



Fönsteråtgärder

Texten i detta dokument är till stor del hämtad från Tyréns rapport *Fönster och ljudreduktion - Uppbyggnad, konstruktion och påverkan på ljudreduktion*, som utarbetades för Malmö stads räkning 2009.

För information om grundläggande akustiska begrepp och allmänt om trafikbuller, se separat faktablad ("*5 - Faktablad Allmänt om trafikbuller*").

Bakgrund

I tätorter är i många fall gatutrafiken en av de allra största orsakerna till bullernivåer över riktvärdena både ute och inomhus. Hur mycket trafikbuller och andra ljud utomhus som når in i byggnaden och riskerar att störa de som vistas i bostadsrum beror främst på fasadens förmåga att reducera buller. Fönster och friskluftsventiler är i många fasader den ljudmässigt svagaste delen.

Tvåglasfönster d.v.s. fönster med två glasrutor, har använts under lång tid i Sverige. Före 1920 hade fönstren dubbla enkelbågar där den yttre bågen öppnades utåt. Den inre bågen var i början lös och sattes in på fönstrets insida under vinterhalvåret. Innerbågen tätades inifrån med klisterremсор av papper och nertill mellan bågarna placerade man vadd eller mossa, som skulle suga upp fukt och kondens som bildades mellan bågarna.

Under 1920- och 30-talet började kopplade fönster att användas. I dessa fönster är ytter- och innerbågen hopkopplade till en enhet. De kopplade fönstren görs såväl inåtgående som utåtgående.

Ända fram till 1970-talet var tvåglasfönster med kopplade bågar den vanligaste fönsterkonstruktionen. Under 1970-talet började treglasfönster att användas i syfte att spara energi. De första treglasfönstren utfördes oftast med tre kopplade bågar. Idag utformas de antingen med en båge och en treglas isolerruta, eller en kopplad båge där ena bågen innehåller en tvåglas isolerruta och den andra en enkel glasruta.

Bågar och karmar i äldre fönster är tillverkade av trä, ett material som det alltid har funnits god tillgång till i Sverige. Vid tillverkningen av fönster idag är trä fortfarande det vanligaste materialet i karmar och bågar, ibland kombinerat med en utvändigt beklädnad och båge av aluminium. Fönster helt av metall som aluminium och stål börjar bli vanligare. Fönster av plast förekommer också om dock i mindre skala.

Innehåll

1	Fönstertyper	3
1.1	Fönstrets uppbyggnad	3
1.2	Fast monterat eller öppningsbart fönster	4
1.3	Principjämförelse mellan fönstertyper.....	4
1.4	Båge och glasning	5
1.5	Antal lugter.....	6
2	Fönsters ljudisolerande förmåga	7
2.1	Befintliga fönster	7
2.2	Krav på fönster efter åtgärd	7
3	Fönsterstorlek	8
4	Friskluftsventiler i ytterväggen	8
4.1	Friskluftsventilers ljuddämpande förmåga	9
5	Förbättra befintliga fönster eller byta till nya?	10
5.1	Förbättra befintliga fönsters ljudreduktion.....	10
5.2	Nya ljudklassade fönster.....	16
6	Fönsterdörrar	16
7	Yttervägg	17
8	Olika mätetal för ljudreduktion	17
9	Montering	18
10	Referenser	19

1 Fönstertyper

1.1 Fönstrets uppbyggnad

Grundkonstruktion av ett fönster består av åtminstone följande delar:



Figur 1. Fönster och dess delar. Bilden visar ett exempel på en vanlig runduppbyggnad för fönster från 30-talet och framåt.

Karm

Fönsterkonstruktionen bärs upp av en kraftig ram, s.k. karm. Karmen skruvas fast i ytterväggen ibland i träreglar, som utgör husets fönsteröppning.

Glas

I figur 1 visas ett fönster med två glasrutor. Glasets tjocklek är idag oftast åtminstone 3-4 mm. Äldre glasrutor är i de flesta fall 2 mm tjocka.

Gångjärn

Ett öppningsbart fönster förses med gångjärn. Beroende på hur fönstret öppnas erfordras olika typer av gångjärn.

Hakar

För att öppna och stänga fönstret nyttjas hakar i de enklaste fallen. På bilden visas ett exempel på enkla hakar.

Båge

Den ram som håller glasdelen kallas för båge eller fönsterbåge. Bågen kan hålla flera glas beroende på konstruktion.

1.2 Fast monterat eller öppningsbart fönster

Ett fönster kan vara fast monterat eller öppningsbart.

Fast monterat fönster

Ett fast monterat (karmfast) fönster kan inte öppnas eftersom det sitter fast i karmen. Ett fast fönster är ofta tätare än ett öppningsbart fönster. Ett fast fönster har en glashet som består av ett förseglat isolerglaspaket eller vid äldre fönster ett enkelglas.

Öppningsbart fönster

Ett öppningsbart fönster kan vara ett isolerglaspaket eller ett kopplat fönster och kan öppnas inåt, utåt eller vridas (t ex pivothängda fönster eller vridfönster).

Inåtgående

Inåtgående fönster används ofta på de övre våningarna i ett hus eller på andra ställen där det av praktiska skäl inte är möjligt att nå fönstrets utifrån.

Utåtgående

Utåtgående fönster passar som regel bra till hus där man kan nå fönstren utifrån och förenklar hanteringen bl. a. när man skall vädra.

Vridfönster

Ett vridfönster som ofta kan vridas 180 grader är i många sammanhang praktisk för användaren.

1.3 Principjämförelse mellan fönstertyper

Nedan listas ljudreduktion med avseende på olika typer av fönster. Exemplet gäller för ett fönster med samma ljudreduktion med avseende på glas och uppbyggnad i övrigt och som är fast eller öppnas/stängs på olika sätt.

Fasta fönster

Fasta fönster (d.v.s. inte öppningsbara fönster) som är riktigt monterade är tätast. Fasta fönster har den bästa ljudisoleringen, jämfört med andra öppningsbara fönster av samma kvalitet.

Sidohängda bågar mot fönsterpost

Bästa tätning för öppningsbara fönster, uppnås med sidohängda fönsterbågar, som är högre än de är breda och som stängs med spanjolettbeslag mot karm eller fönsterpost.

