

# Optimering av ljud- och energiåtgärder i fönster



MILJÖFÖRVALTNINGEN

Juni 2009

Miljöförvaltningen  
Box 8136  
104 20 STOCKHOLM  
[www.stockholm.se/miljo](http://www.stockholm.se/miljo)

# 1 Innehåll

1	Innehåll	2
2	Inledning	3
3	Buller	4
4	Fönster	7
5	Bullerdämpning med fönsteråtgärder	11
6	Företag som uppgraderar fönster	18
7	Kostnader	18
8	Lösamhetskalkyler	18
9	Broschyr och lathund	20
10	Ordförklaringar	21
11	Bilagor	22
12	Bilaga 1 Energisparpotential i befintliga flerbostadshus	23
13	Bilaga 2 Energisparpotential i nybyggda flerbostadshus	28
14	Bilaga 3 Upphandling av nya fönster	32
15	Bilaga 4 Upphandling av uppgradering	33
16	Bilaga 5 Upphandling av entreprenad	35
17	Bilaga 6 Företag som uppgraderar fönster 2009:1	37
18	Bilaga 7 Broschyr	38

## 2 Inledning

Trafikbuller är ett alltmer uppmärksammat samhällsproblem. De senaste 30 åren av forskning visar att buller kan påverka människors hälsa negativt.

Trots att invånarantalet och trafiken ökar och bostadsbyggandet förtätas har andelen stockholmare som anser sig störda av trafikbuller i stort sett förblivit oförändrat de senaste tio åren, mellan 13 och 15 procent. En del av förklaringen är de bullerskyddsåtgärder som hittills genomförts i staden.

Stockholms stad har tagit fram ett åtgärdsprogram i enlighet med den svenska förordningen om omgivningsbuller (SFS 2004:675), som utgör en förlängning av det europeiska direktivet 2002/49/EG om bedömning och hantering av omgivningsbuller. Förordningen och direktivet får ses som ett uttryck från Sveriges riksdag och EU-kommissionen att arbetet med buller måste intensifieras.

Buller är ett miljöproblem och energianvändning är ett annat. Genom att ta fram lösningar som minskar buller och samtidigt sparar energi, kan både individen och samhället spara mycket pengar och få en bättre miljö.

Om alla fönster i Sverige med två vanliga glas skulle bytas ut eller uppgraderas till energieffektivare fönster, skulle vi kunna spara ca 15 terawattimmar (TWh) energi, vilket motsvarar tio gånger den energi som produceras med vindkraft. I Stockholms stad är besparingspotentialen ca 2 TWh. Fönsteråtgärderna bidrar dessutom till minskade koldioxidutsläpp, bättre inomhuskomfort och till bättre hälsa. Ökad efterfrågan på fönsteråtgärder skapar ökad sysselsättning inom byggsektorn.

WSP Environmental har av miljöförvaltningen i Stockholm stad fått i uppdrag att ta fram förslag på hur man med olika fönsteråtgärder kan uppnå en bra ljudkomfort inomhus och samtidigt minska energibehovet. Syftet med denna rapport är att belysa möjligheterna att kombinera bullerdämpning och energieffektivisering samt underlätta implementering av åtgärderna.



## 3 Buller

### 3.1 Buller i befintlig miljö

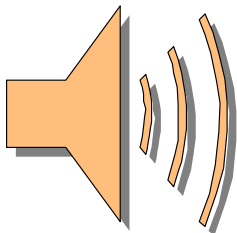
Ca 1,6 miljoner människor i Sverige exponeras för buller från vägtrafik som överskrider de riktvärden riksdagen antagit.

Miljömålsrådet har i rapporter till regeringen om uppföljning av miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* gjort bedömningen att det blir mycket svårt att minska bullerproblemen och nå gällande riktvärden för buller. Det anges också att samband mellan exponering och hälsopåverkan från buller ökat.

Buller uppfattas vanligen, till skillnad från vissa andra miljö störningar, inte som livshotande. Nya rön visar dock att långvarig exponering för trafikbuller kan medföra effekter på hjärt-kärlsystemet. Forskning har visat på samband mellan bullerexponering och nedsatt prestationsförmåga.

Om dessa rön stämmer, betyder det att buller inte bara är ett miljöproblem utan medför också en dold samhällskostnad i form av sämre effektivitet i skolor och på arbetsplatser och medför högre vårdkostnader.

Det betyder att insatser i bullerdämpning kan leda till både miljömässiga och ekonomiska vinster.



<b>3 dBA</b>	<b>motsvarar en fördubbling/halvering av trafiken</b>
<b>1-2 dBA</b>	<b>upplevs som en knappt hörbar förändring men kan upplevas som en försämring om trafiken utanför ökar.</b>
<b>10 dBA</b>	<b>upplevs som en fördubbling/halvering av ljudnivån</b>

Decibel utgör en logaritmisk skala. Det innebär att en ökning av ljudnivån med tre dBA ger en fördubbling av ljudeffekten.

### 3.2 Gällande normer och riktvärden

Enligt miljöbalkens bestämmelser om hälsoskydd är ägare till bostäder i rimlig omfattning skyldiga att förhindra uppkomsten och undanröja olägenheter för människors hälsa (9 kap 3§). Med hälsa i miljöbalken menas både fysisk och psykisk hälsa och som exempel anges bland annat buller.

#### Infrastrukturpropositionen 1996/97:53

Nedan anges de av riksdagen antagna riktvärden för trafikbuller. Riktvärdena är samhällets långsiktiga miljö kvalitetsmål gällande trafikbuller. Dessa riktvärden bör därmed normalt inte överskridas vid nybyggnad av bostäder eller vid nybyggnad/väsentlig ombyggnad av infrastrukturanläggningar. I riksdagsbeslutet till infrastrukturpropositionen angavs att:

- 30 dB(A) ekvivalent ljudnivå inomhus
- 45 dB(A) maximal ljudnivå inomhus nattetid
- 55 dB(A) ekvivalent ljudnivå utomhus (vid fasad)
- 70 dB(A) maximal ljudnivå utomhus på uteplats i anslutning till bostad

Vid tillämpning av riktvärdena i infrastrukturpropositionen bör hänsyn tas till vad som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt. I de fall utomhusnivån inte kan reduceras till riktvärdesnivåerna bör inriktningen vara att inomhusvärdena inte överskrids.

### 3.3 Riktvärden vid befintlig bebyggelse

Både kommuner och trafikverk arbetar med åtgärdsprogram för att minska trafikbullerstörningar i befintlig bebyggelse. Regeringens proposition "Infrastrukturinriktning för framtida transporter", 1996/97:53 beskriver åtgärdsprogrammet som syftar till att på sikt uppnå angivna bullerriktvärden inomhus. Bullerskyddsåtgärder för statlig infrastruktur ska utföras av de olika trafikverken. Genom sektorsansvaret för vägtrafik så finns även möjlighet för bidrag från Vägverket till väghållare längs det kommunala vägnätet.

### 3.4 Hur skall bullerreduktionsvärdet redovisas?

Det finns många olika sätt att redovisa behovet av ljudreduktionen i ett fönster.

#### Ljudnivådifferens

Det enklaste sättet att som beställare redovisa fönsterkrav är att ange ljudnivån utomhus och vilket värde som ska nå inomhus. Detta ställer mycket höga krav på leverantören av fönstren och kontroll. Ett annat alternativ är att ange krav på ljudreduktion som skillnad mellan ute-inne. I Stockholm anges kravet som 37 dBA efter åtgärd.

Följande information krävs för att leverantören ska kunna ta fram rätt fönster:

- Ljudnivå utomhus (frifält eller med reflex)
- Fönsteryta
- Rumsvolym
- Väggyta och ljudreduktion på denna (i vissa fall)
- Eventuella ventiler och ljudreduktion på dessa
- Målvärde inomhus
- Trafikslag och hastighet

Det kan visa sig att fönstren inte är den begränsande konstruktionsdelen. Friskluftsventiler och lätta fasadväggar kan vara begränsande.

Kontroll sker genom mätning av inomhusljudnivån enligt mätstandarden Naturvårdsverkets rapport SNV 3298 "Buller från vägtrafik".

Kravet kan anges på följande sätt:

- Ljudnivå utomhus (frifält eller med reflex) samt målvärde inomhus
- $\Delta L_A$  (Observera att detta oftast är differensen mellan ljudnivå utomhus med reflex och ljudnivå inomhus)

Exempel:

Dygnsekvivalent ljudnivå utomhus:  $LpA$  (frifält) = 65 dBA

Krav på dygnsekvivalent ljudnivå inomhus:  $LpA \leq 30$  dBA

### 3.5 Fönsters ljudisolering

Fönster är ofta den svagaste länken i en fasad när det gäller ljudisolering mot buller utifrån. Vid höga ljudnivåer utomhus måste man dock kontrollera att vägg, friskluftsventiler och andra delar av fasaden har god ljudreduktion.

Det buller som tränger in i en byggnad kan komma från vägtrafik eller järnvägstrafik utanför byggnaden, men det kan också komma från till exempel närliggande industrier eller fläktar i närheten av fasaden. Vägtrafikbullret svarar dock för merparten av störningarna.

Ljudet från vägtrafiken kommer främst från motorer och från däck hos fordonen. Vid högre hastigheter, över 40 km/h dominerar ljuden från däcken mer och mer. Frekvensfördelningen för vägtrafikljudet beror bl. a. på hur fordonen framförs, med vilken hastighet och om ljudet är skärmat eller har hög markdämpning. Allmänt gäller att då hastigheten ökar blir ljudet mer högfrekvent och då hastigheten sjunker eller ljudet skärmas blir ljudet mer lågfrekvent. Fordonstyp spelar också roll för ljudets frekvenssammansättning. Tunga lastbilar och bussar har avsevärt större lågfrekvent bidrag än vad en normal personbil har. Med våt vägbanor eller dubbdäck blir bullret mer högfrekvent. Dubbdäck ger också en högre ljudstyrka än odubbade däck. Typ av vägbeläggning påverkar också ljudemissionen väsentligt. Idag pågår omfattande forskning för att ta fram nya typer av ljuddämpande vägbeläggningar.

Bullerreducering i befintliga byggnader är komplicerat och en lösning som är bra för en lägenhet kan vara verkningslös i en annan. Valet av metod och material är mycket viktigt för slutresultatet.

### 3.6 Ljudreduktion hos fönster som ensiffervärde

Ett mer noggrant sätt att redovisa fönsterkrav är att ange fönsters ljudreduktion som  $R'_{w+C}$  eller  $R'_{w+C}$ . Primet (') anger att det är det funktionskrav som ska uppnås då de är monterade på plats. För att kunna specificera dessa krav krävs god kunskap om ingående konstruktioner i väggen och beräkningar av fönsterkrav. Följande kunskap krävs för dessa beräkningar:

- Ljudnivå utomhus ( $LpA_{ute}$ , frifält eller med reflex)
- Fönsteryta
- Rumsvolym
- Väggyta och väggens ljudreduktion (i vissa fall)
- Eventuella ventiler och deras ljuddämpning
- Målvärde inomhus ( $LpA_{inne}$ )
- Trafikslag och hastighet

Förenklad dimensionering kan göras med hjälp av spektrumanpassningstermerna (C och Ctr) enligt SS-EN 717-1. Metoden för detta finns angiven i Svensk Standard, SS 25267, ”Byggakustik – ljudklassning av utrymmen i byggnader – Bostäder”.

