



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Eksperimentel undersøgelse af lydisolations for 2-lags termoruder**

Rasmussen, Birgit

*Published in:*  
Proceedings of Nordic Acoustical Meeting 1984

*Creative Commons License*  
Unspecified

*Publication date:*  
1984

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Rasmussen, B. (1984). Eksperimentel undersøgelse af lydisolations for 2-lags termoruder. In *Proceedings of Nordic Acoustical Meeting 1984*

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**EKSPERIMENTEL UNDERSØGELSE AF LYDISOLATION FOR 2-LAGS TERMORUDER**

Birgit Rasmussen

Lydteknisk Institut, c/o DTH, bygning 352, 2800 Lyngby, Danmark

**INTRODUKTION**

Der er udført en eksperimentel undersøgelse af lydisolationen for 2-lags termoruder. Reduktionstallets afhængighed af glas-tykkelser, laminering, hulrumsdybde (glasafstand) og hulrumsfyldning er undersøgt. Formålet med undersøgelsen er at give vinduesproducenterne bedre muligheder for at vælge en rude med en lydisolation, der er optimeret i forhold til rudens vægt, tykkelse og pris.

En høj lydisolation for vinduer kan opnås ved at anvende vindueskonstruktioner med forsatsvinduer. Sådanne vinduer er imidlertid vanskeligere at betjene og noget dyrere end almindelige vinduer med "enkeltrammer". Som lydisolerende vinduer anvendes derfor hovedsageligt vinduesproducenternes "standardprodukter", dog med specielle, lydisolerende termoruder. Valget af rudetype er ikke frit, da anvendelse af standardvinduer giver visse begrænsninger i rudetykkelse og -vægt.

Eksisterende eksperimentelle undersøgelser af vinduers lydisolation omfatter hovedsageligt undersøgelser af store glasafstande (30-300 mm), karmabsorbenter, utætheder mv. Da de teoretiske modeller for dobbeltkonstruktioners reduktionstal heller ikke har været tilstrækkeligt brugbare for termoruder, har der manglet detaljerede, systematiske undersøgelser af termoruder.

**EKSPERIMENTEL UNDERSØGELSE**

Ved den eksperimentelle undersøgelse er der benyttet glastykkelser på 4, 6 og 8 mm og glasafstande på 4-24 mm. Som hulrumsfyldning er fortrinsvis benyttet ren SF<sub>6</sub> eller atmosfærisk luft. Undersøgelsen er nøjere beskrevet i [1].

Størstedelen af målingerne er gennemført med ruder monteret i en fast karm. Enkelte rudetyper blev tillige målt i et oplukkeligt vindue (med og uden supplerende tætning). Der er anvendt vinduer i formatet 12M × 12M, som er en almindelig vinduesstørrelse, og som i NT ACOU 013-1979 (prøvningsmetode) og DS 1084 (klassifikation af vinduer) anbefales til prøvning af vinduer.

I tabel 1 er gengivet en stor del af forsøgsplanen samt de tilhørende I<sub>a,lab</sub>- og R<sub>w</sub>-værdier for ruder i fast karm. I Danmark

## EKSPERIMENTEL UNDERSØGELSE AF LYDISOLATION FOR 2-LAGS TERMORUDER

anvendes  $R_w$ -værdien (ISO 717/3-1982) som grundlag for klassifikation (DS 1084-1982). I tabellen er termorudens opbygning angivet ved: glastykkelse - glasafstand - glastykkelse, alle mål i mm. Det skal bemærkes, at hulrumdybderne 4, 20 og 24 mm ikke er almindelige.

2-lags termorude	Hulrumsfyldning	Vægt [kg/m <sup>2</sup> ]	Tykkelser [mm]	$I_{a,lab}$ [dB]	$R_w / \Delta_{max}$ [dB]	$R_w$ (1 dec.) [dB]	Bemærkninger
4-12-4	Luft SF <sub>6</sub>	20	20	29 28	31 / 9,1 32 / 11,7	31,5 32,9	1) 2) 2)
6-12-4	Luft SF <sub>6</sub>	25	22	35 33	35 / 5,4 35 / 9,5	35,4 35,7	2) 2)
6-12-6	Luft SF <sub>6</sub>	30	24	32 32	32 / 6,0 33 / 9,0	32,8 33,1	
8-4-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	16	35 28	35 / 7,8 34 / 13,8	35,3 34,7	
8-6-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	18	35 29	35 / 6,4 34 / 12,1	35,6 34,5	1) 2) 2)
8-9-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	21	34 32	35 / 8,8 35 / 10,3	35,5 35,2	
8-12-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	24	35 33	35 / 6,1 36 / 10,5	35,9 36,0	1) 2) 2)
8-16-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	28	36 37	36 / 6,0 37 / 7,8	36,6 37,6	
8-20-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	32	37 38	37 / 5,7 38 / 4,6	37,5 38,6	1) 2) 2)
8-24-4	Luft SF <sub>6</sub>	30	36	38 40	38 / 6,1 40 / 5,2	38,5 40,4	
4/2/4-12-4	Luft SF <sub>6</sub>	32	26	36 34	38 / 9,1 39 / 12,5	38,1 39,2	

1) Ruden er også målt med Argon som hulrumsfyldning.

