

# Glass for vinduer i dag



Norges  
byggforsknings-  
institutt 1982  
særtrykk 269

av Siviling. Tore Gjelsvik, Norges byggforskningsinstitutt

Artikkelen er utarbeidet med støtte fra Innredningsindustriens Forskningsgruppe

I mange år var glass i norske vinduer ensbetydende med vanlig klart glass. Riktignok fantes det visse typer av farget glass på markedet, men disse fikk aldri noen større anvendelse. Det som har skilt oss fra kontinentet er at vi gjennomgående har isolert bedre. Rundt 1970 var to-glass vinduer det normale hos oss, vesentlig i form av vinduer med forseglede dobbeltruter med to lag klart glass, mens vinduer med ett enkelt glass fremdeles var dominerende i Sentraleuropa. Deres tilbakevendende argument i alle diskusjoner om varmeisolasjon i vinduer var at det var billigere å fyre litt mere når det var nødvendig, enn å investere i bedre varmeisolasjon.

Senere har det vært en betydelig utvikling på området glass for vinduer. Dette henger sammen med den såkalte «oljekrisen» i 1973. Olje og annen form for energi er blitt dyrere enn tidligere, og energiøkonomisering er blitt et begrep i alle land. Dermed er det blitt interesse for økt varmeisolering, ikke minst i vinduer.

I den utviklingen som har funnet sted på glassområdet, er det utlandet som har ledet. Det er i utlandet de nye glassproduktene er blitt utviklet, og de nye produktene har først senere spredt seg til Norge. Skandinavia leder imidlertid fortsatt når det gjelder varmeisolasjonsforskrifter. De nye norske byggeforskriftene trer i kraft for fullt fra 1. januar 1983, og fra dette tidspunktet må man regne med at forseglede trippelruter eller andre produkter med tilsvarende varmeisolasjon vil være dominerende.

Det som skal behandles her er i stor utstrekning disse «tilsvarende» produkter. Det skal bare føyes til at det nye produktspekter ikke bare omfatter glassprodukter med økt varmeisolasjon, men også ruter med forbedret lydisolasjon. Forbedringene er oppnådd på to forskjellige måter. Den ene er å fylle gass i de forseglede rutene istedenfor luft. Ved slik gassfylling kan man nemlig oppnå forbedringer varmeteknisk og/eller lydteknisk. Den andre måten er å belegge ett eller flere glass med et semitransparent sjikt, gjerne kalt et reflekterende belegg. I virkeligheten er slike belegg både reflekterende og absorberende. De innvirker på lysgjen-

nomgangen og kan forbedre varmeisolasjonen, men har ingen innflytelse på lydisolasjonen.

Den informasjonen som har vært gitt om de nye varmeisolerende produkter har ikke alltid vært klar nok. Det har vært snakket ganske mye om gassfyllinger, til dels slik at dette har vært overbetonet, mens det ofte har vært sagt svært lite om det reflekterende belegget. Resultatet er at en del folk har fått seg en overraskelse. De belagte glassene har nemlig en sterkere refleks enn vanlig klart glass, og denne refleksjonen er også mer eller mindre farget. Resultatet er at glasset kan se ut som et farget speil. Nå behøver ikke dette nødvendigvis være noe negativt, men det er ihvertfall et arkitektonisk moment som man bør være oppmerksom på og ta nødvendig hensyn til.

## Forseglingsystemer

Det er ikke hensiktsmessig å gå nærmere inn på de nye rutetyperne uten først å se litt på dagens forseglingsystemer. Fra gammelt av er rutekonstruksjonene blitt delt inn i tre hovedgrupper ut fra utførelsen av kantforseglingen (1), (2), (3), se fig. 1.

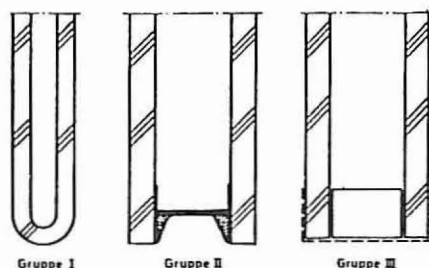


Fig. 1 De tre hovedprinsipper for utførelse av forseglede ruter.

Gruppe I omfatter ruter med sammensmeltede glasskanter. Denne kantforbindelse er stiv, og slike ruter har i praksis bare vært laget som dobbeltruter med ca. 7 mm glassavstand. De er nå ute av det norske markedet.

Gruppe II er karakterisert ved at rutens glasskanter er metallisert og at et metallsteg er loddet til de metalliserte kantene. Denne rutetypen dominerte i sin tid markedet. Den er imidlertid relativt kostbar i produksjon og er derfor i øyeblikket praktisk talt ute av bildet.

Det som de senere år har dominert markedet, er ruter i Gruppe III. Disse er karakterisert ved at det mellom rutenes glasskanter er limt en avstandslist. På 50- og 60-tallet var det mange forskjellige typer av limte rutekonstruksjoner i bruk. Senere har dette utviklet seg videre slik at det idag er to rutekonstruksjoner som dominerer, se fig. 2. Den ene er ruter med enkel forsegling av polysulfid – eller polyuretanbasert tetningsmasse. Disse lages med avstandslistene som kappes i 90° vinkel, fylles med tørrestoff, settes sammen til rammer med innstukne hjørnevinkler av metall og forsegles i én operasjon. Den andre konstruksjonen er såkalt dobbel forsegling hvor man har en indre tetning av butylbasert masse og en ytre av polysulfid-, polyuretan- eller silikonbasert masse. Ved dobbel forsegling blir også hjørnene dobbelt forseglet, enten ved at listene blir gjæret i hjørnene

