



|       |  |  |                       |               |
|-------|--|--|-----------------------|---------------|
| (31)  |  |  | VINDUERS LYDISOLERING | NBI (31). 301 |
| vindu |  |  |                       |               |

April 1967

CDU 699.844: 69.028.2

## 0 GENERELT

- 01 Hensikten med dette blad er å vise vinduers og glass-partiers betydning som vern mot støy utenfra. Det tar sikte på å vise prinsipper for tiltak som kan gjøres for å forbedre lydisolasjon av vinduer, og hvilke tiltak som har liten eller ingen virkning. Det viser samspillet mellom lydisolasjon og de øvrige funksjonskrav til vinduet og et vindus innflytelse på en ytterveggs totale lyd-reduksjonsevne.
- 02 Den tekniske utvikling fører med seg økende støy i forbindelse med trafikkmidler, industri, fornøysel-sliv og mange andre sorter menneskelige aktiviteter. Det kan derfor ofte være ønskelig å skjerme mot støy utenfra. Vinduets lydisolerende evne er da av av-gjørende betydning.
- 03 Ved målsettingen må en alltid avpasse kravene til vin-duene etter veggens egne lydtekniske egenskaper. Det har ingen hensikt å gjøre vinduet bedre enn veggflaten det står i, like lite som det nytter å ofre penger og omtanke på veggflaten dersom vinduene ikke tilfreds-stiller de samme krav. Se tabell 03.  
Reduksjonstallet R, angitt i dB, er et mål for den lyd-isolerende evne hos en konstruksjon og gir differansen i lydtrykknivå på begge sider av konstruksjonen.

Tabell 03.

| Beste veggdel: | Dårligste veggdel: | Tillegg til den dårligste veggdelens R:<br>(Tallene i parentes gjelder hvis for-skjellen mellom de to veggflatenes reduksjonstall bare er 10 dB). |
|----------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 95 %           | + 5 %              | + 13 dB (8 dB)                                                                                                                                    |
| 90 %           | + 10 %             | + 10 dB (7 dB)                                                                                                                                    |
| 80 %           | + 20 %             | + 7 dB (5 dB)                                                                                                                                     |
| 70 %           | + 30 %             | + 5 dB (4 dB)                                                                                                                                     |
| 50 %           | + 50 %             | + 3 dB                                                                                                                                            |
| 20 %           | + 80 %             | + 1 dB                                                                                                                                            |

Resultierende reduksjonstall R for yttervegg med vindu. Er f. eks. veggpartiet 10 m<sup>2</sup> og det i vegggen står et vindusparti på 2 m<sup>2</sup> med reduksjonstallet 27 dB, kan veggpartiets resultierende reduksjonstall ikke bli mer enn 27 + 7 = 34 dB, uansett om vegggen i seg selv er aldri så god.

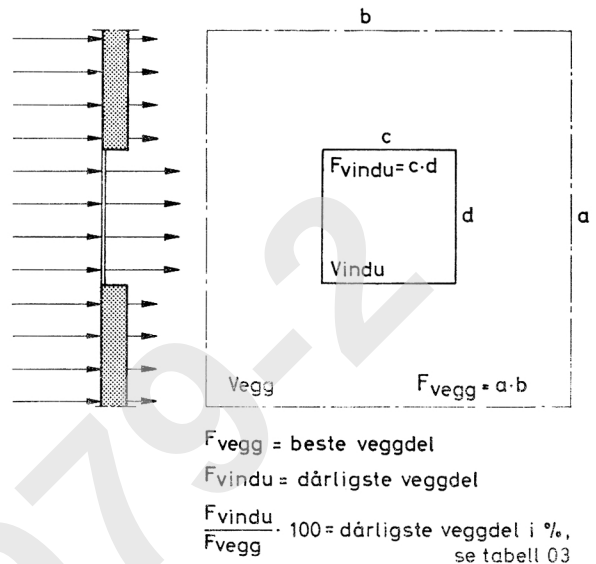


Fig. 03.