Metoden är inte trivial och kräver god insikt i akustisk terminologi och hantering av olika byggdelaers inverkan på den totala ljudreduktionen.

*R<sub>w</sub>-värdet utan trafikbullerkorrekktionerna +C samt +Ctr ska inte användas för att specificera ljudreduktionen hos ett fönster. R<sub>w</sub>-värdet är inte skillnaden i ljudtrycksnivåer L<sub>pA</sub>,-ute, L<sub>pA</sub>-inne. R<sub>w</sub>-värdet är ett osäkert mått på trafikbullerreduktion. Skillnaden kan vara 1-9 dB.*

*R<sub>w</sub> + C används när det är fråga om landsvägstrafik i hastigheter över 80 km/tim, tågtrafik med normal eller hög hastighet, industribuller mm.*

*R<sub>w</sub> + C<sub>tr</sub> används när det är frågan om stadstrafik och tågtrafik vid låg hastighet, jetplan på långt håll, diskomusik mm.*

Det rekommenderas att följande förtydligande bifogas vid upphandling:

***”Redovisade krav är fältvärden, det vill säga krav i färdig konstruktion. Fönster specificeras oftast med laborativvärden och fönsterleverantören måste själv redovisa vilken säkerhetsmarginal som krävs för att uppfylla kraven som redovisas i denna handling. Normalt krävs 1-3 dB marginal till kraven som redovisas i denna handling.”***

### 3.7 Ljudreduktion hos fönster som frekvensspektra

Kravsättning kan i speciella situationer kräva en mycket noggrann specificering. Om trafikeringen är annorlunda med avvikande fordonssammansättning, mycket höga ljudnivåer där det är svårt att hitta fönster som klarar kraven eller att speciella fordon trafikerar så går det inte att använda förenklade metoder. Efter mätning på plats och beräkningar redovisas kraven för fönstren uppdelad i frekvenser.

Detta sätt att kravsätta används endast i undantagsfall.

## 4 Fönster

### 4.1 Energisparpotential i det befintliga fönsterbeståndet

I Sverige finns det inom bostadssektorn 40 miljoner kvadratmeter fönster med enbart två vanliga glas. Dessutom finns det lika många 2-glasfönster i offentliga och privata lokaler. Om dessa fönster uppraderades eller ersattes med energieffektiva fönster, skulle det svenska energibehovet minska med minst 15 TWh. Sveriges koldioxidutsläpp skulle minska med åtskilliga miljoner ton.

Det finns energieffektiva fönster som förutom att minska uppvärmningsbehovet också minskar den energi som kommer in från solen. Därmed minskar kylbehovet i lokalerna och stora mängder energi för komfortkyla kan sparas in.

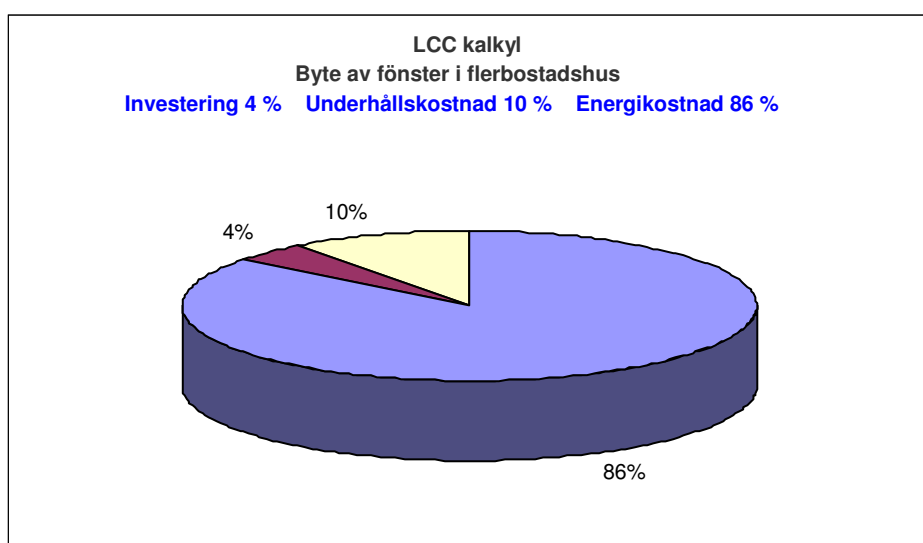
Mer än 90 % av alla fönster som säljs i Sverige är tillverkade inom landet. En ökad utbytestakt av fönster eller uppradering, skulle skapa nya arbeten inom ett flertal industrier och inom flera hantverksnäringar såsom glasmästare, snickare och målare.

## 4.2 Energibesparing i samband med bulleråtgärder

Den extra kostnaden som läggs på att köpa energieffektivare fönster eller energieffektivare uppgradering när man skall upphandla bullerdämpning, får fastighetsägaren tillbaka genom minskade uppvärmningskostnader. Utifrån rådande priser våren 2009 återbetalar sig denna merkostnad inom 2 – 10 år beroende på hur stor tilläggs-kostnaden är. Kalkylen kan bli bättre om fastighetsägaren kan sänka inomhustemperaturen efter förbättrad fönsterisolering med någon eller några grader utan att komforten försämras. Därefter blir det en ren vinst under fönstrets återstående livslängd.

I bilaga 1 och 2 redovisar vi energibesparingar vid byte av fönster i befintliga respektive nya flerbostadshus. Besparingarna i ett befintligt hus har beräknats till 21 % och i ett nytt hus till 44 % i minskad uppvärmningsenergi vid en samtidig sänkning av inomhustemperaturen från 22 till 20 grader.

Som framgår av nedanstående diagram, är investeringskostnaden marginell när man gör en Livscykelkostnadskalkyl, LCC. Den allra största kostnaden är den energi som läcker genom dåligt isolerande fönster.



## 4.3 Energieffektiva fönster

Fönster med låga U-värden ger, förutom bra inomhusklimat, möjlighet till att uppföra nya byggnader eller att bygga om befintliga hus till lägre produktionskostnader. Energieffektiva fönster påverkar i hög grad behovet av installerad effekt för värme och komfortkyla. Det gäller därför att betrakta fönster som en del av husets installationssystem.

Energieffektiva fönster är benämningen på fönster som isolerar dubbelt så bra jämfört med traditionella treglasfönster och tre gånger så bra jämfört med tvåglasfönster. Hur energibesparande ett fönster är anges i U-värde. Ju lägre U-värde desto bättre isolering. För att ett fönster skall vara energieffektivt, måste karmen, bågen och glaset tillsammans ha ett U-värde på 1,2 W/m<sup>2</sup>K eller lägre. Det räcker alltså inte att endast glaset har ett U-värde på 1,2. I nya hus bör man sträva efter att välja de mest energieffektiva fönstren som finns på marknaden. På den svenska marknaden finns flera fönster med U-värde 0,9 W/m<sup>2</sup>K och enstaka fönster med U-värde 0,7 W/m<sup>2</sup>K för hela konstruktionen.



Energieffektiva fönster ökar komforten på grund av att:

- en hög yttemperatur på insidan av ytterväggen som är nära lufttemperaturen bidrar till minskad eller eliminerad risk för kallras och strålningsdrag
- jämnare temperatur inomhus året om
- lättare temperaturreglering

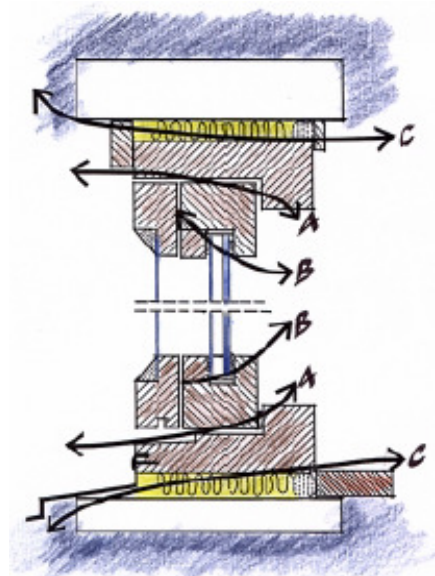
därmed blir det möjligt att få en totalekonomi genom att:

- kunna sitta nära ytterväggen och utnyttja hela golvarean
- utesluta vissa eller samtliga radiatorer
- minska installerade effektbehovet för värme
- välja enklare lösningar för värme och kyla
- sänka inomhustemperaturen med en eller flera grader
- välja solskyddsglas och minska kylbehovet
- öka dagsljusinsläppet utan ökade värmeförluster
- utnyttja solvärmeinstrålningen för ökad gratis solenergi

#### 4.4 Fönstrets svaga punkter

Hur mycket buller som kommer in i byggnaden, påverkas av hur pass lufttäta fönstren är. Här är både tätheten mellan fönsterkarm och fönsterbåge liksom tätheten mellan fönster och omslutande vägg av stor betydelse. Luftläckage kan finnas mellan isolerruta och båge på grund av dåligt montage.

Vid högre krav på ljudreduktion kommer båge och karm att transmitta ljud förutom glaset. Detta är ofta en begränsande faktor när befintliga fönster ska uppgraderas ljudmässigt.



- A Läckage via båge/karm
- B Läckage via båge/glas
- C Läckage via karm/vägg

## 4.5 Ventilation i hus med självdrag

Om huset saknar mekanisk ventilation, kommer ventilationen att försämrats kraftigt efter en väl genomförd tätning av fönstren. Detta kan leda till för låg luftomsättning inomhus och därför kanske tilluftsventiler installeras i fönstren utan tanke på konsekvenserna.

Man brukar säga att där luft kommer in kommer också buller in. Ventiler i fönstren är en dålig ventilationslösning. De bidrar till att fönstrets U-värde försämrats och därmed till ökad energianvändning, de bidrar ofta till kallras och de släpper in buller. Ventilerna har i regel väldigt dålig ljudisolering i öppet läge och de flesta även i stängt läge. Därför är det i dessa fall viktigt att ljuddämpande ventilationsdon installeras. Kontroll av den totala ljudisoleringen ska ske med ventiler i öppet läge.

Vill man säkra bra luftomsättning inomhus är det bäst att anlita en ventilationsfirma som installerar ett mekaniskt system med värmeåtervinning eller föreslår andra lämpliga lösningar som garanterar bra luftväxling. Ett annat sätt är att vädra effektivt. Om man inte är hemma under dagarna räcker det att man vädrar när man kommer hem genom att skapa korsdrag under ett par minuter. När man vistas hemma hela dagen är det tillräckligt att skapa korsdrag några gånger under dygnet. En snabb vädring räcker och man behöver inte kyla ner huset och inventarier för att luften skall vara omsatt och frisk.