Vridfönster

Vridfönster (t ex pivothängt eller som öppnas kring sin egen mittaxel) har praktiska fördelar. Vridfönster är däremot svårare att få täta och därmed är risken för sämre ljudreduktion stor, det gäller i synnerhet de som öppnas kring sin egen mittaxel.

Fönster med mötande bågar

Tätheten och därmed ljudreduktionen hos fönster med mötande bågar är en svagare konstruktion och dess täthet är starkt beroende av bågarnas formstabilitet. Speciellt för denna typ av fönster verkar det vara svårt att hitta en konstruktion som håller god täthet under lång tid.

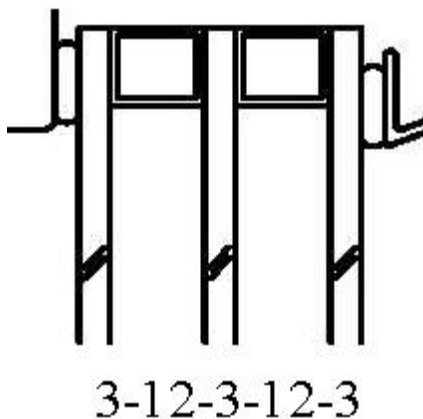
1.4 Båge och glasning

Förutsatt att ett fönster är lufttätt så bestäms ljudreduktion till stor del av antalet glasrutor, glasrutornas tjocklek samt luftavståndet mellan glasrutorna.

Isolerglasruta

En förseglad ruta eller isolerruta, som den ofta kallas i dagligt tal, består av två eller flera glasrutor som är sammanfogade till en enhet med hjälp av en eller flera distanslister. Mellanrummet mellan glasrutorna innehåller vanligtvis luft men kan också innehålla andra gaser. Kanten på isolerrutan är förseglad med en förseglingsmassa för att bli tillräckligt tät så att gasen mellan glasen inte kan läcka ut. Att isolerrutan är tät under hela fönstrets livslängd är av största vikt för att undvika kondens.

Vanliga benämningar är ”tvåglas- eller dubbel isolerruta” vilket ibland skrivs ut med tjockleken på glas respektive luftmellanrum. Ett exempel på detta kan vara beteckningen ”3-12-3-12-3” vilket visas schematiskt i figuren nedan. I de fall den inneslutna luftvolymen i isolerpaketet består av en gas istället för av luft anges det med en beteckning för den aktuella gasen tillsammans med luftavståndet.



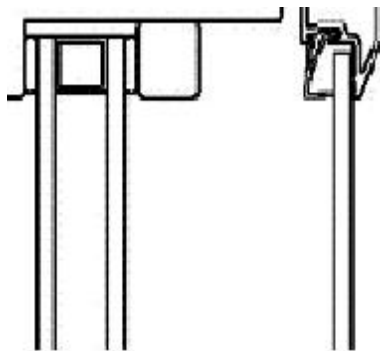
Figur 2. Schematisk skiss som visar glasens uppbyggnad i ett fönster och motsvarande beteckning.

Kopplade fönsterbågar

När ett fönster är ”kopplat” betyder det att två fönsterbågar är ihopkopplade med gångjärn och man kan, till skillnad från en isolerruta, öppna mellanrummet mellan glasrutorna, så som visas i figur 1.

Vardagliga benämningar för kopplade fönster kan vara ”tvåglas kopplat fönster” vilket ibland förkortas till exempel till ”3+30+3” vilket betyder att glasets uppbyggnad är 3 mm glas + 30 mm luft + 3 mm glas.

Ibland benämns ett fönster som ”kopplat 1+1” vilket står för två fönsterbågar som är ihopkopplade enligt beskrivning ovan och båda bågarna är försedda med enkelglas. Motsvarande beteckningen ”kopplat 2+1” innebär att av de båda ihopkopplade fönsterbågarna är den ena försedd med ett 2-glas isolerruta och den andra har 1 enkelglas. Det förekommer också att man redovisar samtliga glastjocklekar och luftavstånd i glasensheten. Ett exempel är beteckningen ”3-12-3-35-3” vilket visas schematiskt i figuren nästa sida:



3-12-3-35-3

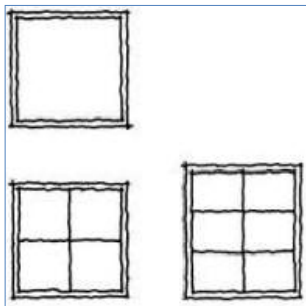
Figur 3. Schematisk skiss som visar glasets uppbyggnad och motsvarande beteckning.

1.5 Antal lufter

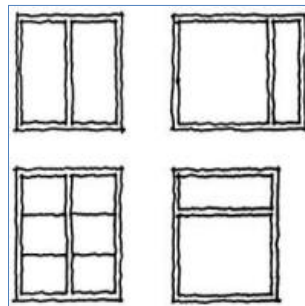
Beroende på hur fönstret är uppbyggt kan det bestå av en stor båge eller flera mindre bågar bredvid varandra. Varje båge kan här ses som en ljusöppning vilket ibland kallas för "luft".

Genom att använda flera rutor bidrar respektive båge till att styva upp hela konstruktionen däremot påverkar antalet "lufter" inte ljudreduktionen mera än marginellt. Nedan finns exempel på 1-, 2- respektive 3-luftfönster, dvs. karmen består av en ljusöppning alt. två eller tre ljusöppningar (spröjs räknas inte som en öppning).

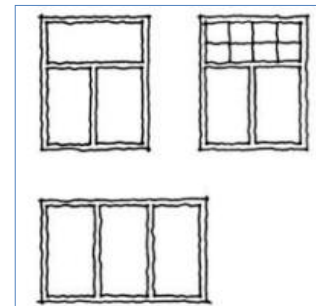
En-luft



Två-luft



Tre-luft



Figur 4. Exempel på en-, två- respektive tre-luftfönster

2 Fönsters ljudisolerande förmåga

2.1 Befintliga fönster

Ibland diskuteras ”standardvärden” för befintliga fönsters förmåga att reducera trafikbuller. Ett värde som nämnts under många år som ett ”standardvärde” är 25 dBA reduktion (ljudnivåskillnad ute/inne) av gatutrafikbuller och ca 5 dBA högre för reduktion av tågbuller 30 dBA. Detta standardvärde är naturligtvis en schablon och ett genomsnitt för många olika typer av fönster och har använts länge.

