



## 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.



Förändringar som tjockare glas, olika tjocklek på glaset, laminering av glaset, större avstånd mellan glaset samt olika avstånd mellan glaset förbättrar hela glaskonstruktionens ljudreducerande egenskaper.

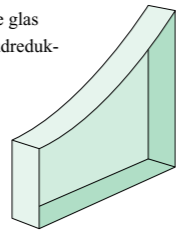
## Ljudreducerande glas

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

### Ändringar i glas som ökar ljudreduktionen

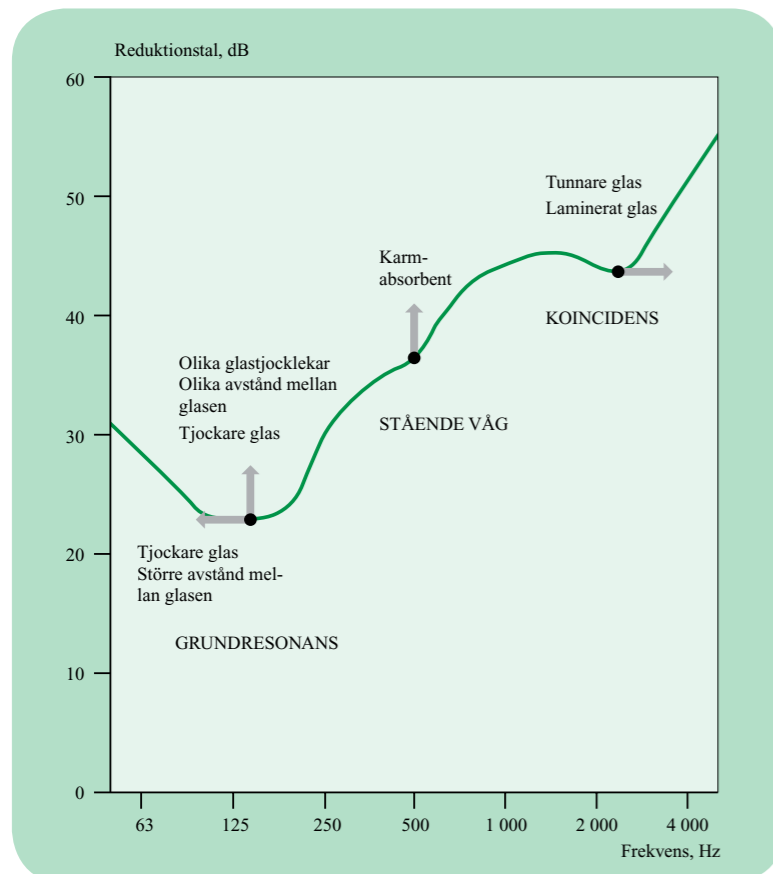
När man ökar glasets tjocklek blir rutan tyngre och ljudvågorna kan inte sätta den i svängning lika lätt. Glasrutans ljudreduktionstal ökar med 6 dB vid varje fördubbling av tjockleken. Det gäller från lågfrekvent ljud upp till koincidensfrekvensen (där det yttre ljudets frekvens

Med tjockare glas förbättras ljudreduktionen



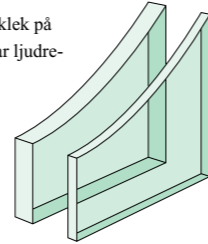
Datablad Optilam Phon

överensstämmer med glasets egensvängning). Här blir effekten den motsatta. Eftersom tjockare glas är styvare försämras ljudreduktionen avsevärt vid koincidens. När glaset är tjockare än 4 mm bör du försäkra dig om att ljudet inte



blir besvärande på grund av koincidens. Glasrutornas egenfrekvens varierar med glasrutornas tjocklek. I ett fönster med lika tjocka

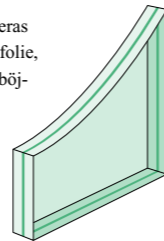
Olika tjocklek på glaset ökar ljudreduktionen



glasrutor svänger rutorna i takt. Detta kallas grundresonans och försämrar ljudreduktionen. Med asymmetri, d v s med olika tjocklek på glaset, minskar problemet och fönstrets ljudreduktionstal 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. För de lågfrekventa ljuden, upp till cirka 1 000 Hz, märks däremot ingen förbättring.

När flera glas lamineras ihop med t ex PVB-folie, så att man får lägre böjstyvhet, förbättras ljudreduktionen mycket effektivt

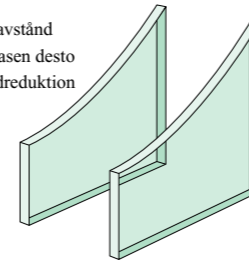


I Pilkington **Optilam Phon** har vi valt kvaliteten på laminatet med omsorg för att uppnå bästa möjliga ljudreduktion. Även brandskyddsglasen Pilkington **Pyrodur** och **Pyrostop**, samt vissa laminerade säkerhetsglas ger ett förbättrat skydd mot buller (se kapitlen brandskydd, personsäkerhet och sak- och personskydd).