## 4.6 Tätning av fönster

Otättheter skapar luftläckage och släpper igenom buller. Andra nackdelar är att den kalla luft som tränger in måste värmas upp, vilket ökar energianvändningen. Rums-temperaturen måste höjas för att minska obehaget från kalla golv och drag. Om det finns mekanisk ventilation i huset blir denna svår att styra.

En erfaren entreprenör vet hur en fönstertätning skall göras för olika typer av konstruktioner.

I kopplade bågar och 1+2 fönster får exempelvis den varma och fuktiga luften inomhus inte läcka ut till den kalla yttre rutan och orsaka kondens mellan glasen. Speciella lister skall sitta mellan yttre och inre glas för luftning och bullerdämpning. Tätningslisterna skall ha bra väderbeständighet, hög slitstyrka, elasticitet och lång hållbarhet.

Ljudmässigt behövs det ofta flera listningslinjer mellan karm och båge. Tätning mellan karm och vägg utförs t.ex. med bottningslist, mineralull och fogtätning enligt leverantörens anvisningar.

## 4.7 Kallras och drag

Värme strålar alltid i riktning från varmt till kallt. Kroppsvärmen strömmar över till kalla glasytor när man står nära ett fönster. Kroppen blir avkyld och detta upplevs som drag men är i själva verket strålningsdrag eller avkylning.

Kalla golv och strålningsdrag är oftast problem orsakade av kalla glasytor. Strålningsdrag och kallras gör att man känner sig frusen och ruggig, även om det är +22°C inne. Med tvåglasfönster börjar besvären redan när temperaturen ute är mellan +5°C och 0°C. Energieffektiva fönster med U-värde omkring 1,0 W/m<sup>2</sup>K klarar cirka -20°C utan att ge kallras eller strålningsdrag.

Ett effektivt och enkelt sätt att minska eller eliminera risken för kallras och strålningsdrag är energieffektiva fönster med ett lågt U-värde. Dessa har en temperatur på insidan av glaset som är mycket nära lufttemperaturen vilket ökar komforten.

## 4.8 Val av leverantör

Välj en entreprenör som har goda referenser. Studera gärna referenserna för att se om det nya utseendet på fönstret är acceptabelt och om brukarna är nöjda med fönstrets funktion.

Entreprenören skall ha tillräckliga kunskaper för att kunna avgöra om befintliga fönster går att uppgradera till ställda krav på ljudisolering och energibesparing eller om de måste bytas ut.

Entreprenören bör lämna lägst 5 års och helst 10 års garanti på sitt arbete och ha försäkringar som täcker reklamationer även vid eventuell konkurs. Entreprenören skall ha F-Skattsedel.

## 5 Bullerdämpning med fönsteråtgärder

### 5.1 Byte till nya fönster

Om bågarna är utjänta eller infästningarna så svaga att de inte klarar ytterligare tyngder som nya glas innebär, kan det gamla fönstret ersättas med ett nytt med bättre ljudisolerande egenskaper. Ett nytt högvärdigt ljudisolerande fönster kan reducera bullret upp mot 45 dBA. Det går att få fönster med ännu bättre ljuddämpning, men dessa måste specialbeställas.

Alla ljudreduktionsstal bör av fönstertillverkaren verifieras med testprotokoll från ljudprovningar utförda enligt gällande standard.

Laboratorietesterna är inte alltid helt relevanta eftersom dessa genomförs under vissa specifika förhållanden. Provningarna utförs med bestämd fönsteryta och montering i laboratoriet utförs på ett sätt som kanske inte motsvarar montage i färdig konstruktion. Vid bestämmande av ljudreduktionsvärde bör man lägga till en säkerhetsmarginal till den beräknade kravnivån.

### 5.2 Energieffektiva fönster

Ett äldre 2-glasfönster har ca 3,0 i U-värde och ett nytt, energieffektivt fönster kan ha så lågt som 0,7 W/m<sup>2</sup>K. När man ändå skall byta fönster för att bullerdämpa eller för att fönstren är utjänta, bör man välja fönster som isolerar bra och minskar uppvärmningskostnaderna.

#### U-värde



Fönstrets U-värde är ett mått på hur bra fönstret isolerar från kyla. Ju lägre U-värde desto bättre isolerar fönstret. Tillverkare skall uppge U-värdet för hela fönstret och för måtten 1200 x 1200 mm för att U-värdet skall vara jämförbart mellan olika fönster.

De fönster som har U-värde 1,2 eller lägre benämns *energieffektiva fönster*.

Energimyndigheten publicerar en fönsterförteckning med fönster som har U-värde 1,2 eller lägre. Denna förteckning uppdateras kontinuerligt och finns att ladda ner på [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se). Gå till sökfältet och skriv *fönsterlistan* som du sedan laddar ner. Samtliga redovisade fönster har fått sitt U-värde fastställt genom laboratorietester eller beräkningar hos oberoende ackrediterade institut och handlingarna har dessutom granskats av en till Energimyndigheten knytan fönsterexpert. Sist på fönsterlistan finns kontaktuppgifter till dessa fönstertillverkare.

Alla fönstertillverkare som finns på listan har inte fönster med mycket bra bullerdämpande egenskaper, alternativt kan tillverkarna ha låtit bli att bullertesta sina

fönster. Eftersom efterfrågan på bullerdämpande fönster ökar, kan dessa ha tagit fram bullerdämpande fönster sedan senaste sammanställningen. Kontakta därför tillverkarna och fråga efter bullerdämpande fönster och protokoll på dessa.

Energimärkt fönster	
Tillverkare Produktbeteckning	Bäst fönster AB TRFF08
Mest energieffektivt	
1.0	
1.1	
1.2	
1.3	
1.4	
1.5	
Minst energieffektivt	
U-värde, W/m <sup>2</sup> K	0,9
Dagsljustransmittans, procent	66
Solenergitransmittans, procent	51
EQ-märkning	
<small>Detta energimärke gäller endast fönster som blivit energiklassade i Sverige. This energy label is only valid for windows rated in Sweden.</small>	
www.energifonster.nu	<b>SE</b>

### 5.3 Energimärkta fönster

Ett flertal fönstertillverkare deltar i ett av Energimyndigheten initierat projekt som innebär att deras fönster energimärks. Syftet är att underlätta för köpare att kunna se vilka fönster som är mest energieffektiva genom en liknande märkning som den som finns för vitvaror.

Ett A-fönster har U-värde 0,9 W/m<sup>2</sup>K eller lägre och ett G fönster har U-värde 1,5 W/m<sup>2</sup>K. Från och med 2009 har kraven på energimärkta fönster kompletterats med att fönstren skall kvalitetstestas för bland annat luft- och regntätethet, manövrerbarhet, säkerhet mot vindlast mm. De fönstertillverkare som genomfört samtliga tester hos ett ackrediterat institut får även EQ-märket på etiketten. Information om energimärkta fönster samt länkar till fönstertillverkare med energimärkta fönster finns på

[www.energifonster.nu](http://www.energifonster.nu). På denna hemsida kan man även göra en enkel beräkning om hur mycket energi man sparar om man byter fönster. Samma beräkning kan användas om man uppgraderar fönster men då skall man i rutan för kvadratmeter fönsterarea fylla i kvadratmeter glasarea.

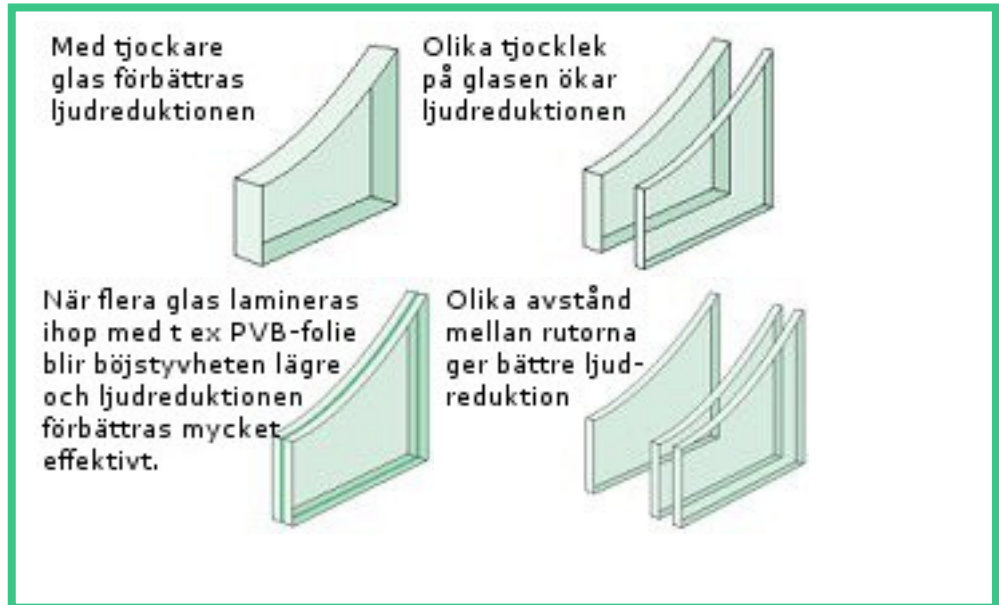
### 5.4 Metoder för uppgradering av fönster

Med uppgradering menas åtgärder som förbättrar fönstrets isoleringsförmåga. Det kan vara åtgärder som gör att fönstret isolerar från buller, isolerar från solvärmeinstrålning eller minskar energiförlusterna. Under förutsättning att fönstrets konstruktion är tät, kan ljudisoleringen förbättras genom att välja rätt glas/glaskombination som dämpar buller inom visst frekvensområde.

Om det befintliga fönstret är i gott skick, kan det med fördel uppgraderas till att bli mer energieffektivt och bullerdämpande. Det finns många metoder för uppgradering av fönster. I denna rapport har vi begränsat oss till de metoder som är bäst ur bullerdämpningssynpunkt och som samtidigt minskar värmeförlusterna genom fönstret. Metoderna bör väljas med hänsyn till husets arkitektur och till det befintliga fönstrets kondition. Det är viktigt att anlita hantverkare med goda referenser som kan bedöma om fönstret är värt att uppgradera och som sedan väljer lämplig metod.

## 5.5 Bullerdämpande glas

Ljud är en vågrörelse som kan reduceras genom att man ökar glasets tjocklek, varierar glasens inbördes tjocklek, ökar avståndet mellan glasen eller väljer en laminerad ljudruta. Alla på marknaden förekommande laminerade glas är inte tillräckligt bullerdämpande. Det beror på kvaliteten på laminatet. Det finns särskilda PVB (polyvinylbutyral) folie för bullerdämpning. Andra effektiva glas är gjutlaminerade glas som ger ett mjukare skikt mellan glasen än PVB folien.