Nedan redovisas några typiska värden på ljudisolering för olika fönster. Observera att värdena kan variera för olika fönster med samma glaskonstruktion, eftersom fönstrets ljudisolering beror inte bara på glaset men också på karmens och tätningens beskafter.

I tabellen nedan förutsätts att fönstrens tätning är god.

Antal glas	Glastjocklek mm	Luftmellanrum mm	Ljudisolering R_w dB
2	3+3	32 luft	32-35
2	4+4	85 luft	36-38
2	4+4	100 luft	38-40
2	4+8	15 gas	34-36
3	4+4+4	15+15 gas	32-34
3	4+4+4	12+12 luft	32-34

2.2 Krav på fönster efter åtgärd

Fönster ska då väljas med en ljudisolering som svarar mot utomhusnivån. I tabellen nedan ges en mycket schematisk översikt över den ljudreduktion som kan krävas vid olika utomhusnivåer för att uppfylla nybyggnadskrav på ekvivalent inomhusnivå (30 dBA). Nedan angivna värden är uppskattade efter vissa typförhållanden. Ljudkrav på fönster bör dimensioneras i detalj för kostnadseffektivitet och önskad bullerreduktion.

Ekvivalent ljudnivå utomhus, dBA	Önskvärd ljudnivåskillnad	Ungefärligt krav på ljudisolering hos fönster, R_w (se kap. 10)	Ungefärligt krav på ljudisolering hos frisklufsdon, $D_{n,e,w}$ rel. 10m ² (se kap. 6)
55	25	35	45
60	30	40	50
65	35	45	55
70	40	50	(60)

3 Fönsterstorlek

Fram till 1980-talet var normal andel fönsterarea i de flesta bostadsrum omkring 20% av ytterväggen. För att på ett enkelt sätt dimensionera erforderlig fönsterreduktion (t. ex. i beräkningsmodeller) var denna andel fönsterarea en given förutsättning. Från 1990 har det i många byggnader varit en trend med betydligt större andel fönsterarea. Detta innebär ett behov av att utveckla de gamla metoderna för dimensionering av fönster. I Svensk standard 25267 finns det anvisningar för dimensionering av byggdelar t ex fönster med olika procentuell andel area.

4 Friskluftsventiler i ytterväggen

Ljud utifrån kan förutom genom fönster också nå ett bostadsrum via t.ex. friskluftsventiler monterade i fasaden. Eftersom friskluftsventiler har ett öppet hål för att släppa in uteluft till rummet medför det att även ljud kan läcka in genom hålet. Friskluftsventiler har dålig ljudreduktion i öppet läge. Å andra sidan är den öppna arean oftast så liten att ljudgenomgången blir begränsad. Det finns friskluftsventiler som även i stängt läge försämrar väggens totala ljudreduktion. När man skall förbättra fasadens ljudreduktion måste man trots ventilens begränsade storlek även beakta denna. Det finns friskluftsventiler med olika typer av ljudfällor som gör att ljudreduktionen förbättras.

Friskluftsventiler kan monteras på flera olika platser i ytterväggen t.ex.:

- på valfri plats på väggen, väggventil
- i fönsterkarmen, spaltventil eller fönsterventil

Väggventil

En väggventil kan vara placerad på valfri plats på väggen, en vanlig placering är i höjd med överkanten på fönstret.



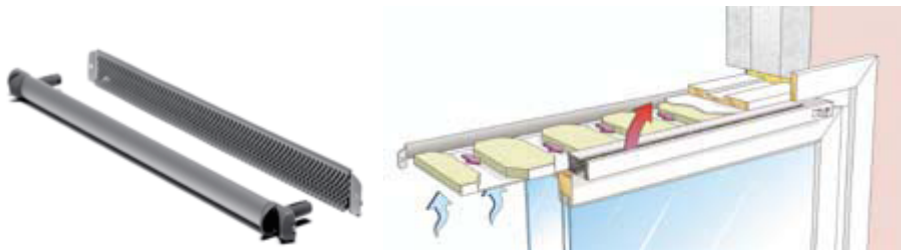
Figur 5. Exempel på väggventil med ljuddämpning i den svarta mittdelen.

Karmventil

En spalt- eller karmventil placeras som framgår av namnet i fönsterkarmen. Karmventilens utformning är därför smal och avlång. Den kan förses med en ljuddämpande del antingen i mittdelen som är dold i fönsterkarmen eller i den utanpåliggande delen.



Figur 6. Exempel på karmventil med ljuddämpning i den del som monteras synligt.



Figur 7. Exempel på karmventil med invändig ljuddämpning. Till höger i figuren visas ett exempel på hur ljuddämpning infällda i karmen kan anordnas. De ljusgula delarna illustrerar ljuddämpande material.

4.1 Friskluftsventilers ljuddämpande förmåga

Friskluftsventiler kan ljudklassas på ungefär samma sätt som fönster, dörrar och andra byggdelar. Det idag gällande laborativärdet för ljudklassning av friskluftsventiler är $D_{n,e,w}$ rel 10 m^2 och kallas "normaliserad nivåskillnad". Enkelt uttryckt kan man säga att värdet anger ventilens reducerande förmåga då det monteras i en 10 m^2 stor vägg med mycket bra ljudreduktion. En stor och väsentlig skillnad som är bra att känna till är att normaliserad nivåskillnad för friskluftsventiler skiljer sig från det vanliga reduktionstalet. Reduktionstalet beräknas alltid på den aktuella produktens verkliga area medan "normaliserad nivåskillnad" beräknas på 10 m^2 referensarea.

Vid dimensionering av fönster och friskluftsventil i en fasad är det av största betydelse att de tillsammans ger erforderlig ljudreduktion. I praktiken innebär det att då ett ljudklassat fönster med ett visst R_w -värde skall kombineras med en ljudklassad friskluftsventil så skall den ha ett $D_{n,e,w}$ rel 10 m^2 som är 10 dB högre än fönstrets R_w -värde för att ge samma reduktion.

Som ett exempel kan nämnas att ett fönster med R_w -värde 40 dB skall kombineras med en friskluftsventil med $D_{n,e,w}$ (rel 10 m^2) 50 dB för att ljudreduktionen skall vara lika. Om man istället väljer att uttrycka ett fönsters ljudreduktion som uppmätt skillnad mellan trafikbullernivå utomhus (frifältsvärde) och inomhus (i normalt möblerade rum) motsvarar R_w -värde 40 dB omkring 36 dBA skillnad i trafikbullernivå. Sambandet mellan olika sammanfattningsvärden diskuteras vidare i avsnitt 10.