## 1 STØYKILDER OG STØYHENSYN

## 11 Støykilder utendørs

Det antas at det utenfor et hus, som ligger i nærheten av en sterkt trafikkert gate eller vei, om dagen er et støynivå på 60—80 dB. I nærheten av lydkilden kan vi vanligvis regne med følgende permanente lydtrykknivå i fri luft, se tabell 11.

Tabell 11:

|                                                 |              |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Jetfly, avstand 300 meter                       | 110 — 120 dB |
| Propellfly, avstand 300 meter                   | 95 — 105 dB  |
| Pressluftlinking, avstand 50 meter              | 90 — 100 dB  |
| Meget støyende industristrøk                    | 90 — 100 dB  |
| Meget sterk gatestøy                            | 90 — 100 dB  |
| Motorsykkel, avstand 10 meter                   | 85 — 95 dB   |
| Høye rop, avstand 10 meter                      | 80 — 90 dB   |
| Bil, avstand 10 meter                           | 70 — 80 dB   |
| Stille industristrøk                            | 70 — 80 dB   |
| Gate, sammenhengende hus begge sider, om dagen  | 60 — 70 dB   |
| Gate, sammenhengende hus begge sider, om natten | 30 — 35 dB   |
| Stille villastrøk, om dagen                     | 40 — 50 dB   |
| Stille villastrøk, om natten                    | 20 — 25 dB   |

- 12 For å oppnå en god lydisolerende vegg er det av av-gjørende betydning å redusere alle utettheter som f. eks. åpninger mellom vindusramme og karm, mel-lom karm og vegg, ventilasjonsåpninger etc.
- 121 Boligbygg med lette og lite lydisolerende ytterveggs-konstruksjoner bør kun plasseres i stille strøk. En bindingsverksvegg med utvendig og innvendig kled-ning og med 100 mm mineralull i hulrommet har mid-delreduksjonstallet  $R_m = \text{ca. } 34 \text{ dB}$ .
- 122 Har husene vanlige tyngre yttervegger, er det ute-lukkende vinduene og friskluftinntakene som bestem-mer lydisoleringen.

- 04 I forslaget til de nye byggeforskrifter er det ikke stillet krav til lydisolasjon av yttervegger som vender mot en støykilde. Det stilles bare krav til støynivået i beboelsesrom forårsaket av bygningens tekniske instal-lasjoner.

- 05 Det vises også til Byggedetaljblad: NBI(31).102, Vinduer. Synspunkter ved valg av vindustyper.

Tabell 122.

Resulterende reduksjonstall  $R_s$  for veggpartier med åpninger hvor luftbølgene kan passere fritt igjennom. En slik åpning svekker den lydisolerende evnen ganske betraktelig.

| Åpningsstørrelse i forhold til hele vegg | Reduksjonstallet for vegg uten åpning: |       |       |       | Åpningsstørrelsesorden, f.eks.: |
|------------------------------------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|
|                                          | 30 dB                                  | 40 dB | 50 dB | 60 dB |                                 |
|                                          | Resulterende reduksjonstall            |       |       |       |                                 |
| 0,001 %                                  | 30 dB                                  | 40 dB | 47 dB | 50 dB | nøkkelhull                      |
| 0,01 %                                   | 30 dB                                  | 37 dB | 40 dB | 40 dB |                                 |
| 0,1 %                                    | 27 dB                                  | 30 dB | 30 dB | 30 dB | luftventil                      |
| 1 %                                      | 20 dB                                  | 20 dB | 20 dB | 20 dB |                                 |
| 10 %                                     | 10 dB                                  | 10 dB | 10 dB | 10 dB | åpent vindu                     |
| 20 %                                     | 7 dB                                   | 7 dB  | 7 dB  | 7 dB  |                                 |
| 30 %                                     | 5 dB                                   | 5 dB  | 5 dB  | 5 dB  | åpne dører                      |

Åpningers negative virkning på den resulterende lydisolasjon kan imidlertid reguleres til en viss grad for f. eks. ved lydfeller og absorberende kledninger i ventilasjonskanaler. Forlengelse av kanalene i veggplanet vil muligens også forbedre resultatet noe.