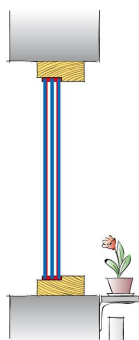
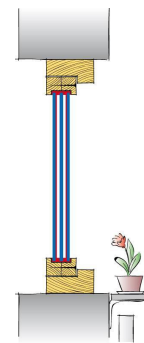
## 5.6 Uppgraderingsmetoder

Vi visar här några metoder som är lämpliga när man vill bullerdämpa och göra dem mer energieffektiva. Observera att när man uppgraderar fönster, är det glasets U-värde som förbättras medan vid fönsterbyte är det hela fönstrets U-värde, inklusive karm och båge, som förbättras. I nedanstående tabell redovisar vi det U-värde som kan uppnås på hela fönstret efter respektive metod. Ljudreduktionen däremot anges endast för glaspaketet och inte för hela fönstret. Det är nämligen svårt att fastställa bullerdämpning för ett befintligt fönster eftersom resultatet är beroende bland annat av monteringsmetod, materialval och fönstrets konstruktion.

Bullerreduktionen måste fastställas genom fältmätningar efter det att uppgraderingen genomförts. Säkrast är att begära provmontage i ett rum, mäta resultaten och sedan uppgradera övriga fönster. Notera dock att mätningen även inkluderar andra fasaddelar såsom eventuella ventiler och regelvägg. Dessa kan begränsa möjligheten till bra ljudisolering.

### Metod 1

I öppningsbara fönster skruvas ytterbågen och innerbågen ihop och i denna monteras en treglas isolerruta med två lågmissionsglas varav det ena är 6 mm tjockt. Isolerrutan skall dessutom ha en isolerande distansprofil. Bullerreduktionsvärdet för glaset blir ca 38 dB  $R_w$  och U-värdet för hela fönstret blir ca 1,6 W/m<sup>2</sup>K.

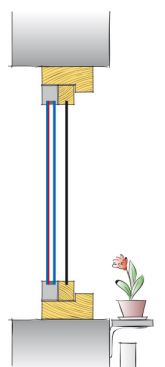
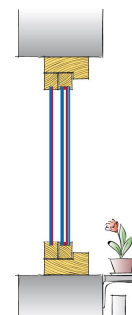


### Metod 2

Om fönstret inte behöver öppnas och kan nås utifrån för rengöring, kan den öppningsbara bågen tas bort och i karmen monteras en isolerruta med samma glaskombination som i Metod 1. Bullerreduktionsvärdet blir 38 dB  $R_w$  och U-värdet för hela fönstret blir ca 1,4 – 1,5 W/m<sup>2</sup>K beroende på att den nya glasarean blir större och isolerar bättre än fönsterbågen.

### Metod 3

När bullernivåerna måste sänkas betydligt, ersätt glaset i den yttre bågen med ett hårdbelagt lågmissionsglas. I innerbågen monteras en tvåglas isolerruta med ett laminerat energiglas, argonfyllning och isolerande distansprofil. Ljudreduktionsvärdet för glaset blir ca 42 dB  $R_w$  och U-värdet för hela fönstret blir ca 1,6 W/m<sup>2</sup>K med ett lågmissionsglas ytterst och 1,7 W/m<sup>2</sup>K med ett klarglas ytterst.

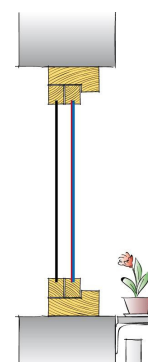


### Metod 4

Av underhållsskäl, kan man ta bort den yttre bågen och ersätta den med ny båge med en tvåglas isolerruta med ett energiglas, argonfyllning och isolerande distansprofil. För optimal bullerdämpning ersätts det inre glaset med ett laminerat glas som är minst 6 mm tjockt. Ljudreduktionstalet för glaset blir ca 42 dB  $R_w$  beroende på laminatets och glasens tjocklek. U-värdet för hela fönstret blir ca 1,7 W/m<sup>2</sup>K. U-värdet blir ca 1,8 om den nya yttre bågen är i aluminium eller stål eftersom dessa material har sämre isoleringsförmåga än trä. Som alternativ kan man också välja en båge i trä som är klädd med aluminiumprofiler.

### Metod 5

Denna metod är mest lämplig i kulturbyggnader eller i fönster som har för svaga infästningar eller bågar för att klara de extra tyngder som tjockare glas eller isolerrutor har. Behåll det yttre ”dragna” glaset och ersätt det innersta glaset med ett minst 6 mm laminerat lågmissionsglas. Glasets bullerreduktionsvärde blir ca 32 dB  $R_w$  och U-värdet för hela fönstret blir ca 2,3 W/m<sup>2</sup>K.



I nedanstående tabell visas U-värden för hela fönstret efter uppgradering. Dessa värden är endast avsedda som exempel på vad som kan uppnås. De bullervärden som redovisas gäller enbart glaset.

Åtgärd	U-värde, W/m <sup>2</sup> K <sup>1</sup>		Buller-reduktion <sup>3</sup> dB, R <sub>w</sub>
	Luft	Argon <sup>2</sup>	
Äldre 2-glasfönster m. kopplade bågar	3,0		25
Metod 1	1,7	1,5	38
Metod 1 med 6 mm laminerat glas	1,7	1,5	42
Metod 2	1,5	1,4	38
Metod 2 med 6 mm laminerat glas	1,5	1,4	42
Metod 3	1,9	1,7	42
Metod 3 med 2 LE glas <sup>4</sup>	1,6	1,5	42
Metod 4 med ytterbåge i trä	1,9	1,7	42
Metod 4, ytterbåge i trä + 2 LE glas	1,6	1,5	42
Metod 4, ytterbåge i aluminium	2,0	1,9	42
Metod 4, ytterbåge i aluminium+2 LE-glas	1,8	1,7	42
Metod 5	2,3	-	32

<sup>1</sup> Ungefärliga U-värden för hela fönstret

<sup>2</sup> Argongas i fabriksstillverkade isolerrutor

<sup>3</sup> Glasets och inte hela fönstrets ljudreduktionstal

<sup>4</sup> LE-glas står för lågmissionsglas = energisparglas

**Tabell 1: Uppgradering av fönster**

När fönster skall uppgraderas för att minska buller inomhus, bör man tänka igenom vilka andra krav som kan ställas på glaset.

Energisparglas	Energisparglaset minskar värmeförlusterna genom glaset med mellan 33-60 procent.
Argon gas	Ädelgas som minskar konvektionsförlusterna (luftrörelse-förluster) i isolerrutan. Minskar värmeförlusterna genom glaset med ca 20 procent.
Säkerhetsglas	Finns det risk för fall mot fönstret kan man välja ett säkerhetsglas mot den sida som fallrisk finns.
Skyddsglas	Finns det risk för inbrott och skadegörelse, kan man välja ett skyddsglas som är svårforcerat.
Solskyddsglas	Besväras man av för mycket sol, kan man välja ett glas som minskar solvärmeinstrålningen.
Laminerat glas	Beroende på uppbyggnad av det laminerade glaset, kan man i ett och samma glas kombinera bullerdämpning, UV-skydd och inbrottskydd.

## 5.7 Risker vid uppgradering av fönster

Ett fönster består av flera delar som var för sig utsätts för stora påfrestningar.

Vind, regn och sol utvändigt och kondens och fuktvandring invändigt har utmattat flera av dessa delar. Det är av största vikt att fönstret genomgår en konditionstest innan beslut fattas om renovering och uppgradering. Det är viktigt att välja en installatör med erfarenhet från liknande projekt och som kan lämna goda referenser.

### 5.7.1 Karm och båge

Virket i karm och båge skall vara friskt. Mögel och andra mikroorganismer kan få fäste på fuktskadat virke och orsaka innemiljöproblem. Därför bör fuktskadat virke bytas ut.

Gamla fönsterbågar kan torka och minska i volym, vilket leder till att köldbryggor skapas mellan fönster och vägg. Det är viktigt att fönstret är tätt och inte läcker energi genom dåliga tätningslistor, genom att det har blivit skevt eller på grund av hål på karmen eller bågen.

### 5.7.2 Gångjärn och infästningar

En extra glasruta är oftast inte tillräckligt för att fönstret skall ge en hög bullerisoleringsring. I vissa fall kan det bli tvärtom; på grund av den extra tyngden som ytterligare ett glas innebär, kan bågen hänga sig och bidra till otätheter som släpper igenom ljud.

En ljuddämpad glasskiva kan väga 30-40 kilo per kvadratmeter. De befintliga gångjärnen och infästningarna är dimensionerade för en betydligt lägre last. En extra glasruta kan orsaka utmattning och bågen kan rasa. Den kan av den extra tyngden också bli skev vilket resulterar i stora mellanrum mellan båge och karm med ökade värmeförluster och ökat buller som följd. Det blir även svårare och tyngre att öppna och stänga fönstren.

För att vara säker på att de befintliga fönstren klarar extra tyngd, bör fönstren genomgå en konditionstest innan beslut fattas om uppgradering eller byte till nya fönster.

### 5.7.3 Glas

Ibland krävs det ganska tjockt glas för att uppnå bra bullerdämpning. Ett gammalt glas kan vara 2 – 3 mm tjockt och väga 5 – 7,5 kilo. Den befintliga glasfalsen har inte utrymme för tjockare glas. Bågen är i sådana fall heller inte dimensionerad för ett mycket tyngre glas. Ett 6 mm glas väger ca 15 kilo. Ett 8 mm 20 kilo per kvadratmeter och en ljuddämpad isolerruta kan väga upp till 40 kilo per kvadratmeter.

Förutom att glaset är tungt, kan det också upplevas som svagt gröntonat eftersom vanligt fönsterglas är lite grönt när man ser glaskanten. Om man av arkitektoniska skäl vill ha mycket klara glas, bör man välja järnfritt glas.

I kulturhistoriska byggnader är det viktigt att behålla husets karaktär och fönstrets utseende utifrån. I dessa byggnader kan det yttre, gamla glaset behållas medan det inre glaset med fördel kan ersättas med ett ljuddämpande och lågemitterande (energiparande) glas.

Vissa solvärmedämpande lågemissionsglas har i vissa ljusförhållanden en svag färgton utifrån. Studera några referensobjekt eller begär provinstallation före beslut.



#### 5.7.4 Isolerrutor

Isolerrutor är benämningen på två- eller flera glas som sätts ihop till en hermetiskt slutet enhet med luft eller ädelgasen argon eller krypton i spalten. Dessa rutor tillverkas i speciella industrier där luftfuktigheten och renheten är kontrollerad och materialen är utvalda med omsorg.

Isolerrutors livslängd förkortas om de är felmonterade. MonteringsTekniskaKommitén, MTK\* har utarbetat anvisningar för hur isolerrutor skall monteras för att inte punktera i förtid samt särskilda anvisningar för montering av ljudreducerande glas, MTK Glas och ljud. Oftast krävs att isolerrutorna är monterade enligt MTK:s anvisningar för att garantin på isolerrutor skall gälla.