Observera att en del tidigare mätetal för ventiler fortfarande dyker upp i olika sammanhang. Tidigare användes t.ex. mätetalet enhetsisolering för friskluftsventiler och för detta mätetal är referensarean 1

m². Sambandet mellan det tidigare mätetalet enhetsisolering (rel 1 m²) och dagens $D_{n,e,w}$ (rel 10 m²) är att samma reduktion får ett värde som är 10 dB högre med dagens $D_{n,e,w}$ (rel 10 m²).



Figur 8. Exempel på hur ljuddämpning av befintlig friskluftsventil kan arrangeras. På fotot visas hur ljuddämpningen har placerats utvändigt på fasad som avlånga "lådor". Metoden användes bland annat i Malmö längs kontinentalbanan i Svedabs åtgärdsprogram i slutet på 1990-talet.

5 Förbättra befintliga fönster eller byta till nya?

Då man bestämt att man skall minska trafikbullernivåer inomhus ställs man inför valet att förbättra det befintliga fönstrets ljudreduktion eller om man skall byta till ett helt nytt ljudklassat fönster. Detta är en fråga om både befintliga fönsters skick, fönstrets konstruktion och fönsternischen samt vilken ljudreduktion man önskar uppnå. Om man önskar nå väldigt hög ljudreduktion (omkring R_w 45 dB) är det i många fall och i synnerhet om man är osäker på befintliga fönsters skick, säkrare att byta till nya ljudklassade fönster. Vid förbättringsåtgärder på befintliga fönster är slutresultatet alltid beroende av utgångsläget. Man kan därför förvänta sig en stor variation i den slutliga ljudreduktionen av en och samma åtgärd utförd på olika fönster. Det finns dock situationer då åtgärder för att öka ljudreduktionen kan eller måste utföras på befintliga fönster.

Dimensionering av nya fönster eller åtgärder på befintliga skall i första hand styras av det bostadsrum som har sämst förutsättningar, d.v.s. är dimensionerande för val av åtgärd. Oavsett vilken åtgärd man väljer så skall man tillse att det finns långtgående garantier på att utlovad ljudreduktion uppfylls då produkten är monterad.

5.1 Förbättra befintliga fönsters ljudreduktion

För att man överhuvudtaget skall överväga att förbättra det befintliga fönstrets ljudreduktion måste det allmänna skicket hos fönstret ha en tillräcklig kvalitet. Det är naturligtvis avgörande att t.ex. träkvaliteten är tillräcklig i karm och båge. En annan kvalitet som kan vara värd att bevara är fönstrets utseende och för k-märkta hus är det ibland inte tillåtet att byta till nya fönster.

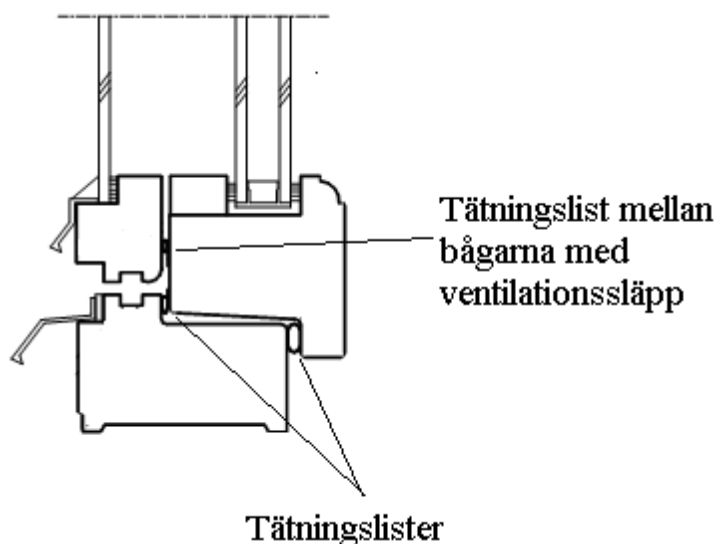
Tätninglistor och drevning

Om man med enkla medel vill förbättra ett befintligt fönsters ljudreduktion är det en god idé att först se över tätninglistorna. För att erhålla optimala ljudegenskaper är det viktigt att tätninglistor har en storlek som är väl avpassade till det mellanrum de skall täta. Tätninglisten får inte vara så liten så att den inte fyller ut den aktuella springan vilket riskerar att medföra att det alltfjämt finns otätheter och därmed ljudläckage. Den får inte heller vara för stor och kraftig så att den fyller ut mellanrummet

alldeles för mycket så att det blir stum koppling mellan båge och karm. I de fall tätningslisterna monteras med hjälp av klister måste underlaget vara väl rengjort för att erhålla god vidhäftning.

En enkel egenkontroll (som bl.a. återges i Boverkets handbok "Bullerskydd i bostäder") kan göras med ett vanligt pappersark som utvisar om tätningslisterna är väl avpassade och ligger an med lagom kompression för att det ska bli tätt mellan fönsterbåge och karm. Provet går till så, att ett normalt pappersark läggs mellan båge och karm på en sida i taget och fönstret stängs. Tätningslisten är väl avpassad om pappret går att dra ut med visst motstånd men utan att sitta fast så hårt att det går sönder.

För att uppnå god ljudisolering krävs det ibland dubbla tätningslister, se figur nedan. För att öka fönstrets ljudreduktion ytterligare kan man montera tätningslist även mellan bågarna. Observera att det alltid måste finnas "släpp" för ventilation i listen mellan bågarna för att minimera risken för kondens. Det är väldigt viktigt att den innersta tätningslisten sluter tätt runt hela karmen för att förhindra att varm inomhusluft läcker ut med risk för kondens inne i fönsterkonstruktionen.



Figur 9. Tätningslister

Även mellanrummet mellan fönsterkarm och yttervägg som ofta är en spalt på 1-2 cm runt hela karmen måste ha god täthet. För att uppnå god total ljudreduktion skall denna spalt drevas med t.ex. mineralullsremсор och sedan tätas med t.ex. fogmassa på insidan, se avsnitt nedan om montering.