- 123 Tabell 123 viser tillatelig forstyrrelse i forhold til bakgrunnsstøyen. For rom som ligger i strøk med lavt ytre støynivå, bør den tillatelige forstyrrelsen være tilsvarende lav. Verdiene ytterst til høyre i tabellen er aktuelle der hvor det ytre støynivået er høyt. Se tabell 123 og fig. 123.

Tabell 123.

| Bakgrunnsstøy: (jevn lyd i rommet når dette er i bruk) | Tillatelig forstyrrelse (lyd annetstedsfra) må være redusert til: |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 60—90 dB vanlige fabrikker                             | 47—70 dB                                                          |
| 60—75 dB kontor med skrivemaskin                       | 45—60 dB                                                          |
| 50—60 dB kontor med stille arbeid                      | 35—45 dB                                                          |
| 50—55 dB møterom, rettsal, lydfilmkino                 | 35—45 dB                                                          |
| 45—55 dB dagligstue, skolerom, auditorium              | 30—40 dB                                                          |
| 40—45 dB soverom, teater, konsertsal                   | 25—30 dB                                                          |
| 35—40 dB radiostudio, lydfilmstudio                    | 20—25 dB                                                          |

Lydtryknivå pr 1/1 oktav  
dB over 0,0002 mikrobar

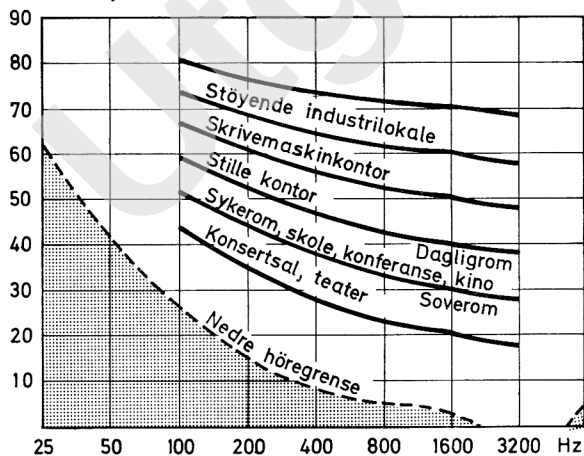


Fig. 123.

- 124 I strøk som har sterk støy f. eks. fra trafikk av en eller annen sort, er det ikke mulig å sove i rom med åpent vindu.

Kommer utendørs støy over en viss styrke, er det ikke mulig å løse støyproblemet innendørs ved vanlige bygningmessige foranstaltninger. Det er da uheldig blitt et spørsmål om strøkplanlegging.

## 2 VINDUSKONSTRUKSJONENS BETYDNING FOR LYDISOLASJONEN

- 21 De faktorer som innvirker på lydisoleringen av et vindu og som er av praktisk betydning er:

1. Lufttetthet i alle falser og mellom karm og vegg
2. Glasstykkelse
3. Avstand mellom glassene (ved dobbelt glass)
4. Absorbsjonsmateriale mellom glassene (ved dobbelt glass)

Et vindu skal også tilfredsstillende andre funksjoner. Det skal bl. a. være varmeisolerende, tilstrekkelig tett mot regn og trekk, det skal ikke dugge for mye, det skal kunne pusses og rengjøres (på en farefri måte), og det skal ha stivhet og styrke.

Det er vanskelig å tilfredsstillende alle disse funksjoner og samtidig oppnå en god lydisolasjon. Det gjelder da å finne det best mulige kompromiss. Det må derfor bli de som prosjekterer byggverket som må avveie de forskjellige krav etter de argumenter som veier tyngst i hvert enkelt tilfelle.

Av økonomiske grunner bør standardvinduer brukes når det stilles normale krav til luftlydisolasjonen. Stilles det meget store krav til et vindus lydisolasjon, bør det spesielt konstrueres for det. Prinsippene for vinduets utforming for optimal lydisolasjon vil fremgå av det følgende.