Distansprofilen mellan glaset är vanligtvis aluminium eller stål, dvs. av ledande material. Vill man ha jämnare temperatur över hela glasytan och ännu bättre isolering, bör man välja en isolerande distansprofil.

Vissa på marknaden förekommande metoder för uppgradering av fönster bygger på att man behåller de befintliga glaset och limmar fast en ny glasruta. Dessa metoder marknadsförs ibland som ”på plats byggda isolerrutor”. Resultatet ser ut som en sådan men skiljer sig på flera punkter från en isolerruta tillverkad i hermetiskt slutna kammare på fabrik. Det förekommer att glaset spricker på grund av mikrosprickor som uppstår vid montage eller för att det gamla glaset inte klarar den extra utbuktning den utsätts för när luften i mellanrummet expanderar. Risken är också att damm och annat kapslas in permanent. Problemen uppstår dock inte i alla projekt och många är nöjda med systemen.

Metoden kräver en noggrann upphandling eftersom resultatet är beroende av hantverkarens noggrannhet som avgör om rutan blir otät och fukt kommer in efter en tid.

#### 5.7.5 Belagda glas och filmer

De flesta belagda glas absorberar värme mer än vanliga klarglas. Därför kan dessa glas spricka även i nya isolerrutor om de sitter som mittersta glas. Om glastillverkaren skriftligt bekräftar att just det specifika belagda glaset kan monteras i mitten, kan denna lösning väljas. I alla andra fall skall belagda eller tonade glas som skall sitta i mitten, vara härdade för att inte spricka.

Montera inte filmer på isolerrutor eftersom filmerna gör rutorna värmeabsorberande och glaset kan spricka. Garantin för isolerrutor gäller inte om glaset är täckta med film, stora dekaler eller liknande.

Vissa belagda glas skiftar mot lila, blått eller rosa när man ser dem utifrån. Be leverantören visa prov på glaset innan dessa monteras i fasaden för att få så neutralt glas som möjligt.

---

\* MTK, Monteringstekniska kommittén är en partsägd organisation inom glasbranschen som bland annat ger ut anvisningar och riktlinjer för val och montering av glas.

## 6 Företag som uppgraderar fönster

Vi har sammanställt en adressförteckning över företag som uppgraderar fönster. Den kan laddas ner i pdf format från vår hemsida [www.stockholm.se/miljo](http://www.stockholm.se/miljo). Vi har delat upp företagen i tre kolumner enligt följande:

I kolumn 1 har vi valt företag som har arbetat med uppgradering av fönster med system som även klarar bullerdämpning. Det kan finnas fler på marknaden men vi har valt några som arbetat med uppgradering under en längre tid.

I kolumn 2 hänvisar vi till de lokala glasmästarna. De flesta klarar uppgraderingar men en del vill inte åta sig en totalentreprenad där målning och plåtarbeten ingår.

I kolumn 3 har vi tagit med några företag som monterar ett nytt glas på befintlig båge och omvandlar tvåglasfönster till treglasfönster.

## 7 Kostnader

Ett nytt fönster kostar normalt mer än en uppgradering men inte alltid. Uppgraderingen kan vara mera arbetsintensiv om fönstret skall förses med specialglas, behöver nya gångjärn, behöver målas om, riktas, förses med nya lister mm. I sådana fall kan kostnaderna bli lika stora.

Kostnaderna varierar mycket beroende på om det gäller åtgärder i enstaka fönster eller om upphandlingen gäller en stor fastighet med många fönster i samma storlek. Andra saker som påverkar priset är om fönstren har spröjs eller mittpost. Småhusägare tjänar på att gå ihop med grannar och göra en gemensam upphandling.

En standard uppgradering enligt *metod 1* kostar ca 2500 - 6000 kronor/m<sup>2</sup> i 2009 års prisnivå beroende på om hantverkaren förutom glasbyte även skall renovera båggen. Metod 5 kostar ca 1000 – 1500 kronor/m<sup>2</sup> fönsterarea om man enbart byter glas. I annat fall tillkommer kostnader för renovering.

Ett nytt fönster med U-värde 1,2 med acceptabelt bullerdämpande värde, 35 dB, kostar ca 3000 kronor/m<sup>2</sup> i 2009 års prisnivå. Arbetskostnad med ca 350 kronor per timma samt eventuella kostnader för plåt och foder tillkommer.

## 8 Lönsamhetskalkyler

Eftersom mycket energi läcker genom fönster, är investeringskostnaden för inköp av nya fönster eller uppgradering till energieffektivare fönster marginell i jämförelse med den energikostnad som man kan spara under fönstrets livslängd.

En vanlig lönsamhetskalkyl är payoff-metoden med vilken man räknar fram hur snabbt energibesparingen betalar av investeringen. Denna kalkyl ger inte en korrekt bild av åtgärdens lönsamhet med hänsyn tagen till investeringens livslängd. Ett bättre sätt att få fram vilket alternativ som är mest lönsamt är en livscykelkostnads-kalkyl LCC. Genom en LCC kalkyl får man fram hur mycket investeringen kostar inklusive drifts- och underhållskostnader. Kalkylen tar bland annat hänsyn till inflation, energiprisökningar och kalkylränta och visar resultatet omräknat till dagens penningvärde (nuvärde).

Ett enkelt dataprogram för LCC kalkyl har tagits fram av BELOK \*\*. Välj *Generell Kalkyl*. Lägg in egna värden för energipris, förväntad energiprisökning m.m. Om man håller pekaren över texten *Kalkylränta, Årlig inflation osv.*, kommer ett fönster upp med förslag på alternativa indata. Som *Alternativ 1* är det lämpligt att välja fastighetens nuvarande energibehov i kilowattimmar per år. Investeringskostnaden är noll. Däremot bör man räkna med en årlig underhållskostnad för fönster som inte skall bytas ut. Denna kostnad kan vara ca 2-5 % av de nya fönstrens inköpsvärde. Alternativ 2 och Alternativ 3 är tänkta fönsteråtgärder som ger viss energibesparing. Även här kan man lägga till en underhållskostnad men denna är betydligt lägre än om man behåller befintliga fönster. Ett nytt fönster antas hålla i 40 år medan en uppgradering har en teoretisk livslängd på ca 10-20 år.

Energibesparingen med alternativen 2 eller 3 dras från nuvarande energiåtgång och skillnaden fylls i rutan *Årligt energibehov*. Tryck på rutan *Beräkna* och sedan längre ner på sidan tryck på *Detaljerad rapport för utskrift*. Resultatet är en LCC kalkyl som visar energikostnader och investering plus eventuellt underhåll för alla åren omräknat till dagens penningvärde. Lägsta tal ger den åtgärd som är mest lönsam.

När man bygger nytt eller bygger om, kan man i kalkylen inkludera de besparingar man gör på grund av att fönstren minskar det installerade uppvärmnings- eller kylbehovet i form av mindre eller färre installationer.

## 8.1 Exempel på Livscykelkostnadskalkyl, LCC, för fönsterbyte i ett flerbostadshus

En fastighet som har 18 lägenheter och 164 kvadratmeter fönsterarea har energideklarats.

Huset är byggt 1954 och har ett totalt energibehov av 178 000 kWh fjärrvärmeenergi till radiatorer vilket motsvarar 119 kWh per kvadratmeter uppvärmd area.

Fastighetsägaren skall besluta om de nya fönstren skall ha U-värde 1,5 W/m<sup>2</sup>K eller 1,0 W/m<sup>2</sup>K och väljer därför som beslutsunderlag en LCC kalkyl. Offerten för fönster och arbetskostnad utslaget på 164 kvadratmeter visar en merkostnad för de energieffektivare fönstren på 1000 kronor.

Energisparberäkningar gjorda genom datorsimuleringar visar på möjliga energibesparingar på upp till 21 procent. I denna fastighet är framledningstemperaturen hög och man räknar med att kunna sänka inomhustemperaturen med 2 grader med bibehållen komfort. Energibesparingen är ca 21 000 kWh på grund av bättre U-värde och 16 000 kWh på grund av temperatursänkningen. Energiberäkningen finns i slutet av denna rapport som bilaga 1.

LCC kalkylen är baserad på 40 års livslängd för de nya fönstren. Huset är uppvärmt med fjärrvärme och kostnaden för detta är 80 öre/kWh. Som alternativ ett har vi valt att behålla fönstren och bara underhålla dem. Pris på fönster med U-värde 1,5 = 3000 kronor/m<sup>2</sup> (alt. 2) och fönster med U-värde 1,0 = 4000 kronor/m<sup>2</sup> (alt. 3).

LCC kostnaden för de gamla fönstren blev 7,3 miljoner, för alternativ två 4,8 miljoner och för alternativ tre 4,3 miljoner. Trots att fönstren för alternativ tre i det här exemplet är 25 procent dyrare, var detta val mest lönsamt. Anledningen är att en fastighets driftkostnad är ca 85 procent av totalkostnaden och investeringen endast en liten procentenhet räknat under dess livslängd.

---

\*\* [www.belok.se/LCC](http://www.belok.se/LCC)

## 9 Broschyr och lathund

På Stockholms stads hemsida \*\*\* finns ytterligare information till hjälp vid uppgradering eller byte av fönster. Dessa finns även som bilaga 3-7 i denna rapport:

- Upphandling av nya fönster
- Upphandling av uppgradering
- Upphandling av entreprenad
- Adressförteckning till företag som uppgraderar fönster
- Åtgärder som ger tystare inomhusmiljö och lägre driftkostnader - Broschyr

---

\*\*\* [www.stockholm.se/miljo](http://www.stockholm.se/miljo)

## 10 Ordförklaringar

Kopplade fönster	Fönster med bågar som går att öppna isär. Dessa kan bestå av två bågar men det förekommer också att fönster har tre enkla bågar.
2-glasfönster	Samma som ovan eller fönster med en båge glasad med en 2-glas isolerruta.
1+2 fönster	Kallas populärt 2+1 fönster och består av en enkelglasad ytterbåge och en båge med en 2-glas isolerruta innerst.
2+1	Fönster där ytterbågen har en 2-glas isolerruta och innerbågen består av en enkelglasad båge.
3-glasfönster	Fönster med en båge som är glasad med en 3-glas isolerruta. Även fönster med tre enkla bågar kallas 3-glasfönster.
$R_w$	$R_w$ är ett viktat laboratorievärde som används för att ange ljudisolering hos bl.a. fönster. Öprecist värde när det gäller kravsättning för trafikbuller.
$R'_w$	Samma som $R_w$ , men funktionskrav ska uppnås när konstruktionen är monterad i fält. Kan kräva viss marginal till laboratorievärde.
$R'_w+C_{tr}$	Ett värde som bättre beskriver ljudreduktionen hos en konstruktion när ljudet har karaktären av vägtrafik i stadsmiljö.
$R'_w+C$	Ett värde som bättre beskriver ljudreduktionen hos en konstruktion när ljudet har karaktären av landsvägstrafik eller järnvägstrafik i normala hastigheter.
$\Delta L_A$	Den reella skillnaden mellan ljudnivån utomhus och ljudnivån inomhus. Detta värde ska inte blandas ihop med de olika $R_w$ -värdena ovan. Det bör förtydligas om ljudnivån utomhus är med eller utan fasadreflektion. (+3 dB eller frifält).
U-värde	U-värdet beskriver hur mycket värme uttryckt i Watt som passerar genom en kvadratmeter fönster när temperaturskillnaden mellan inne och ute är en grad.
Lågemissionsglas	Populärt kallas de för energisparglas. Dessa har ett tunt osynligt skikt som hindrar en stor del av rumsvärmen från att passera genom glaset.
Solskyddsglas	Solskyddsglas finns med lågemissionsskikt så att man får bra isolering vintertid och solavskärmning sommartid. Flera av dessa är färgneutrala och släpper in mycket dagsljus.  Solskyddsglas finns även som genomfärgade (absorberande) eller som reflekterande (speglade).

