större frekvensområde, 100 - 5 000 Hz.

Både ljudnivån från bullerkällan och glasrutans ljudreducerande egenskaper varierar med frekvensen. Därför borde man mäta båda värdena över hela spektrat och jämföra dem med krävd ljudnivå vid motsvarande frekvenser. Detta är ett tidskrävande och dyrbart arbete som kräver specialistkompetens. Den här metoden används därför bara i de fall där det är extra viktigt att få en tillförlitlig lösning på stora bullerproblem.

### Ljuddämpning

När du bedömer en konstruktions ljudreducerande egenskaper är det viktigt att ta hänsyn till människans förmåga att uppfatta förändringar av ljudnivån. Tabellen ger en grov bild av detta vid

Ändring av ljudtrycksnivån	Upplevd förändring genom hörseln	
	Medelfrekventa ljud	Lågfrekventa ljud
± 8-10 dB	Dubblering/halvering	
± 5-6 dB	Tydlig ändring	Dubblering/halvering
± 3 dB	Hörbar ändring	Tydlig ändring
± 1 dB	Knappt hörbar ändring	Hörbar ändring

medelfrekventa ljud, som vanligt tal och personbilstrafik, och vid lågfrekventa ljud, dvs bastoner från t.ex. dieseltrafik och trummor.

### Nyckelhåls-effekten

Undvik konstruktioner med genomgående hål eller öppna spalter. Tabellen visar hur mycket ljudre-

duktionen i en 10 m<sup>2</sup> vägg försämras vid olika storlekar på hålet eller spalten.

10 m <sup>2</sup> vägg En helt tät konstruktion	Ljudreduktion, dB		
	30	40	50
Ø 5 mm hål	30	40	49
Ø 50 mm hål	29	35	37
Ø 100 mm hål	27	31	31
1 x 1000 mm spalt	30	37	40
2 x 1000 mm spalt	29	35	37
5 x 1000 mm spalt	28	32	33
10 x 1000 mm spalt	27	30	30

### Val av ljudreducerande glas

Angivna reduktionstal är uppmätta i laboratorium under ideala förhållanden, välj därför ett fönster med minst 3 dB säkerhetsmarginal till den beräknade kravnivån. Det är speciellt viktigt när det ställs krav på fältmätningar.

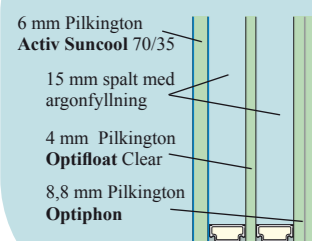
### Mätvärden

Eftersom fönstrets ljudreduktionstal varierar med utformningen av karm, båge, fogar och ventiler bör du kräva att få se testprotokoll på det aktuella fönstret. Tänk då på att olika testinstitut kan komma fram till olika reduktionstal på grund av att de testar under olika förutsättningar. Ett exempel på detta är att vi i Norden tidigare använt kvadratiska testrutor (1,2 x 1,2 m) medan man på kontinenten länge använt rektangulära rutor som ger högre värden. De nordiska testinstituten byter nu till testrutor med måtten 1,23 x 1,48 m, vilket ger något högre  $R_w$ -tal.

### Placering

Djupa fönsternischer försämrar glasrutans ljudreducerande förmåga. Därför bör fönstret placeras i liv med fasadens ytterkant. Laminerade glas bör placeras in mot rummet för att den ljudisolerande effekten inte ska försämrars på grund av kyla.

## Exempel på hur du beskriver ditt val av glaskonstruktion



Treglas isolerruta med bullerskydd, kompletterad med självrengörande solskyddsglas.