2) Samme rudetype er også målt i oplukkeligt vindue.

Tabel 1 Oversigt over målt  $I_{a,lab}$  og  $R_w$  for 2-lags termoruder i fast karm

### BETYDNING AF GLASTYKKELSER, HULRUMSDYBDE OG HULRUMSFYLDNING

Hovedresultaterne af undersøgelsen er følgende (gas benyttes som betegnelse for SF<sub>6</sub>):

- Termoruder med forskellige glastykkelser har en højere lydisolationsværdi end symmetriske ruder med samme eller endog noget større vægt.
- Ændringer i hulrumdybden har en afgørende indflydelse på lydisolationsværdien for gasfyldte ruder, men ikke på luftfyldte ruders lydisolationsværdi.
- Gasfyldning i små hulrum (6-9 mm) medfører en forringelse af lydisolationsværdien.
- Ved hulrumdybder over 12 mm medfører gasfyldning en forbedring af lydisolationsværdien.

Ved indbygning af en termorude i et oplukkeligt vindue fås en større bredde af karm + ramme end ved indbygning i en fast karm. Dette har betydning for egensvingninger (parallelt med glassene) i rudens hulrum. Ved den eksperimentelle undersøgelse

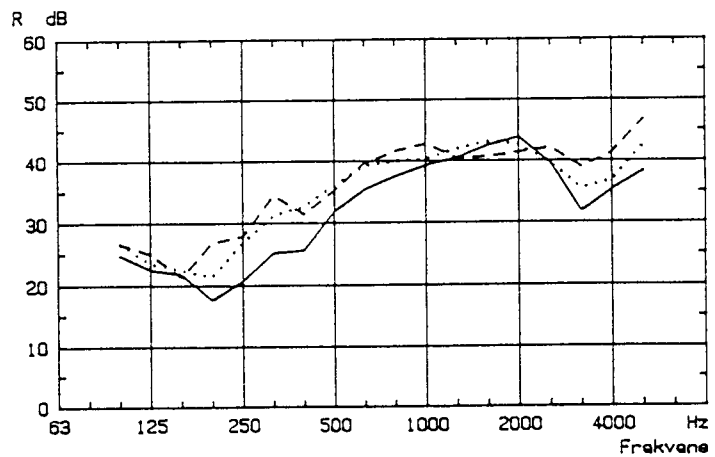
# EKSPERIMENTEL UNDERSØGELSE AF LYDISOLATION FOR 2-LAGS TERMORUDER

opnåedes generelt den laveste lydisolations ved indbygning i en fast karm, men betydningen af indbygningsbetingelserne var afhængig af rudetyper. Vinduesåbningen målte 1210 × 1210 mm, og glasmålene var 1124 × 1124 mm og 1028 × 1015 mm for henholdsvis den faste karm og det oplukkelige vindue. Der kan ikke påregnes helt samme måleresultater for vinduer med andre rudestørrelser.

På figur 1-4 er vist nogle reduktionstalskurver fra målingerne på et oplukkeligt, tæt vindue. Betydningen af glastykkelser er illustreret på figur 1 og 2 for henholdsvis luft- og gasfyldte ruder, og betydningen af hulrumdybder på figur 3 og 4.

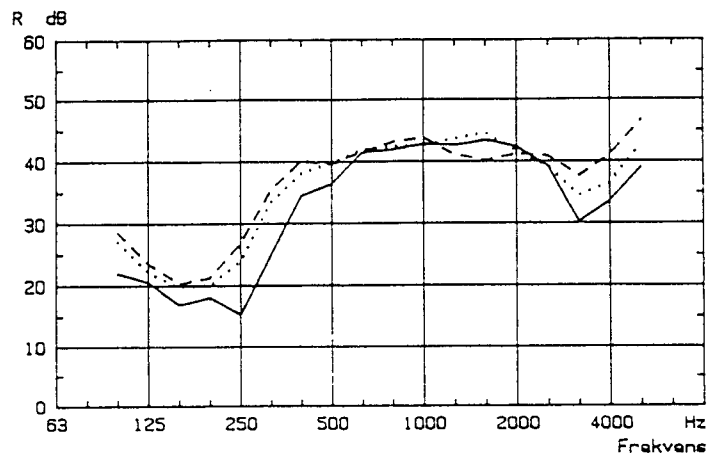
Figur 1 + 2 Reduktionstal pr. 1/3 oktav for 2-lags termoruder i oplukkeligt, tæt vindue. Termoruder opbygget af ét lag 4 mm glas og ét lag glas i hhv. 4, 6 og 8 mm's tykkelse.

Figur 1  
Termoruder med atm. luft i hulrum.  
Forskellige kombinationer af glastykkelser.