Om man väljer att förbättra befintliga fönsters ljudreduktion måste drevning och täthet t.ex. mjukfog mellan karm och vägg kontrolleras samt vid behov förbättras. En förbättring på omkring 2-4 dBA kan uppnås med åtgärder som nya tätningslister och drevning, beroende på utgångsläget.

Glasrutans betydelse för ljudreduktionen

När man har kontrollerat fönstrets täthet enligt avsnittet ovan och man önskar förbättra ljudreduktionen ytterligare är det dags att se över antalet glasrutor, deras tjocklek samt luftavståndet mellan glasrutorna.

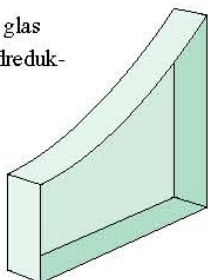


Figur 10. Med hjälp av en glastjockleksmätare kan samtliga glasrutors tjocklek i ett monterat fönster fastställas okulärt.

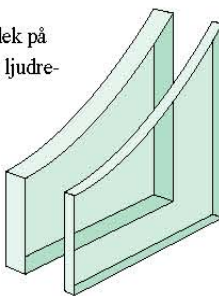
Ljudreducerande glas

De ljudreducerande egenskaperna kan förbättras genom förändringar av glasrutorna och/eller spalterna mellan glasen. De fyra skisserna på nästa sida i figur 11-12 (ref 8) visar illustrativt glasrutornas betydelse för ljudreduktionen.

Med tjockare glas förbättras ljudreduktionen

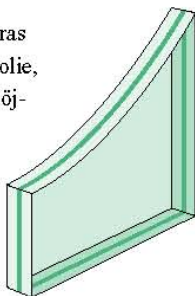


Olika tjocklek på glasen ökar ljudreduktionen

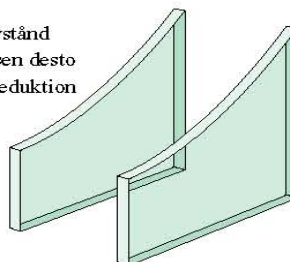


Figur 11. Tjockare glas och olika tjocklek på glasrutorna ökar ljudreduktionen.

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



Ju större avstånd mellan glasen desto högre ljudreduktion



Figur 12. Laminerat glas och större avstånd mellan glasrutorna ökar ljudreduktionen.

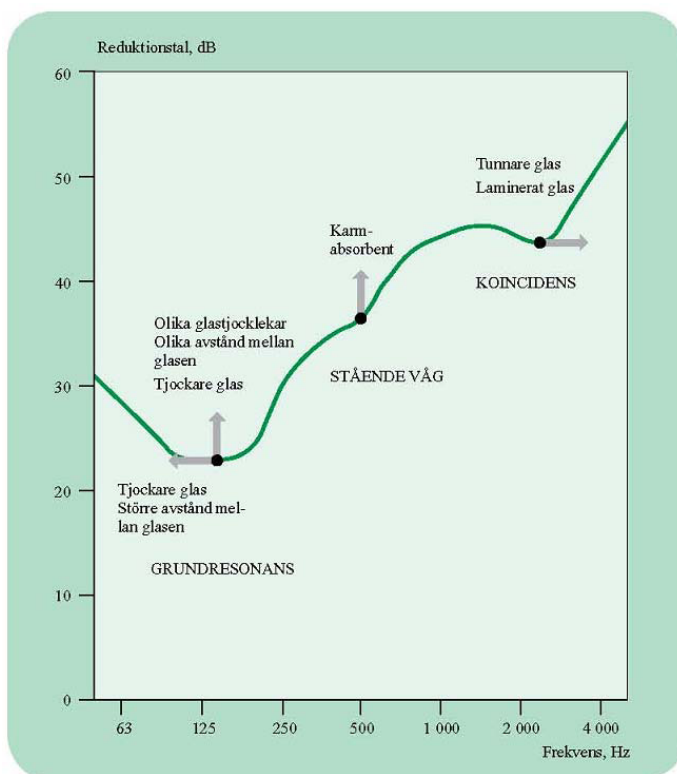
Ändringar i glas som ökar ljudreduktionen

När man ökar glasets tjocklek blir rutan tyngre och ljudvågorna kan inte sätta den i svängning lika lätt. Glasrutans reduktionstal ökar med 6 dB vid varje fördubbling av tjockleken. Det gäller från lågfrekvent ljud upp till den frekvens där koincidens (se figur 13) inträffar.

Vid koincidens överensstämmer det yttre ljudets svängningsmönster med glasets och ljudreduktionen försämras. Med lägre böjstyvhet och lägre massa inträffar koincidensen vid högre frekvenser vilket för ett fönster är önskvärt då ljudisoleringen därmed generellt blir bättre. När glaset är tjockare än 4 mm kan det därför vara idé att istället laminera ihop flera glasskivor (eftersom det ger lägre böjstyvhet). Två 4 mm glasskivor som lamineras ihop på så sätt ger alltså bättre ljudreduktion än en 8 mm homogen glasruta.

Det finns olika typer av laminering med olika filmtjocklek (t ex 0,36 eller 0,76 mm) vilket också påverkar den totala ljudreduktionen. För de lågfrekventa ljuden, upp till cirka 1 000 Hz, märks däremot ingen förbättring.

I ett fönster med flera glasrutor kan rutorna svänga i takt. Detta kallas grundresonans (se figur 13) och försämrar ljudreduktionen. Med asymmetri, d. v. s. med olika tjocklek på glaset, blir försämringen inte lika kraftig och fönstrets ljudreduktionstal höjs.



Figur 13. Åtgärder såsom glastjocklek, luftavstånd m.m. ger effekt i olika frekvensområden.