Det kortaste sättet att beskriva ditt val av glaskonstruktion är att använda vår produktkod + ljudreduktionen:

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

Du kan även beskriva konstruktionen i klartext, utifrån och in:

Treglas isolerruta 6-15-4-15-8,8.  
Ytterst 6 mm Pilkington **Activ Suncool** 70/35  
15 mm spalt med argonfyllning  
I mitten 4 mm Pilkington **Optifloat** Clear  
15 mm spalt med argonfyllning  
Innerst 8,8mm Pilkington **Optiphon**  
Prestanda U/LT/g = 0,9/58/32  
Ljudreduktion  $R_w(C;C_{tr}) = 42 (-2;-7)$

Produkttyp Produktkod se sid 5 + 9	Typ	U-värde $U_g$ W/m <sup>2</sup> K	Ljudreduktion <sup>1)</sup>			Måttuppgifter Tjocklek mm	Vikt kg/m <sup>2</sup>	Kontrollorgan <sup>1)</sup>
			$R_w$ dB	$R_w+C$ dB	$R_w+C_{tr}$ dB			
<b>Pilkington Optiphon (Lp)</b>								
Enkel								
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 (Lp)</b>								
Två glas								
4-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	39	38	34	29	31	Fraunhofer
6-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	41	38	34	31	36	Fraunhofer
6-16Ar-12,81Lp	2	1,1*	41	40	36	35	46	Fraunhofer
8-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	42	39	35	33	41	Fraunhofer
8-16Ar-9,1Lp	2	1,1*	43	40	36	33	41	Fraunhofer
8-16Ar-10,8Lp	2	1,1*	43	41	37	35	46	Fraunhofer
10-16Ar-S(3)8,8Lp	2	1,1	44	42	38	35	46	Fraunhofer
10-16Ar-9,1Lp	2	1,1*	45	43	40	35	46	Fraunhofer
9,1Lp-16Ar-13,1Lp	2	1,1*	49	46	41	38	52	Fraunhofer
9,1Lp-20Ar-13,1Lp	2	1,1*	50	47	42	42	52	Fraunhofer
3+23+K8,8Lp <sup>3)</sup>	1+1	1,8	38	-	32	35	29	Delta
3+127+K8,8Lp <sup>3)</sup>	1+1	1,8	46	-	36	139	29	Delta
<b>Pilkington Optiphon (Lp)</b>								
Treglas								
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	0,7	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-4S(3)-12Ar-12,8Lp	3	0,7	43	42	38	49	61	Nemko
13,1Lp-12Ar-6S(3)-12Ar-9,1Lp	3	1,0	49	48	43	49	61	Fraunhofer
<b>Pilkington Optilam (L)</b> , rutor med vanlig PVB-folie								
6,4L	1	5,7	33	30	30	6,4	16	Nemko
6S(3)-15Ar-6,4L	2	1,1	34	30	28	27	30	Nemko
4S(3)-12Ar-4-12Ar-6,4L	3	1,0	35	33	29	38	36	Nemko
4S(3)-12Ar-4-12Ar-8,4L	3	1,0	36	34	30	40	41	Nemko
Jämförande CE-data för rutor med homogent glas <sup>2)</sup>								
4	1	5,8	29	27	26	4	10	
6-15Ar-S(3)4	2	1,1	32	30	28	25	25	
8-15Ar-S(3)4	2	1,1	37	35	32	27	30	
10-20Ar-S(3)6	2	1,1	40	38	35	36	40	
4-12Ar-4-12Ar-S(3)4	3	1,0	31	30	26	36	30	
6-12Ar-4-12Ar-S(3)4	3	1,0	35	33	29	38	35	
6+44+4-12Ar-S(3)4	1+2	1,0	39	38	35	70	35	

Förklaringar till tabellrubrikerna finns på sid 10-11. För prestanda på andra produktkombinationer se övriga tabeller eller använd Pilkington Spectrum

Alla Pilkington **Optiphon** är personsäkerhetsglas i klass 1(B)1 enligt SS EN 12600

\* U-värdet förutsätter att ett glas är energisparglas Pilkington **Optitherm** S3

<sup>1)</sup> Mätningarna är gjorda enligt NS 8171 eller SS EN 20 140-3

<sup>2)</sup> Angivna ljudvärden är antingen uppmätta enligt ovan eller generellt accepterade värden enligt EN 12758.

<sup>3)</sup> Bullerskydd och energibesparing i befintliga kopplade fönster med hårdbelagt energiglas. Pilkington **K Glass**