—————	○ 4-12-4 Luft	$R_w = 33 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 6,4 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 33,8 \text{ dB}$
.....	○ 6-12-4 Luft	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 6,6 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,0 \text{ dB}$
-----	○ 8-12-4 Luft	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 5,6 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,8 \text{ dB}$

Figur 2  
Termoruder med SF<sub>6</sub> i hulrum.  
Forskellige kombinationer af glastykkelser.

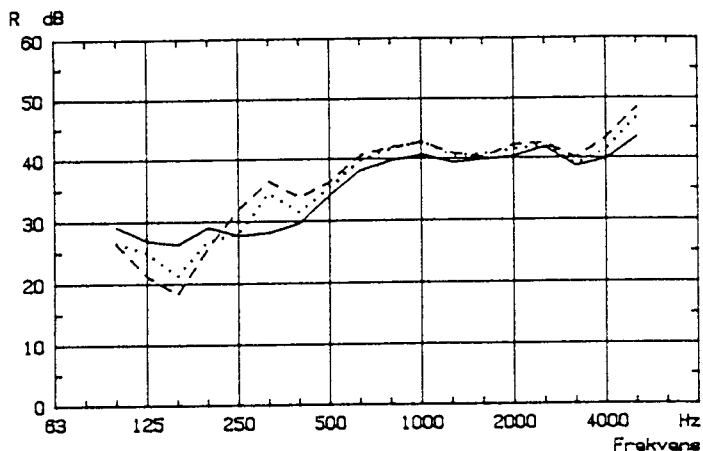


—————	○ 4-12-4 SF <sub>6</sub>	$R_w = 33 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 10,7 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 33,5 \text{ dB}$
.....	○ 6-12-4 SF <sub>6</sub>	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 7,9 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,1 \text{ dB}$
-----	○ 8-12-4 SF <sub>6</sub>	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 6,7 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,9 \text{ dB}$

# EKSPERIMENTEL UNDERSØGELSE AF LYDISOLATION FOR 2-LAGS TERMORUDER

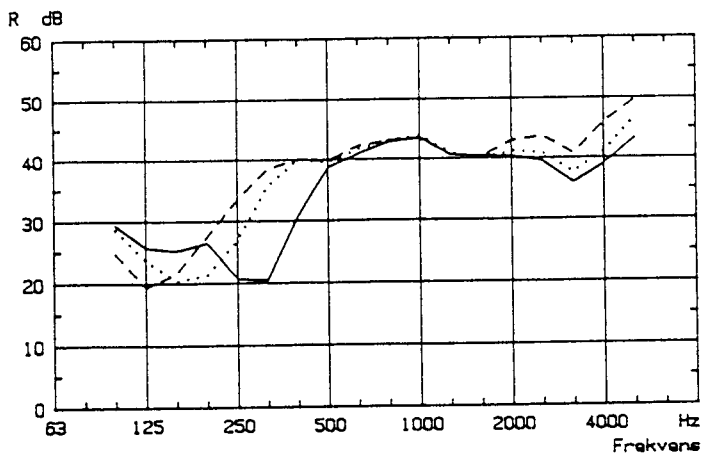
Figur 3 + 4 Reduktionstal pr. 1/3 oktav for 2-lags termoruder af 8 og 4 mm glas i oplukkeligt, tæt vindue. Glasafstand hhv. 6, 12 og 20 mm.

Figur 3  
Termoruder med atm. luft i hulrum.  
Varierende glasafstand.



—————	O 8-6-4 Luft	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 7,3 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,0 \text{ dB}$
.....	O 8-12-4 Luft	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 5,6 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,8 \text{ dB}$
-----	O 8-20-4 Luft	$R_w = 39 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 7,8 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 39,2 \text{ dB}$

Figur 4  
Termoruder med SF<sub>6</sub> i hulrum.  
Varierende glasafstand.



—————	O 8-6-4 SF <sub>6</sub>	$R_w = 36 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 11,5 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 36,5 \text{ dB}$
.....	O 8-12-4 SF <sub>6</sub>	$R_w = 38 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 6,7 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 38,9 \text{ dB}$
-----	O 8-20-4 SF <sub>6</sub>	$R_w = 40 \text{ dB}$	$\Delta_{\text{max}} = 5,4 \text{ dB}$	$R_w(\text{dec}) = 40,8 \text{ dB}$

## OPTIMERING AF LYDISOLATION

Resultaterne af undersøgelsen viser tydeligt, at der for en given rudetykkelse eller -vægt fås en lydisolation, der i høj grad afhænger af rudens opbygning. En optimering af lydisolationen kan i nogle tilfælde give en forbedring på 3-5 dB for vinduets  $R_w$ -værdi. Hvis der anvendes andre vurderingsværdier end  $R_w$  som mål for vinduets lydisolerende evne (f.eks.  $I_a$ -værdi), kan forskellen mellem forskellige rudetyper blive væsentligt større. Dette gælder eksempelvis termoruder med små hulrum (6-9 mm), hvor der for gasfyldte ruder fås specielt dybe resonansdyk, mens de luftfyldte ruder har et relativt fladt kurveforløb.

[1] Birgit Rasmussen: "Optimering af lydisolation for 2-lags termoruder". Lydteknisk Institut. Rapport nr. 113, 1984.