Ökad ljudreduktion genom förändringar av spalten mellan glaset

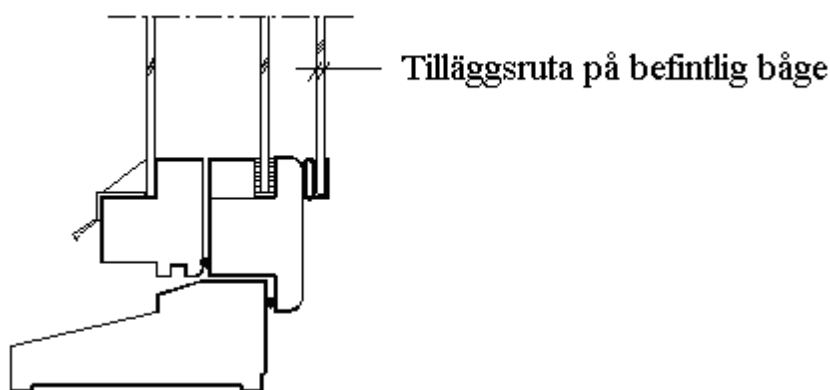
När glasens tjocklekar är givna är det avståndet mellan dem som avgör vid vilken frekvens grundresonansen uppstår. Ju större avstånd desto längre ned i frekvensområdet uppstår resonansen. Vid avstånd upp till 20 mm är förbättringen mycket marginell, men vid betydligt större avstånd får man en rejäl förbättring av ljudreduktionen. Detta kan man åstadkomma till exempel i fönster med kopplade bågar eller med tillsatsrutor.

Vid extremt höga krav på ljudreduktionen, omkring 50 dB, väljer man lämpligen en fönsterkonstruktion som har såväl mycket stort avstånd mellan glasrutorna som karmabsorbenter i mellanrummet. Glasen skall helst också monteras i separata bågar. I treglasfönster kan man skapa asymmetri genom att välja olika avstånd mellan glasrutorna och tjocklek på glasen. Detta ger mindre utpräglad grundresonans, och höjer reduktionalskurvan, vilket förbättrar det totala reduktionstalet.

För fönster med isolerglaspaket kan man förbättra ljudreduktionen ytterligare något genom att ha en gas i den förseglade isolerglasenheten istället för luft. Se avsnitt 3.4 om glasning och betydelsen av god täthet för att minimera risken för kondens.

Tilläggsruta

En tilläggsruta kan vara ett bra sätt att förbättra ljudreduktionen genom glasenheten för fönster i gott skick.



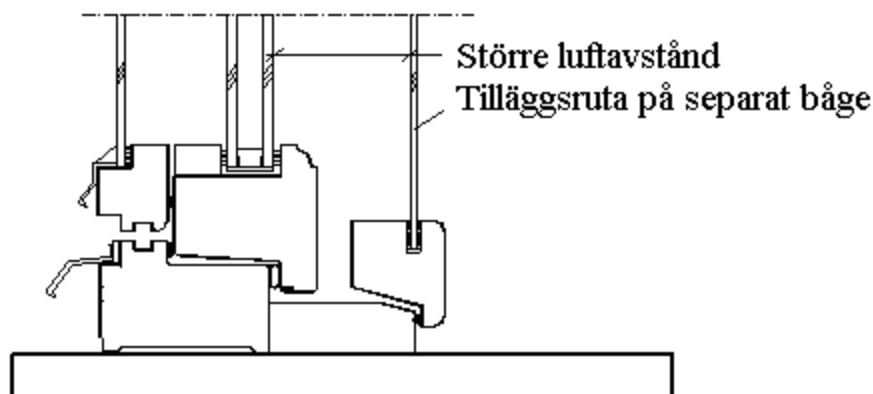
Figur 14. Tilläggsruta på befintlig båge.

Hur detta kan utföras varierar från fönster till fönster beroende på bland annat fönstrets konstruktion och fönsternisch. Tilläggsrutan har störst effekt när den nya glasrutan har större tjocklek jämfört med de befintliga.

Då tilläggsrutan monteras direkt på befintlig båge är det viktigt att man kontrollerar att övriga detaljer t.ex. gångjärn klarar den ökade lasten. För att denna lösning skall fungera praktiskt i vardagen måste man säkerställa att det efter montage av tilläggsrutan finns plats för att hantera fönsterhakar, vädringsbeslag, persiennsnören mm.

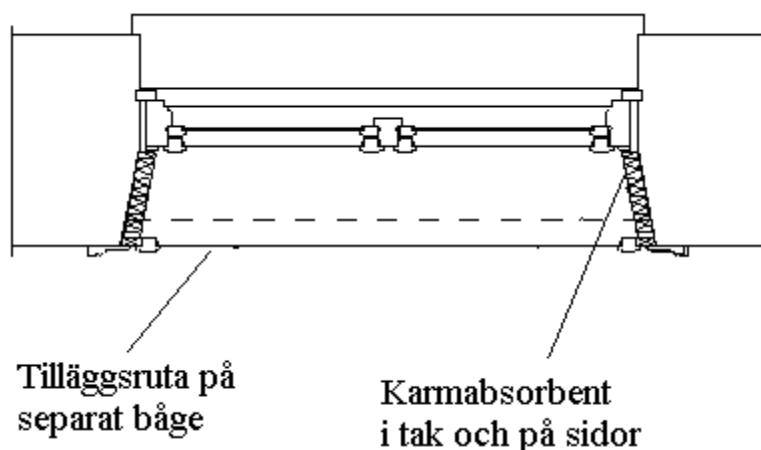
Denna åtgärd är tänkbar då man önskar omkring 5 dBA förbättring. Den slutliga förbättringen i varje enskilt fall är i stor utsträckning beroende på befintlig båge, på vald glastjocklek och på utgångsläget för det befintliga fönstret.

En tilläggsruta som monteras i en separat båge i dagöppningen så som visas i figur 15 medger ett större luftavstånd och har därmed möjlighet att ge högre reduktion jämfört med då tilläggsrutan monteras på befintlig båge.



Figur 15. Tilläggsruta på separat båge, monterad i dagöppningen.

Att hantera två separata bågar är opraktiskt då denna åtgärd gör att man får två fönsterbågar att hantera istället för en. Vid rengöring blir det ett merarbete genom att det är flera glassidor att putsa. Det kan trots det finnas platser där detta kan vara en bra lösning. I de fall då det krävs kraftigt förbättrad ljudisoleringen vid låga frekvenser, som t.ex. vid stor andel tunga fordon och tomgångskörning, kan det också vara den enda lösningen. För att få ut maximal ljudreduktion rekommenderas att lösningen kombineras med karmabsorbent mellan den befintliga och den nya karmen, som visas i figur nedan.



Figur 16. Tilläggsruta på separat båge samt karmabsorbent, monterad på innervägg.

En fördel med separat monterade invändiga tilläggsrutor är att den inte påverkar husets exteriör och inte heller ökar tyngden på befintligt fönsters gångjärn. Det långa luftavståndet gör också att ökningen av reduktionstalet kan bli mycket bra förutsatt att god täthet erhålles för den separata bågen.