### 22 Tettelister

Lange smale åpninger som f. eks. sprekker mellom karm og ramme, gir ekstremt stor lydgjennomgang. Som alminnelig forutsetning for bedret lydisolasjon, gjelder kravet på god lufttetting. Dette vil i de fleste tilfelle være tatt vare på i sammenheng med vindtetthetsspørsmålet.

### 23 Ett glass

Vinduer oppfører seg lydteknisk sett som andre enkelt- eller dobbeltkonstruksjoner, se fig. 23a og b. Av figurene fremgår det at kurvene for de forskjellige skivetykkelser synker meget sterkt innenfor bestemte frekvensområder. Det sted kurven er lavest innenfor de forskjellige frekvensområder, er kalt grensefrekvens ( $f_{gr}$ ). I det frekvensområde man er interessert i å oppnå en god lydisolasjon, er området 100 Hz til 3150 Hz. Det er derfor av stor betydning at grensefrekvensen faller utenfor dette område.

Årsaken til at lydisolasjonen synker omkring en viss frekvens, er den såkalte koinsidenseffekt. Dette fenomen henger sammen med bl. a. glassets bøyingsstivhet, tykkelse og flatevekt.

Tabell 23.

Lydisolering ved ett glass

| Glass-tykkelse i mm | Middelreduksjonstall |                |                | Beregnet koinsidensgrensefrekvens i Hz |
|---------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------------------------|
|                     | 100-550 Hz dB        | 550-3150 Hz dB | 100-3150 Hz dB |                                        |
| 2                   | 20                   | 30             | 25             | 6000                                   |
| 3                   | 23                   | 29             | 26             | 4000                                   |
| 4                   | 25                   | 29             | 27             | 3000                                   |
| 6                   | 26                   | 30             | 28             | 2000                                   |
| 8                   | 28                   | 30             | 29             | 1500                                   |

Av hensyn til koinsidenseffekten er det ønskelig at grensefrekvensen ligger over 3150 Hz. Dette taler for



valg av glasstykkelser på 4 mm eller mindre. Imidlertid har glassets vekt pr. flateenhet også innflytelse på lydisolasjonen.

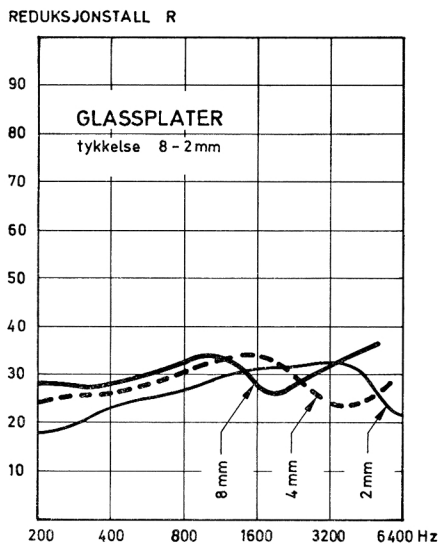


Fig. 23a.

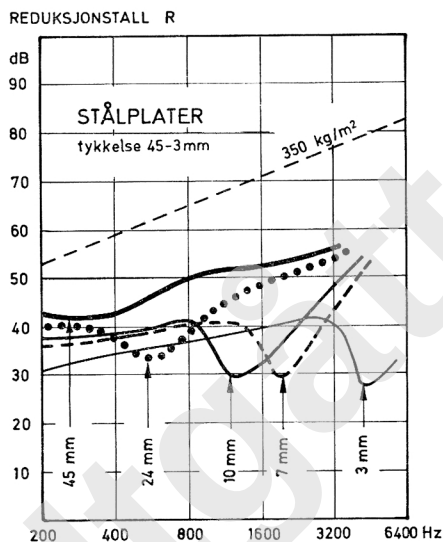


Fig. 23b.