## 11 Bilagor

Bilaga 1	Rapport: Energisparpotential vid byte av fönster i befintliga flerbostadshus
Bilaga 2	Rapport: Energisparpotential med energieffektiva fönster i nybyggda flerbostadshus
Bilaga 3	Upphandling av nya fönster
Bilaga 4	Upphandling av uppgradering
Bilaga 5	Upphandling av entreprenad
Bilaga 6	Företag som uppgraderar fönster
Bilaga 7	Broschyr: Åtgärder som ger tystare inomhusmiljö och lägre driftkostnader

## **12 Bilaga 1**

### **Energisparpotential vid byte av fönster i befintliga flerbostadshus**

## 12.1 Sammanfattning

Beräkningarna är gjorda för ett befintligt flerbostadshus, där WSP genomfört en energikartläggning.

Den verkliga energianvändningen i byggnaden, uppdelat på radiatorvärme, värme till varmvatten samt fastighetsel har analyserats. Med hjälp av energisimuleringar har möjliga energieffektiviseringsåtgärder utretts.

### Fastighetens energibehov före och efter åtgärd

Medier	1. Nuvarande verkligt energibehov	2. Nuvarande beräknat energibehov
El	9 000 kWh	10 000 kWh
Fjärrvärme radiatorer	211 000 kWh	178 000 kWh
Fjärrvärme varmvatten		31 000 kWh
<b>Totalt</b>	<b>219 000 kWh</b>	<b>219 000 kWh</b>
<b>Totalt/m<sup>2</sup></b>	<b>146 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>146 kWh/m<sup>2</sup></b>

Tabell 1. Nuvarande energianvändning

Kolumn a) i tabell 1. visar den köpta energin. Kolumn b) visar det energibehov som fastigheten skulle ha enligt beräkningar i dator på basis av energikartläggningen. Energikartläggningen visar på potential för minskad energianvändning genom förbättrade U-värden. Tabellen nedan visar förändringen i värmeenergianvändningen vid byte till energieffektivare fönster. Den totala fönsterarean i byggnaden är 164 m<sup>2</sup>.

### Åtgärd: Byte av fönster från U-värde 3,0 till U-värde 1,0 W/m<sup>2</sup>,K

Radiatorvärme före fönsterbyte, U-värde 3,0 W/m <sup>2</sup> ,K	178 MWh	119 kWh/m <sup>2</sup> ,år	Minskat energibehov
Radiatorvärme efter fönsterbyte till U-värde 1,5 W/m <sup>2</sup> ,K	163 MWh	109 kWh/m <sup>2</sup> ,år	-8 %
Radiatorvärme efter fönsterbyte till U-värde 1,0 W/m <sup>2</sup> ,K	157 MWh	105 kWh/m <sup>2</sup> ,år	-12 %
Radiatorvärme efter fönsterbyte till U-värde 1,0 W/m <sup>2</sup> ,K samt sänkt inomhustemperatur från 22°C till 20°C	141 MWh	94 kWh/m <sup>2</sup> ,år	-21 %

Tabell 2. Energisparpotential vid byte av fönster



## 12.2 Beskrivning



Byggnaden består av två sammansatta huskroppar. Byggnaden har 3 våningsplan med sammanlagt 18 lägenheter, samt källare och vind. Huset är byggt 1954. Totala uppvärmda arean,  $A_{temp}$ , är enligt uppgift  $1499 \text{ m}^2$ .

### 12.2.1 Fasad

Fasaden består av putsat 1-stens tegel. Totala U-värdet på ytterväggen beräknas till  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Termografering visar inte på några uppenbara otätheter.

### 12.2.2 Fönster

Totala fönsterarean i byggnaden är  $164 \text{ m}^2$ .

Fönstren är pivothängda 2-glasfönster i trä. Fönstren är i gott skick, är tämligen täta, väl injusterade, med fungerande tätningslistor. U-värdet bedöms till  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 12.2.3 Tak och vind

Yttertakets stomme är fribärande takstolar på kallvinden, de delar av yttertakets stomme som gränsar till trapphusen består av lättbetongplank. Vindsbjälklaget är av betong med cirka 60 mm mineralullsisolering. Vindsbjälklagets U-värde bedöms till  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 12.2.4 Källare

Källarbjälklaget är av betong, källarväggarna består av betonghålsten, invändigt isolerade med 35 mm träullsplatta. Hela källaren har det ekvivalenta U-värdet  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 12.2.5 Beräkningar



Bild 1. Beräkningsmodell av byggnaden



## 12.3 Nulägesbedömning

En sammanvägd bedömning av nuvarande energibehov och termisk komfort i byggnaden har gjorts som gavs nedanstående värden.

Medier	Nuvarande verkligt energibehov[kWh]	Nuvarande beräknat energibehov [kWh]	Nuvarande beräknat energibehov [kWh/m <sup>2</sup> ]
El	9 000	10 000	7
Fjärrvärme radiatorer	210 000	178 000	119
Fjärrvärme varmvatten		31 000	21
<b>Totalt</b>	<b>219 000</b>	<b>219 000</b>	<b>146</b>
<b>Totalt, per m<sup>2</sup></b>	<b>146 kWh/ m<sup>2</sup></b>	<b>146 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>146 kWh/m<sup>2</sup></b>

Tabell 3. Nuvarande energibehov

Varmvattenförbrukningen har antagits till 60 l/dygn och person. Det motsvarar ca 30 % av den uppmätta kallvattenförbrukningen. Varmvattenförbrukningen är alltid svår att bedöma och påverkas mycket av åldersfördelningen bland hyresgästerna och brukarvanorna.

Energimyndigheten har under åren 2007 - 2008 genomfört en studie i ett 50-tal hushåll som visar att i dessa var 62 % av all vattenanvändning i flerbostadshus och 60 % i villor varmvatten. I det här fallet har vi valt en lägre siffra på grund av att fastighetsägaren hade installerat vattensparande perlatorer och vattensparande duschar i samtliga lägenheter.

## 12.4 Förbättringspotential

Nedan beskrivs hur byte av fönster i byggnaden påverkar energibehov och termisk komfort. Den termiska komforten styrs av den ekvivalenta rumstemperaturen, det är den temperaturen vi upplever. Den termiska komforten påverkas av lufttemperaturen, strålningstemperaturen från olika ytor, exempelvis kalla fönster, samt av luftrörelser. En förutsättning för att skapa en god termisk komfort och hålla den upplevda temperaturen på en rimlig nivå, är alltid en bra kombination av byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder. Observera att det är alltid åtgärdernas sammanlagda konsekvens som skall bedömas. De enskilda åtgärderna ger indikationer.

### Ekvivalent temperatur

Är ett upplevelsemått som tar hänsyn till inverkan av luftens och de omgivande ytornas temperatur samt till luftens hastighet. Det är den av människan upplevda temperaturen.

Vid energiberäkningarna har antagits en rumstemperatur på 22°C respektive 20°C efter åtgärder.

Vid byte från U-värde 3,0 till 1,0 W/m<sup>2</sup>,K ökar yttemperaturen på insidan av fönstren markant, från ca 9 grader mitt på glaset när det är minus 10 grader utomhus och 20 grader inomhus, till 17 grader. Det är en ökning av temperaturen med 8 grader. Denna temperatur gäller dessutom när det är mörkt ute. När solen skiner kan temperaturen bli betydligt högre. Konsekvenserna är att kallraset minskar eller försvinner helt, golven känns varmare, det är behagligt att sitta intill fönstret samt den upplevda temperaturen ökar. Detta parametrar gör att det är fullt möjligt att sänka inomhustemperaturen och sänka framledningstemperaturen utan försämrad komfort.

## 12.5 Fönster

Byggnaden har kopplade 2-glasfönster med bred spalt. Fönstren är av trä och det beräknade U-värdet är 3,0 W/m<sup>2</sup>,K. Kontroll visar att tätningslisterna är bra och termograferingen visar inga generella brister på täthet. Befintliga 2-glasfönster står för en stor del av den transmittade energin. Dessutom blir det problem att få ett bra termiskt klimat med hänsyn till de stora kalla ytorna som ökar risken för kallras. Befintliga heltäckande fönsterbänkar ökar också kallrasproblematiken.

Genom energieffektivare fönster minskar risk för kallras och strålningsdrag och inomhustemperaturen kan eventuellt sänkas med någon eller några grader. Möjligheten att sänka inomhustemperaturen beror på vilken temperatur som lägenheterna hade före åtgärd. Om temperaturen är 25-21 grader, är det möjligt att sänka denna med några grader. Om temperaturen redan är 20 grader, är det inte rimligt att sänka denna ytterligare. Däremot kommer man att uppleva en markant komfortförbättring.

Byte till fönster med U-värde 1,0 W/m<sup>2</sup>,K med samtidig sänkning av inomhustemperaturen med 2°C kommer i det här fallet att minska värmeenergiebehovet med cirka 37 000 kilowattimmar per år, en minskning med -21 %.

## 13 Bilaga 2

### Energisparpotential med energieffektiva fönster i nybyggda flerbostadshus



### 13.1 Energisparpotentialen med energieffektiva fönster i nybyggda flerbostadshus

En byggnads investeringskostnad är ca 15 % av vad byggnaden kommer att kosta när man räknar drifts- och underhållskostnader under dess livstid. Därför är det viktigt att välja rätt fönster från början och spara energi och pengar under byggnadens återstående livslängd. Om fastigheten är utsatt för buller, är det lätt att kombinera energieffektivitet med bullerdämpning. Om fasaderna är utsatta för mycket sol, kan det vara lämpligt att välja ett färgneutralt solskyddsglas i de mest utsatta rummen.

Ett energieffektivt fönster med lågt U-värde ger fler fördelar förutom att spara energi.

Ett fönster med U-värde  $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  har en yttemperatur på insidan av glaset på ca 12,9 grader när det är minus 10 grader utomhus och 20 grader inomhus. Ett fönster med U-värde  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  har 17 grader mitt på glaset när det är minus 10 grader utomhus och 20 grader inomhus. Glaset är alltså 4 grader varmare och skillnaden mellan lufttemperaturen och glasets temperatur är liten vilket ger en bra upplevd komfort.