En tilläggsruta på separat båge med karmabsorbent kan ge omkring 10 dBA förbättring beroende på befintligt fönsters utgångsläge, tilläggsrutans tjocklek och hur stort luftavstånd man kan åstadkomma.

Inglasning av balkong kan ses som en extra glasruta till fönster innanför inglasningen. Man kan ofta uppnå omkring 10 dBA förbättring för fönster till rum innanför inglasningen även om inglasningen inte är helt tät. Dock krävs det en översyn av tätningslister i dörr och fönster från rummet och till balkongen.

Ny glasruta i befintligt fönster

Ytterligare ett sätt att förbättra ljudreduktionen för ett befintligt kopplat fönster är att byta ut en glasruta eller ett isolerglaspaket till ett nytt med tjockare glas så att fönstrets glasrutor får olika tjocklekar. Ur praktisk synpunkt är det i de flesta fall bäst att byta till nytt och tjockare laminerat enkelglas där det tidigare satt ett tunnare enkelglas monterat. Vill man montera en ny isolerglasenhet är det på motsvarande sätt enklast i fönster där åtgärden innebär att man byter ett befintligt isolerglaspaket till en ny enhet uppbyggd av tjockare glasrutor.

Några fönsterrenoveringsföretag har ett system där de ”fräser in” ett isolerpaket i en befintlig båge för enkelglas. Denna åtgärd är vad det gäller förbättring att jämföras med tilläggsruta på befintlig båge, dvs man kan räkna med omkring 5 dBA förbättring. När det gäller glastjocklek skall man vara observant på att en tjock glasruta kan ge en annorlunda ljusskiftning jämfört med ett glas med normal tjocklek på 3-4 mm.

5.2 Nya ljudklassade fönster

En annan lösning är att byta hela det gamla fönstret dvs både karm och båge till ett nytt med dokumenterat bättre ljudisolerande egenskaper. Denna åtgärd är lämplig då det befintliga fönstrets skick är dåligt eller om man önskar mycket kraftfull ljudreduktion.

De flesta fönstertillverkare har idag ljudklassade fönster i sitt sortiment. Ljudisoleringen redovisas som reduktionstal, som anger hur mycket ljud som fönstret stänger ute uttryckt i dB inom ett standardiserat frekvensområde. Den av tillverkaren angivna ljudreduktionen avser oftast reduktionen uppmätt i laboratorium d.v.s. den gäller under ideala förutsättningar. I verkliga byggnader kan man oftast inte nå samma förhållande som vid montage i ett ljudlaboratorium. Av detta skäl är det ytterst tillrådligt att man räknar med en viss säkerhetsmarginal när man väljer ljudklassade fönster. En lämplig säkerhetsmarginal är i många sammanhang omkring 3 dB. För fönster med riktigt bra ljudreduktion rekommenderas ca 5 dB säkerhetsmarginal.

Ett ljudklassat fönster med en ljudreduktion på upp mot 43-44 dB är utseendemässigt i stort sett likvärdigt med ett vanligt fönster och levereras av flera tillverkare i standardsortimentet.

Önskar man nå högre ljudreduktion än ca 45 dB börjar det bli svårare att hitta standardfönster, särskilt om man samtidigt ställer höga energikrav. Det finns dock ett antal tillverkare som kan leverera fönster med ljudreduktion i intervallet 45-50 dB men detta är oftast någon form av specialfönster. För så hög ljudreduktion som omkring 50 dB gäller alltid ”specialfönster” och oftast någon form av tvåkarmsystem. Vid så höga reduktionstal är varje detalj i konstruktion och montage av största betydelse för att inte riskera fönstrets slutliga ljudreduktion.

6 Fönsterdörrar

Fönsterdörrar fungerar ur ljudsynpunkt på samma sätt som vanliga fönster. Detta gäller för fönsterdörrar som är helglasade. En skillnad är dock då fönsterdörrar endast har glas på halva ytan och en fyllning eller bröstning på den nedre halvan. Det lätta material som fyllningen ofta består av har som regel avsevärt sämre ljudisolering än det glasade partiet, vilket sätter en gräns för fönsterdörrens totala reduktion. För att öka ljudreduktionen måste därför både fyllningen och glaset ses över.

Parfönsterdörrar (som är helglasade eller har en tung fyllning i bröstningen) utan mittpost har generellt sett svårt att nå högre ljudisolering än 30-35 dB. Några få tillverkare kan leverera parfönsterdörrar med ljudisolering upp mot 40 dB (utan mittpost).

7 Yttervägg

Ytterväggens ljudisolering måste vara bättre, helst betydligt bättre, än fönstren för att fönsteråtgärder ska få tänkt effekt.

I fastigheter som uppfyller moderna krav på värmeisolering har ytterväggen oftast en sådan ljudisolering att det är idé att installera tillsatsruta eller byta till standardfönster med god ljudisolering (upp till ca $R_w = 43$ dB).

För att uppnå tänkt effekt med fönster som har mycket hög ljudisolering (kring eller över $R_w = 45$ dB) krävs det att ytterväggen antingen har tungt material i fasaden eller att det inre skiktet är tungt (t.ex. 2 lager gips).

I äldre hus med dålig värmeisolering (t.ex. sommarstugor med tunna väggar) är det knappast någon idé att utföra fönsteråtgärder om man inte kan tilläggsisolera fasaden och eventuellt förse den med ett tungt yttre eller inre skikt. Ljudisoleringen kan dock oftast förbättras något genom att man tätar fönstren och byter odämpade ventiler till ventiler med bättre ljudisolering.

Ytterväggar som är isolerade med cellplast måste man alltid vara extra uppmärksam på och kontrollera ytterväggens reduktionstal noga inför val av åtgärd.

8 Olika mätetal för ljudreduktion

Luftljudsisolering är en skiljekonstruktion, t.ex. ett fönsters, förmåga att reducera ljud som når denna via luften. Som mätetal används begreppet reduktionstal i dB. Ju högre reduktionstal desto bättre ljudisolering. Ljudreduktionen mäts i 16 frekvensband inom frekvensområdet 100 - 3150 Hz och bildar en kurva. För att erhålla ett enda värde på fönstrets reduktion har man infört sammanfattningsvärde. Dessa mätvärden vägs ihop till ett enda tal genom att en referenskurva jämförs med den mätta kurvan enligt bestämda regler.