#### Konklusjon:

Ved vanlige vinduer vil det neppe lønne seg å bruke større glasstykkelse enn 3 mm — 4 mm ved bruk av enkle glass.

Ved spesial-vinduer og -glass kan forholdet bli noe annet.

#### 24 To glass

Det er i dag vanlig å bruke dobbelt glass av hensyn til varmeisolasjonen. Denne blir best med en avstand på ca. 25 mm mellom glassene, avhengig av middeltemperatur og temperaturfall.

Fra et lydisoleringsynspunkt er det nødvendig med adskillig større avstand mellom glassene. Dobbelte vinduer ansees, under visse forutsetninger, å være en lydteknisk forbedring i forhold til vinduer med et enkelt lag glass.

For at dobbelte (to lag) glass skal gi vesentlig bedre lyd-isolering enn enkelt glass av samme vekt, fordrer tynne glass stort mellomrom, men tykke glass noe mindre avstand mellom glassene. På grunn av at tykke glass har stor stivhet, vil det bli en reduksjon av isoleringen på grunn av koincidenseffekten. Normalt er tynne glass med

stor avstand å foretrekke. Se fig. 24. For å oppnå samme isolering (gjennomsnitt 35 dB) må to stk. 2 mm tykke glass ha en avstand på ca. 200 mm, to stk. 3 mm tykke glass en avstand på ca. 110 mm og to stk. 4 mm tykke glass en avstand på ca. 90 mm. Ved glassavstander under 50 mm nås ingen vesentlig isoleringsøkning. Se tabell 24.

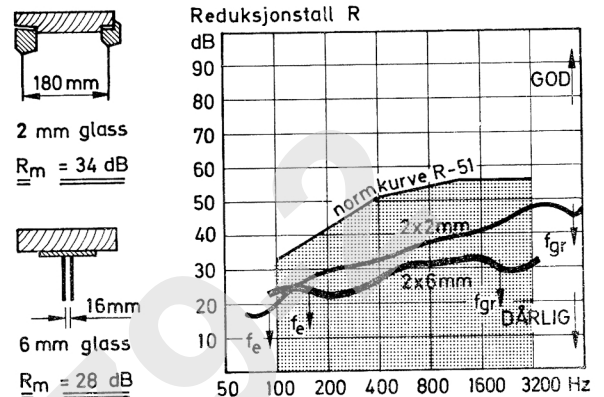


Fig. 24.

Tabell 24.

| Glasstykkelse<br>i<br>mm | Middelreduksjonstall $R_m$ i dB          |    |    |    |     |     |     |     |
|--------------------------|------------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                          | Avstand mellom de ytterste glassene i mm |    |    |    |     |     |     |     |
|                          | 16                                       | 32 | 50 | 90 | 100 | 130 | 150 | 180 |
| 2 + 2                    | 26                                       | 27 | 28 | 31 | 32  | 33  | 34  | 34  |
| 2 + 2 + 2                | —                                        | 28 | 29 | 31 | 32  | 33  | 34  | 35  |
| 3 + 3                    | 29                                       | 30 | 31 | 34 | 34  | 35  | 36  | 36  |
| 3 + 3 + 3                | —                                        | 31 | 32 | 34 | 35  | 36  | 37  | 37  |
| 4 + 4                    | 28                                       | 30 | 32 | 35 | 35  | 36  | 36  | 36  |
| 4 + 4 + 4                | —                                        | 31 | 32 | 35 | 36  | 36  | 37  | 37  |
| 6 + 6                    | 28                                       | 32 | 33 | 33 | 34  | 34  | 35  | 35  |
| 8 + 8                    | 28                                       | 32 | 33 | 36 | 36  | 37  | 37  | 37  |

De faktorer som stort sett bestemmer et tett dobbelt-vindus lydisolering er:

Avstanden mellom glassene

Glassenes tykkelse

Det har ingen særlig virkning å øke avstanden utover 100 mm for tynne glass og 200 mm for tykke glass.

#### 25 Tre glass

Vanlige vinduer med tre glass, i forhold til vinduer med to glass med samme totale tykkelse, gir praktisk talt ingen lydisolasjonsmessig fordel.