### Ökad ljudreduktion genom förändringar av spalten mellan glaset

När glasens tjocklekar är givna är det avståndet mellan dem som avgör vid vilken frekvens

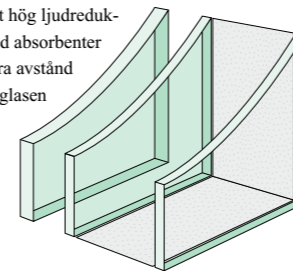
Ju större avstånd mellan glaset desto högre ljudreduktion



grundresonansen uppstår. Ju större avstånd desto längre 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 koppade bågar eller med tillsatsrutor.

Vid extremt höga krav på ljudreduktionen, över 50 dB, bör du välja en fönsterkonstruk-

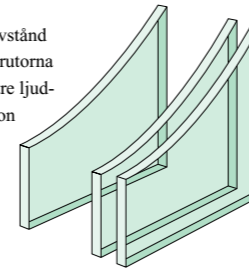
Extremt hög ljudreduktion med absorbenter och stora avstånd mellan glaset



tion som har såväl mycket stort avstånd mellan glasrutorna som ljudabsorbenter i mellanrummet. Helst bör glaset också monteras i separata bågar.

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

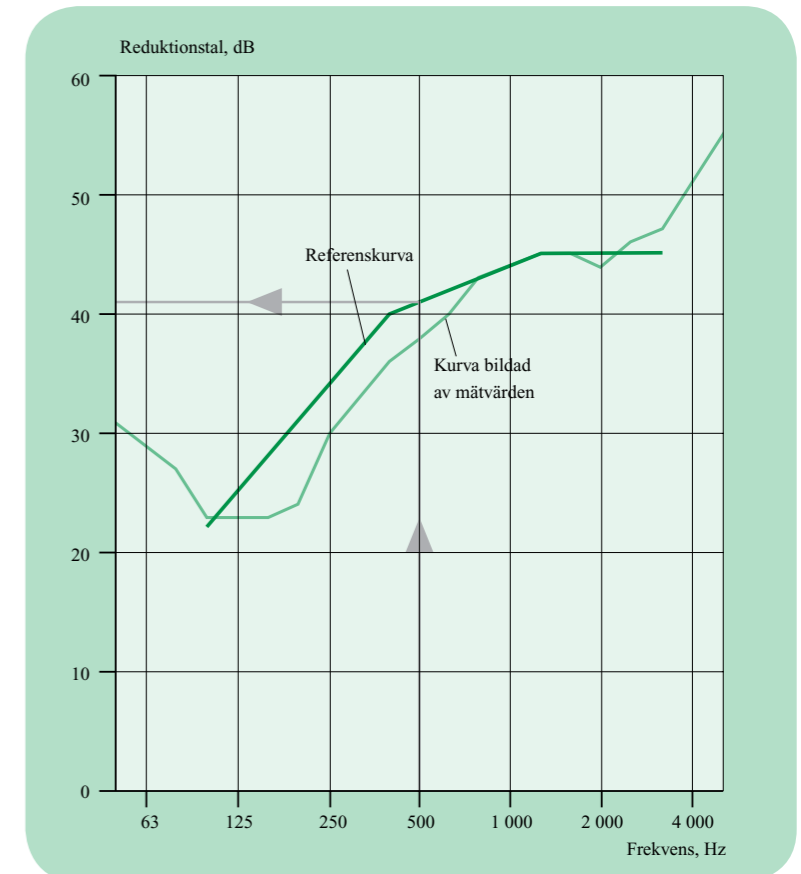
Olika avstånd mellan rutorna ger bättre ljudreduktion



### Mätetal för ljudreduktionen

I tabellen på sidan 43 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.



Fönstrets ljudreducerande egenskaper beror även på utformningen av karm, båge, fogar och ventiler. Kräv därför att få se en testrapport på just det fönster du är intresserad av.





Välj alltid ett fönster med minst 3 dB säkerhetsmarginal till den beräknade kravnivån. Alla redovisade värden gäller för glaskonstruktionen i en normerad karm.

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.

#### Nyckelhåls-effekten

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

#### 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

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

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

#### 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 försämras på grund av kyla.

#### Hur du beskriver en ljudruta

Skriv rutans produktkod samt ange  $R_w$ -talet. Om du väljer att ersätta något av glasen i tabellen med funktionsglas måste du också förändra produktkoden så att den illustrerar ditt val.