Denna temperatur gäller dessutom när det är mörkt ute. När solen skiner kan temperaturen bli betydligt högre. Konsekvenserna är att kallraset minskar eller försvinner helt, golven känns varmare, det är behagligt att sitta intill fönstret samt den upplevda temperaturen ökar. Detta gör det fullt möjligt att sänka inomhustemperaturen och sänka framledningstemperaturen utan försämrad komfort. En lägre inomhustemperatur minskar eventuella emissioner från byggnadsmaterial och inredning och bidrar därmed till bättre luftkvalitet.

I de flesta fall kan man hålla 20 grader inomhus och uppleva att det är varmt inne även när det är mycket kallt ute.

Andra fördelar är att i hus med direktverkande el, kan el-abonnemanget bli billigare om husets totala effektbehov minskar. Ändring av abonnemanget från exempelvis 25 Ampere till 20A eller till och med 16 A kan betyda flera tusen kronor i lägre abonnemangsavgifter.

Energieffektiva fönster minskar behovet av värme. Det kan innebära att man behöver färre radiatorer i huset eller att man kan välja ett annat, enklare och billigare uppvärmningssystem.

Ett energieffektivt fönster kan kombineras med flera andra funktioner såsom bullerdämpning, personsäkerhet, inbrottskydd och solvärmedämpning.

### 13.2 Energiberäkningar

Vi har genom simuleringar i IDA Klimat programmet räknat fram hur välisolerande fönster påverkar behovet av köpt energi för uppvärmning i ett nybyggt flerbostadshus. Huset som då var under uppförande finns i Halland. Sist i rapporten redovisar vi resultaten för klimatzon Halland men vi har även räknat om skillnaden om huset finns i Stockholm.

Vi använde faktiska värden för olika byggnadsdelar och installationer. Vi ändrade endast U-värdet på fönstret och i ett fall sänkte vi även inomhustemperaturen med två grader.

Byggnaden är i fyra våningar med källare. Plan 1-3 samt källaren har vardera en uppvärmd area,  $A_{temp}$ , på  $325 \text{ m}^2$ , plan 4 har en  $A_{temp}$  på  $224 \text{ m}^2$ . Plan 1-3 har vardera 2 stycken 2-rumslägenheter och 2 stycken 3-rumslägenheter, plan 4 har 2 stycken

3-rumslägenheter. Det är antaget att det bor 2 personer i varje 2-rumslägenhet och 3 personer i varje 3-rumslägenhet, totalt 36 personer.

Nyckeltal har använts för varmvattenförbrukning, 60 l/person,dag och att det värms från +5°C till +55°C.

Fönsterarean utgör cirka 20 % av ytterväggsarean.

### 13.2.1 Indata

Temperaturkrav lägenheter	min 22°C
Temperaturkrav källare	min 18°C
Temperaturkrav övriga lokaler	min 20°C
SFP fläktar	2,3
Verkningsgrad värmeväxlare	79%
U-värde yttertak	0,10 W/m <sup>2</sup> ,°C
U-värde yttervägg	0,18 W/m <sup>2</sup> ,°C
U-värde fönster	
Alternativ 1	1,9 W/m <sup>2</sup> ,°C
Alternativ 2	1,0 W/m <sup>2</sup> ,°C
Alternativ 3	1,0 W/m <sup>2</sup> ,°C

I alternativ 1 och 2 är riktvärdet för inomhustemperaturen +22°C

I alternativ 3 är riktvärdet för inomhustemperaturen +20°C

U-värde bottenplatta	0,40 W/m <sup>2</sup> ,°C
U-värde källarväggar	0,32 W/m <sup>2</sup> ,°C
Köldbryggor (U*A)	40 W/°C
Ofrivillig ventilation genom otätheter	0,6 l/s,m <sup>2</sup> (A <sub>temp</sub> ) vid 50 Pa

Normalårskorrigerade klimatdata, representativa för klimatzon söder, har använts

### 13.2.2 Resultat

Energianvändning [ $kWh/m^2, \text{år}$ ]

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Värme till radiatorer	32	26	18
Besparing i värmeenergi, procent		19 %	44 %
Värme till värmebatteri	3	3	3
Varmvatten	36	36	36
El till fläktar ventilation	8	8	8
Övrig fastighetsel (trappbelysning, utomhusbelysning, hissar mm)	2	2	2
Totalt energibehov	81	75	67
Besparing i procent av totala energibehovet		7 %	17 %

Ovanstående resultat från klimatberäkningar med dataverktyget IDA visar att ett energieffektivt fönster sparar mellan 19 - 44 procent mer än ett treglasfönster med vanliga klarglas. Temperatursänkningen i det här fallet betyder 25 % högre energibesparing. Anledningen till att besparingen för uppvärmning är så stor beror på att detta hus är mycket välisolerat. Det som drar mest energi näst efter varmvatten är värmeläckage genom fönster.

Besparingen baserat på husets totala energibehov är 17 % om man sänker temperaturen med två grader. En tumregel säger att varje grads temperatursänkning sparar ca 5 % av det totala energibehovet vilket stämmer väl överens med ovanstående exempel som visar att temperatursänkningen har resulterat i 10 % energibesparing, totalt 17 % i stället för 7 % utan temperatursänkning.

För att man skall kunna tillgodogöra sig energibesparing på grund av sänkt inomhustemperatur, är det viktigt att man kan reglera värmesystemet, att man har ett styr- och reglersystem och termostatventiler som reagerar snabbt och när inomhustemperaturen ändrar sig.

## 14 Bilaga 3 Upphandling av nya fönster

Ett bra förfrågningsunderlag är en förutsättning för att få rättvisande anbud som är enkla att jämföra och att utvärdera. Förfrågningsunderlaget skall beskriva alla arbeten som ingår i uppdraget. Nedan ger vi exempel på några av de krav som bör ingå vid upphandling av bullerdämpande och energieffektiva fönster.

- 1a. Fönstrens ljudreduktion bör vara  $R'_{w+Ctr} \geq 45$  dB och skall vara lägst  $R'_{w+Ctr} \geq 40$  dB. Fönstrens ljudreduktion skall styrkas med protokoll från laboratorieprovning genomförda av ackrediterat institut enligt gällande standard SS-EN ISO 140-3. Leverantören ska redovisa marginal som tagits för att klara funktionskrav monterad i färdig konstruktion. Verifiering utförs genom mätning i flerbostadshus och bör utföras i minst tre bostäder enligt mätmetoden SS-EN ISO 140 del 5. Beräkning av sammanfattningsvärden (vägda reduktionstal) samt anpassningstermer följer SS-EN ISO-717 del 1.

### Alternativt

- 1b. Ekvivalent ljudtrycksnivå på plats är från normal stadstrafik med en ljudstyrka på  $L_pA = 65$  dBA (frifält). Ljudnivån inomhus ska ej överstiga 30 dBA efter montage.  $\Delta L_A \geq 38$  dBA. Maximal ljudtrycksnivå på plats är från normal stadstrafik med en ljudstyrka på  $L_pA = 81$  dBA (frifält). Maximal ljudnivån inomhus ska ej överstiga 45 dBA efter montage.  $\Delta L_A \geq 39$  dBA. Kontroll sker genom provmontage och mätning av inomhusljudnivån enligt mätstandarden Naturvårdsverkets rapport SNV 3298 "Buller från vägtrafik" innan beställning sker på resterande fönster. Rummen förutsätts vara normaltöblerade. Verifiering utförs genom mätning i flerbostadshus och bör utföras i minst tre bostäder enligt mätmetoden SS-EN ISO 140 del 5.
2. Fönstrens U-värde bör vara  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  och skall vara högst  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
3. Fönstrens U-värde skall styrkas med protokoll från ackrediterat testinstitut. U-värdet på fönster skall vara beräknat för ett fönster i format  $1200 \times 1200$  mm enligt SS-EN ISO 10077-2 eller vara framtaget i laboratorietester enligt SS EN-ISO 12567-1. Alternativt skall fönstret vara energimärkt i Sverige i klasserna A-D eller finnas på Energimyndighetens lista på fönster med U-värde 1,2 eller lägre.
4. För att minska förekomsten av utvändig kondens bör glasets U-värde vara lägst  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Detta gäller inte när det yttersta glaset är självrengörande.
5. I rum eller lokaler med kylbehov, bör ett solvärmedämpande glas väljas.
6. Glasen skall ha en neutral ton utifrån.
7. Om beställaren har lämnat en glasspecifikation, skall andra glas än de föreslagna godkännas av beställaren eller dennes ombud.
8. Isolerrutorna skall på distansprofilen eller på annat sätt vara märkta med tillverkarens namn, glaskombination med produktnamn, eventuell gasfyllning, eventuell isolerande distansprofil, dimension samt tillverkningsdatum.
9. Fönstren skall omfattas av 10 års funktionsgaranti och isolerrutorna av 10 års garanti mot luft-/gasläckage.

Anm. Punkt 1a och 1b är alternativa skrivningar. Alternativ 1a är mer precis men kräver förberedande utredningar där kravnivåerna tas fram. Alternativ 1b passar bättre när det saknas underlag för att ta fram kravsättning enligt alternativ 1a.



## 15 Bilaga 4 Upphandling av uppgradering

Uppgraderingen skall resultera i bullerdämpning och energibesparing. Om glasen utseendemässigt avviker från tidigare, kan det vara nödvändigt att kontakta stadsbyggnadskontoret och kontrollera om det krävs tillstånd.

Det innebär också i de flesta fall att fönstren blir tyngre och därför behöver nya beslag eller behöver byggas om för att få plats med de nya glasen. En noggrann fönsterbesiktning underlättar förfrågningsunderlaget. Besiktningen kan utföras av en opartisk besiktningsförrättare eller av anbudsgivaren. Förfrågningsunderlaget skall beskriva alla arbeten som skall ingå i uppdraget. Nedan ger vi exempel på några av de krav som bör ingå vid upphandling av bullerdämpande och energieffektiv uppgradering av fönster.