Genom åren har det förekommit en rad olika sammanfattningsvärden för att betona reduktionen i ett visst intressant frekvensområde. De idag vanligaste sammanfattningsvärdena för reduktionstal för fönster är:

- R_w
- $R_w + C$
- $R_w + C_{tr}$ (tidigare benämnd RA_{tr}).

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.

$R_w + C_{tr}$ används när ljudet har mera lågfrekvent karaktär än de båda ovan nämnda. Det kan till exempel vara ljud från stadstrafik med inslag av tung trafik, propellerflyg, discomusik med kraftig bas eller från fabriker med mycket låg- och mellanfrekvent buller.

Gemensamt för R_w , $R_w + C$ och $R_w + C_{tr}$ är att reduktionstalet räknas på fönstrets verkliga area. Det är en skillnad mot friskluftsventilernas normaliserade nivåskillnad som istället beräknas för en given referensarea se avsnitt 6.

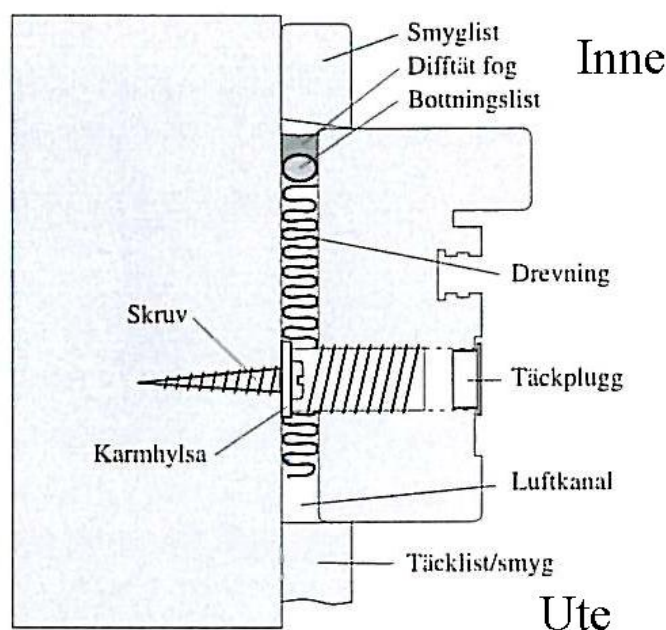
$R_w + C$ och $R_w + C_{tr}$ beräknas ibland för ett utökat frekvensområde inom 50 till 5000 Hz.

De ovan nämnda sammanfattningsvärdena används vid ljudklassning av nya fönster i laboriemiljö.

När det gäller befintliga fönster och åtgärder på dessa uttrycks och kontrolleras detta ofta genom att man mäter skillnaden i trafikbullernivå ute och inomhus med den ordinarie trafiken som ljudkälla. I dessa sammanhang gäller det att man är noga med vilken mikrofonposition man använder såväl ute som inomhus samt hur många fordon som ingår i mätserien. Det finns nationella mätmetoder för mätning av trafikbuller t ex publicerade av Naturvårdsverket, se avsnittet med referenser. Det är också vanligt att väghållare t ex gatukontoren utvecklar egna anpassade mätnormer för t ex skillnaden mellan trafikbullernivån ute och inomhus. Man erhåller då ett uppmätt värde som kan sägas representera:

9 Montering

För att fönster med god ljudisolering ska komma till sin rätt fordras att de är riktigt monterade. Då man köper ett ljudklassat fönster ska det alltid följa med en monteringsanvisning som påpekar väsentliga detaljer för att man skall uppnå fönstrets ljudklass. Byggkontrollanten har en viktig uppgift att se till så att fönstret är korrekt monterat bl. a. att det är tätt mellan fönsterkarm och husstomme! Det måste drevas ordentligt runtom så det blir tätt. En smyglist ger visuell tätning, men inte ljudtätning. Det är viktigt att tillse att återförsäljaren lämnar långtgående garantier på att utlovad ljudreduktion uppfylls då produkten är monterad.



Figur 17. Exempel på tätning av fog mellan karm och vägg.

I figuren ovan visas ett exempel på drevning av fogen mellan karm och vägg. Drevningen skall vara av mineralullsremor för att uppnå optimal ljudreduktion och får ej packas för hårt och definitivt inte så hårt så att karmen böjs.

Då man står inför ett byte till nya fönster eller åtgärder på befintliga fönster och man önskar nå en bestämd ljudreduktion eller förbättring av den faktiska dämpningen är det en bra idé att först genomföra ett provmontage i det rum som är mest bullerexponerat. Innan man byter fönster i en hel fastighet kontrollmäter man provmontaget och gör lämpligen en utvärdering av resultatet.

10 Referenser

0. Fönster och ljudreduktion - Uppbyggnad, konstruktion och påverkan på ljudreduktion, Malmö Stad 2009
 1. Boverkets handbok "Bullerskydd i bostäder", november 2008
 2. SS 25267:2004 Ljudklassning av utrymmen i byggnader - Bostäder
 3. Byggforskningsrådet R 125:1985 Ljudklassning av fönster
 4. Nordiskt Akustiskt möte; NAM 98 konferens i september 1998, Säker upphandling av fönsteråtgärder mot trafikbuller
 5. Stockholms miljöförvaltning, Ljudisolerande fönster – kostnader och förslag till utformning
 6. Svenska kommunförbundet Handbok i trafikbullerskydd – Skönheten och oljudet
 7. www.sp.se "fakta om fönster"
 8. Pilkington Glasfakta 2007
 9. Bygga med glas. Glasbranschföreningen
 10. Personlig kommunikation med Rickard Johansson på Gatukontoret
 11. Naturvårdsverkets mätmetod, Buller från vägtrafik mätmetod SNV Rapport 3298, 1987.
 12. Nordtest NT ACOU 039, Edition 2, Approved 2002-05, ROAD TRAFFIC: Measurement of noise immission– engineering method (www.nordicinnovation.net)
 13. Nordtest NT ACOU 056, Edition 2, Approved 2002-05, ROAD TRAFFIC: Measurement of noise immission– Survey method (www.nordicinnovation.net)
 14. Nordtest NT ACOU 042 Rooms: Noise level (www.nordicinnovation.net)
-