Produkttyp Produktkod	Typ	Termiska prestanda U-värde		Ljudreduktion			Måttuppgifter		Kontrollorgan <sup>2)</sup>
		Luft W/m <sup>2</sup> K	Argon W/m <sup>2</sup> K	$R_w$ dB	$R_w+C$ dB	$R_w+C_{tr}$ dB	Tjocklek mm	Vikt kg/m <sup>2</sup>	
<b>Pilkington Optilam Phon</b>									
Enkel	Enkel lamell	5,6	-	37	36	33	9	20	Fraunhofer
8,8Lp*	Enkel lamell	5,6	-	37	36	34	9	20	Fraunhofer
9,1Lp*	Enkel lamell	5,6	-	38	37	36	11	25	Fraunhofer
10,8Lp*	Enkel lamell	5,5	-	39	39	37	13	30	Fraunhofer
12,8Lp*	Enkel lamell	5,5	-	40	40	38	13	30	Fraunhofer
13,1Lp*	Enkel lamell	5,5	-	40	40	38	13	30	Fraunhofer
<b>Pilkington Optilam Phon</b>									
Tvåglas	1+1	2,7	-	38	-	32	39	29,5	Delta
3+23+8,8Lp*	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,1	39	38	34	31	35	Fraunhofer
4-16-8,8Lp*	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,1	41	38	34	31	35	Fraunhofer
6-16-8,8Lp*	Dubbel	2,7	2,6	41	39	35	31	35	Fraunhofer
6-16-9,1Lp*	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,1	42	39	35	33	41	Fraunhofer
8-16-8,8Lp*	Dubbel	2,7	2,6	43	40	36	33	42	Fraunhofer
8-16-9,1Lp*	Dubbel	2,7	2,6	43	41	37	34	46	Fraunhofer
8-16-10,8Lp*	Dubbel	2,7	2,5	43	42	38	35	45	Fraunhofer
6-16-13,1Lp*	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,1	44	42	38	35	45	Fraunhofer
10-16-8,8Lp*	Dubbel	2,7	2,5	45	43	40	35	45	Fraunhofer
10-16-9,1Lp*	Dubbel	2,6	2,5	49	46	41	38	50	Fraunhofer
9,1Lp-16-13,1Lp*	Dubbel	2,6	2,5	50	47	42	42	50	Fraunhofer
9,1Lp-20-13,1Lp*	Dubbel	2,6	2,5	50	47	42	42	50	Fraunhofer
<b>Pilkington Optilam Phon</b>									
Treglas	Trippel <sup>1)</sup>	1,1	0,9	42	40	35	49	46	Nemko
6-15-4-15-8,8Lp*	Trippel <sup>1)</sup>	1,5	1,2	42	40	37	41	56	Nemko
6-9-4-9-12,8Lp*	Trippel <sup>1)</sup>	1,3	1,0	43	42	38	49	61	Nemko
8-12-4-12-12,8Lp*	Trippel <sup>1)</sup>	1,3	1,0	43	42	38	49	61	Nemko
<b>Pilkington Optilam, rutor med PVB-laminerat glas</b>									
Enkel lamell	Enkel lamell	5,7	-	33	30	30	6,4	16	Nemko
6,4L*	Enkel lamell	5,7	-	34	-	32	8,4	21	Nemko
8,4L*	Enkel lamell	5,6	-	35	-	33	9,1	22	Nemko
9,1L*	Trippel <sup>1)</sup>	1,3	1,0	36	34	30	40	41	Nemko
4-12-4-12-8,4L*	Trippel*	1,3	1,1	41	-	37	36	45	Nemko
5-6-4-12-9,1L*	Kopplad 1+1	2,8	-	39	37	34	68	29	Nemko
5+56+6,8L*	Kopplad 1+1	2,8	-	39	37	34	68	29	Nemko
<b>Jämförande data för rutor med homogent glas</b>									
Enkel	Enkel	5,8	-	29	28	26	4	10	Nemko
4	Enkel	5,7	-	31	-	28	6	15	Nemko
6	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,2	31	29	25	23	20	Nemko
4-15-4	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,2	33	32	28	25	25	Nemko
6-15-4	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,2	35	33	30	27	30	Nemko
8-15-4	Dubbel <sup>1)</sup>	1,4	1,2	38	36	32	36	40	Nemko
10-20-6	Trippel <sup>1)</sup>	1,3	1,0	31	30	26	36	30	Nemko
4-12-4-12-4	Trippel <sup>1)</sup>	1,3	1,0	35	33	29	38	35	Nemko
6-12-4-12-4	Kopplad 1+1	2,8	-	35	-	30	34	17,5	Delta
3+27+4	Kopplad 1+2 <sup>1)</sup>	1,2	1,0	39	38	35	70	35	Nemko
6+44+4-12-4	Kopplad 1+2 <sup>1)</sup>	1,1	0,9	41	40	37	100	37,5	Nemko
5+69+4-16-6	Kopplad 1+2 <sup>1)</sup>	1,1	0,9	41	40	37	100	37,5	Nemko

\* CE-märks under 2007, se sid 79 Förklaringar till tabellrubrikerna finns på sid 12-13 För ljudprestanda på andra kombinationer se övriga tabeller eller kontakta Pilkington

1) Angivna U-värden förutsätter ett glas Pilkington Optitherm SN 2) Mätningarna är gjorda enligt NS 8171 eller EN 20 140-3