1. Anbudslämnaren skall lämna minst tre referenser från liknande projekt.
2. Anbudslämnaren skall lämna en detaljerad beskrivning av föreslagna åtgärder samt redovisa hur denne skall verifiera förväntad bullerdämpning och förväntad värmeisolering.
3. Ekvivalent ljudtrycksnivå på plats är från normal stadstrafik med en ljudstyrka på  $L_{pA} = 65$  dBA (frifält). Ekvivalent ljudnivå inomhus ska ej överstiga 30 dBA efter montage.  $\Delta L_A \geq 38$  dBA. Maximal ljudtrycksnivå på plats är från normal stadstrafik med en ljudstyrka på  $L_{pA} = 81$  dBA (frifält). Maximal ljudnivå inomhus ska ej överstiga 45 dBA efter montage.  $\Delta L_A \geq 39$  dBA. Kontroll sker genom provmontage och mätning av inomhusljudnivån enligt mätstandarden Naturvårdsverkets rapport SNV 3298 "Buller från vägtrafik" innan beställning sker på resterande fönster. Mätning ska vara normaliserad till ovan angivna utomhusljudnivåer. Verifiering bör utföras i flerbostadshus i minst tre bostäder enligt mätmetoden SS-EN ISO 140 del 5.
4. U-värdet på isolerrutor skall vara fastställt enligt SS-EN 673 och vara baserat enligt praxis på 90 % gasfyllnadsgrad.
5. Glasets U-värde bör inte vara lägre än  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  för att minska risken för utvändig kondens. Undantag görs om fönstrets yttre glas är självrengörande.
6. Högsta godkända U-värde för glaset enligt metod 5 i broschyren<sup>1</sup> är  $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . För metoderna 1- 4 i broschyren<sup>1</sup> är högsta godkända värdet  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
7. Isolerrutorna skall ha en extra isolerande distansprofil av exempelvis fabrikat Swisspacer, TPS eller likvärdigt för att minska risken för kondens i randzonen (glaskanterna).
8. Fönstren skall efter uppgradering släppa in tillräckligt med dagsljus.
9. Isolerrutorna skall vara monterade enligt MTK:s<sup>2</sup> anvisningar Montering av isolerrutor.
10. Isolerrutorna skall på distansprofilen eller på annat sätt vara märkta med tillverkarens namn, glaskombination med produktnamn, eventuell gasfyllning, eventuell isolerande distansprofil, dimension samt tillverkningsdatum.
11. Efter åtgärd skall fönstren vara stabila och lätta att manövrera.

I övrigt hänvisar vi till vårt dokument *Upphandling av entreprenad* som beskriver vad som bör ingå i upphandling av entreprenaden som går att ladda ner från [www.stockholm.se/miljo](http://www.stockholm.se/miljo) .

<sup>1</sup>Metoderna beskrivs i broschyren Åtgärder som ger tystare inomhusmiljö och lägre driftkostnader som går att ladda ner från [www.stockholm.se/miljo](http://www.stockholm.se/miljo).

<sup>2</sup>MTK, Monteringstekniska Kommittén ger ut anvisningar och riktlinjer för montering av glas i byggnader på uppdrag av glasbranschen.

## 16 Bilaga 5 Upphandling av entreprenad

Ett bra förfrågningsunderlag är en förutsättning för att få rättvisande anbud som är enkla att jämföra och att utvärdera. Förfrågningsunderlaget skall beskriva alla arbeten som skall ingå i uppdraget. I nedanstående kravspecifikation ger vi exempel på några av de krav som bör ingå vid upphandling av bullerdämpande och energieffektiva fönsteråtgärder.

### 16.1 Förberedelse

1.1 Välj några entreprenörer och begär minst tre referenser på liknande arbeten från dem. Kontrollera referenserna och inbjud de som verkar mest kompetenta till att lämna in anbud för fönsterbyte.

1.2 Bifoga ritningar och en fönsterspecifikation såsom i exemplet nedan:

<b>Aktuella typer med placering i olika fasader enligt ritning</b>		
<b>Fönstertyp och modell</b>	<b>Antal</b>	<b>Mått (bredd x höjd), mm</b>
<b>Öppningsbara, inåtgående fönster</b>		
1	206	1770 x 1600
2	117	2250 x 1330
<b>Fasta fönster</b>		
3	44	630 x 1600
<b>Fönsterdörrar</b>		
4	21	900 x 2100

1.3 Ange entreprenadform.

**Totalentreprenad** innebär att beställaren tecknar avtal med en part, totalentreprenören. I totalentreprenörens uppdrag och ansvar ingår i princip allting såsom upprättande av arbetsbeskrivningar, ritningar, tidplaner, tillhandahållande av material, hjälpmedel och liknande. Totalentreprenören är därmed också projektör av arbetet.

**Generalentreprenad** kallas den entreprenadform där beställaren tillhandahåller generalentreprenören ett förfrågningsunderlag, som innefattar arbetsbeskrivningar, ritningar, tidplaner, materialval, hjälpmedel och liknande. Vid denna typ av entreprenad svarar generalentreprenören ofta för allting utöver projekteringen. Förekommer fel i handlingarna finns det en risk att det kan vara svårt att klarlägga vem som ansvarar för det - projektören eller generalentreprenören.

**Delad entreprenad** innebär att beställaren tecknar avtal med en eller flera entreprenörer om att utföra vissa arbeten. Det kan t ex innebära att beställaren avtalar med en byggfirma att byta vissa fönster, en inredningsfirma för att byta persienner, en ställningsfirma för att montera ställningar, en målerifirma för att renovera och ommåla fönstren osv. Var och en svarar gentemot beställaren enbart för det arbete och det material som omfattas av hans avtal med beställaren. Vid delad entreprenad finns det ingen - utom beställaren - som svarar för att helheten fungerar

1.4 Ange vilka villkor som reglerar entreprenaden.

## 16.2 Kravspecifikation - entreprenad

- 2.1 Före anbudsgivning förutsätts att anbudsgivare genom besök på platsen har inhämtat den information som kan ha betydelse för att lämna ett korrekt anbud.
- 2.2 I anbudet skall följande vara inräknat/kalkylerat: beslagning, anslutningar, tätningslistor, drevning, fogning, beskrivningar, täthets och funktionsansvar, karmöverföringar, plåtbeklädnader/bleck/droppbleck, avtäckningsplåtar mot angränsande byggnadskonstruktioner, tröskelbleck till fönsterdörrar, eventuella ställningar lyft/lyftanordningar/lift.
- 2.3 Fönstren skall omfattas av 10 års funktionsgaranti och isolerrutorna av 10 års garanti mot luft-/gasläckage.

I garantikraven för vissa metoder som bygger på att man på befintlig innerbåge limmar fast ett nytt glas på en distansprofil, så kallade platsbyggda isolerrutor, skriver man som tillägg till ovanstående krav:

”Garantin skall även omfatta 10 år mot sprickor som beror på att glaset spruckit på grund av mikrosprickor som uppstod vid montage tillfället eller på grund av pumpeffekten i den platsbyggda isolerrutan.”

- 2.4 Försäkringsbevis skall överlämnas till beställaren.

OBS! För entreprenader som pågår under längre tid skall bevis om förnyad försäkring krävas. Entreprenör skall vara ansvarsförsäkrad och beställaren skall vara förmånstagare. Försäkringsbevis som visar att garantin gäller även om företaget går i konkurs bifogas anbudet.

- 2.5 F-skattesedel bifogas anbudet.
- 2.6 Entreprenören anger färdigställandedatum för olika etapper.
- 2.7 Entreprenören skall efter godkänd slutbesiktning överlämna tio (10) års normgaranti.
- 2.8 Ange hur slutbesiktning skall ske samt vem som kallar till besiktning och bekostar besiktning.

# 17 Bilaga 6 Företag som uppgraderar fönster 2009:1

## 1. Fristående system

Nedanstående företag installerar kompletta system eller Anvisar entreprenörer som är utbildade för att montera deras system

### Byggtema AB

Trädgårdsgatan 35  
914 33 Nordmaling  
Telefon 0930-316 50.  
Fax 0930-314 79  
E-post [info@byggtema.com](mailto:info@byggtema.com)  
[www.byggtema.com](http://www.byggtema.com)

### Fasadglas Bäcklin AB

Box 11187  
161 11 Bromma  
Telefon 08-704 74 00  
Fax 08-25 81 53  
E-post [info@fasadglas.se](mailto:info@fasadglas.se)  
[www.fasadglas.se](http://www.fasadglas.se)

### iwa21 AB

Stenhammarsvägen 13  
168 58 Bromma  
Telefon 08-21 36 21  
Fax 08-7600322  
E-post [info@iwa21.se](mailto:info@iwa21.se)  
[www.iwa21.se](http://www.iwa21.se)

### MIR Gruppen AB

Turbingatan 12  
598 40 Vimmerby  
Telefon 0492-795 50.  
Fax 0492-156 60  
E-post [mail@mirgruppen.se](mailto:mail@mirgruppen.se)  
[www.mirgruppen.se](http://www.mirgruppen.se)

### Nordic House Construction

Box 23001  
104 35 Stockholm  
Telefon 08-736 60 70  
Fax 08-736 62 20  
E-post [nordic.house@nordic-house.se](mailto:nordic.house@nordic-house.se)  
[www.nordic-house.se](http://www.nordic-house.se)

### Teknova Byggsystem AB

Box 75  
592 22 Vadstena  
Telefon 0143-292 20  
Fax 0143-13150  
E-post [info@teknova.se](mailto:info@teknova.se)  
[www.teknova.se](http://www.teknova.se)

### Tumba Glas AB

Segersbyvägen 24  
14563 Norsborg  
Telefon 08-534 702 70.  
Fax 08-534 702 79  
E-post [info@tumbaglas.se](mailto:info@tumbaglas.se)

### Windoor Sverige AB

Box 377  
573 24 Tranås  
Telefon 0140-680 00  
Fax 0140-566 80  
E-post [info@windoor.se](mailto:info@windoor.se)  
[www.windoor.se](http://www.windoor.se)

## 2. Montering av energi glas, laminerat glas eller isolerrutor i befintliga fönster

Gå in på Glasbranschföreningens hemsida [www.gbf.se](http://www.gbf.se) och sök efter en glasmästare inom ditt geografiska område.

Se till att efter glasmästeriets namn finns följande märke



Märket betyder att de är ett MTK-auktoriserat företag. De vet vilket glas som ska användas på rätt sätt och på rätt plats. Detta sker genom återkommande utbildning och information från MTK (Monteringstekniska Kommittén), som är ett dotterföretag till Glasbranschföreningen.

Om det gäller större renovering, kontakta de glasmästare som har nedanstående märke efter namnet



Entreprenad-  
verksamhet

## 3. Permanent limmat glas på befintliga fönster. Omvandlar 2-glasfönster till 3-glasfönster

### System Mistral

#### Grundels Fönstersystem AB

Telefon 054-18 05 01  
Telefon 08-21 84 50  
Fax 054-18 10 21  
E-post [info@grundels.se](mailto:info@grundels.se)  
[www.grundels.se](http://www.grundels.se)

#### Mistralgruppen AB

Lerkroksvägen 28  
126 79 Hägersten  
Telefon 08-600 04 10  
Fax 08-600 04 13  
E-post [info@mistral.se](mailto:info@mistral.se)  
[www.mistral.se](http://www.mistral.se)

### System Renovglas

#### Nordwind AB

Verkstadsgatan 8  
753 30 Uppsala  
Telefon 018-121116  
Fax 018-121133  
E-post [nordwind@telia.com](mailto:nordwind@telia.com)  
[www.nordwind.se](http://www.nordwind.se)

#### Delér Gruppen

Hangövägen 25  
115 41 Stockholm  
Telefon 08-652 13 14  
Fax 08-652 13 19  
E-post [rickard@daler.se](mailto:rickard@daler.se)  
[www.daler.se](http://www.daler.se)

## **18 Broschyr**

Bifogas som separat pdf fil