Det er da bedre å øke avstanden mellom glassene, eller å bruke tykkere glass enn å innføre et tredje glass.

Forholdet kan bli noe annet ved spesielløsninger med f. eks. separat isolerte rammer og stor vindusdybde.

#### 26 Skråstilling av glassene

Skråstilling av ett eller flere av glassene anses ikke å ha noen større praktisk betydning for lydisolasjonen. Det kan muligens oppnås 1 dB — 2 dB bedre isolasjon.

#### 27 Forskjellige glasstykkelser i dobbeltvindu

Ulike glasstykkelser gjør at koincidenseffekten virker innenfor ulike frekvensområder. Som tidligere omtalt vil dette ikke bety noe for glasstykkelser under 4 mm. Imidlertid viser det seg at f. eks. vinduer med 2 mm + 4 mm respektive 2 mm + 6 mm glass ikke har noen fordeler fremfor vinduer med like glasstykkelser. Ved spesielle kombinasjoner kan det være mulig å forbedre isolasjonen med 1 dB — 2 dB.

## 28 Bruk av lydabsorberende materiale

Innlegg av absorberende materiale langs kanten mellom glassene (ramstykkene) vil gi en viss virkning, ved demping av tverrsvingningene, normalt en økning på 1 dB — 3 dB. Sammen med dette, men bare da, vil også skråstilling av midtre glass i tre-glassvinduer ha noen effekt.

Innlegging av rutene i gummilister gir derimot ikke merkbar bedring for glassavstander opp til 200 mm. Vibrasjonsisolering av karmene gir heller ingen bedring for vindustykkelser opp til 200 mm.

## 3 PRAKTISKE EKSEMPLER

- 31 Vanlige gode vinduer i dag gir en lydisolasjon på 25 dB — 30 dB. En lydisolasjonsfordedring på ca. 8 à 10 dB i dette område innebærer omtrentlig en halvering av lydstyrken slik øret oppfatter den. Dette er selvfølgelig noe avhengig av frekvenssammensetningen, men det gir et visst begrep om den forbedring som kan oppnås ved riktig konstruert vindu med tanke på lydisoleringen.
- 32 Følgende figurer viser eksempel på tiltak som kan forbedre lydisolasjonen for vanlige vinduer.

## 4 LITTERATUR

- 41 Brandt, Ove. Akustisk planering. Stockholm, Statens nämnd för byggnadsforskning, 1958. 266 s., ill. Håndbok nr. 1.
- 42 Jørgen, G. Ø. og Løchstør, Wilh. Lydisolering og litt om akustikk, Oslo. 1960. 222 s., ill. NBI Håndbok nr. 9.
- 43 Wigen, Robert. Vinduer, tekniske og økonomiske synspunkter, Oslo. 1963. 109 s., ill. NBI Håndbok nr. 15.

Fig. 32 a og 32 b viser to vanlige vindustyper. Det ene med 2 glass og det andre med 3 glass. Avstanden mellom det ytterste og det innerste glasset er relativt stor. Med tette lister og eventuelt absorberende materiale mellom ramstykkene, vil disse vinduer gi en relativt god lydisolasjon. Dersom det stilles store krav til lydisolasjonen, må vinduet spesielt konstrueres for det.

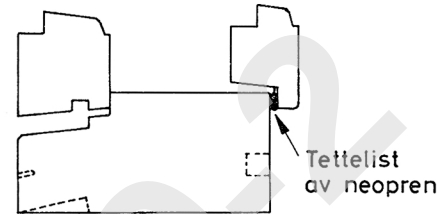


Fig. 32a.

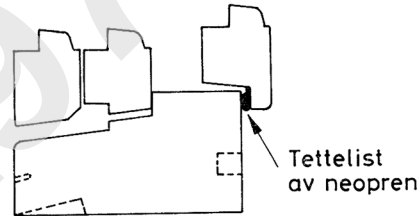


Fig. 32b.