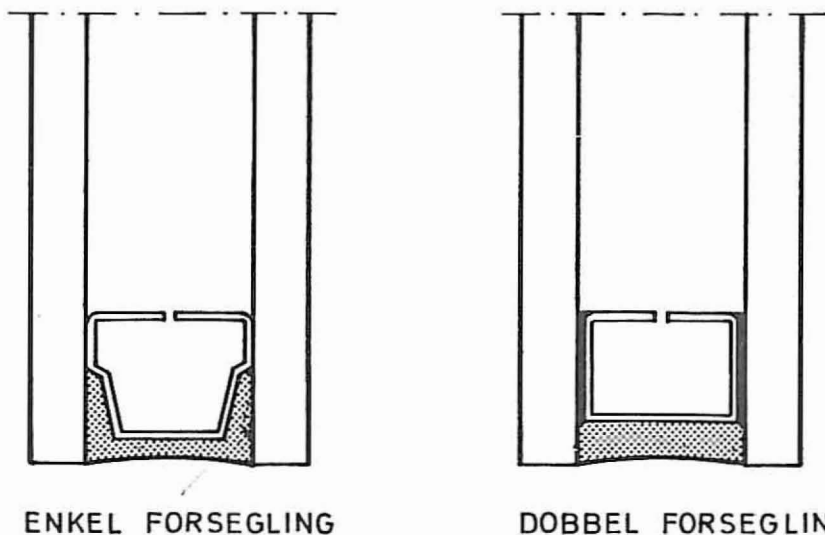


Fig. 2 Snitt gjennom kantforseglingen hos forseglede dobbeltruter med enkel og dobbel forsegling.

og loddet eller sveiset, eller ved at det brukes innstukne hjørnevinkler og innsprøyting av butylbasert masse i hjørnene. Om man ikke dobbeltforsegler hjørnene, vil resultatet bli ruter med blandet enkel og dobbel forsegling, enkel i hjørnene og dobbel langs kantene.

Ruter med enkel forsegling var dominerende den første delen av 1970-tallet og dobbel forsegling er først kommet kraftigere inn i bildet på slutten av 70-tallet. Dette henger sammen med anskaffelser av nye halvautomatiske produksjonslinjer. De som har anskaffet slike linjer, har fått større produksjonskapasitet ved mindre bemanning, men linjene er naturligvis først og fremst fordelaktige for store produksjonsserier. Ved slike linjer er dobbel forsegling en forutsetning for at rutene skal kunne håndteres automatisk, og følgelig også et produksjonsteknisk hjelpemiddel.

Et av de spørsmål som har vært reist er om ruter med dobbel forsegling er bedre enn ruter med enkel forsegling. Teoretisk sett skulle de dobbeltforseglede være vesentlig bedre enn de enkeltforseglede med hensyn til fetthet mot vanddampgjennomgang. I praksis har dette vært vanskelig å bevise. Løpende langtidstester synes imidlertid nå å indikere at riktig utførte dobbeltforseglede ruter virkelig er bedre enn riktig utførte enkeltforseglede, men på langt nær så mye som de teoretiske beregningene indikerer. Både enkeltforseglede og dobbeltforseglede ruter skulle imidlertid holde lenge nok om rutene bare er riktig utført og riktig

innsatt i vinduer med de rette konstruksjonsdetaljer. Ved produksjon av forseglede ruter er det en mengde detaljer som skal utføres riktig om resultatet skal bli godt, uansett om forseglingen er enkel eller dobbel, og dobbeltforsegling må ikke på noen som helst måte brukes som en grunn til å slippe av på den interne kvalitetskontrollen.

Til omtalen av forseglingssystemene må det også knyttes en bemerkning til spørsmålet om «hot melts» er brukbare til tetting av forseglede ruter. En «hot melt» er en tetningsmasse som varmes opp til den blir myk nok, og som påføres i oppvarmet tilstand, vanligvis rundt 180°C, og som stivner ved avkjøling til normale temperaturer. Slike materialer kan i prinsipp brukes både til enkel forsegling og som ytre tetning i dobbel forsegling. Problemet har vært å lage materialer som ikke blir for hårde og stive ved lave temperaturer og samtidig for myke ved høyere temperaturer. Det ser nå ut som det begynner å komme fram materialer med bedre balanse mellom plastiske og elastiske egenskaper enn tidligere. Det er derfor mulig at vi i nær fremtid også vil få se forseglede ruter tett med «hot melt» materialer på det norske markedet.

### Muligheter etter 1. januar 1983

Kravene til økt varmeisolasjon i de nye norske byggeforskriftene trer i kraft for fullt fra 1. januar 1983. Fra denne dato vil kravet til k-verdi så-

kalt natt-k-verdi, være 2.1 W/m<sup>2</sup> °C. Dette gjelder for hele vinduet, medregnet både glass, ramme og karm. For trevinduer ligger glassarealet for det meste rundt 70 % av vindusarealet. Kravet til k-verdi vil da kunne oppfylles av følgende tre konstruksjoner:

- 1) vinduer med forseglede trippelruter
- 2) vinduer av type «2 + 1», dvs. koblede rammer med en forseglet dobbeltrute i den ene rammen og et enkelt glass i den andre
- 3) vinduer med høyisolerende forseglede dobbeltruter, dvs. ruter hvor det ene glasset er forsynt med et belegg med høy refleksjon i det fjerne infrarøde, eventuelt kombinert med en gassfylling.

Ovennevnte gjelder for trevinduer. Beregningsmessig vil plastvinduer laget etter moderne prinsipper komme ut ganske likt med trevinduene. For vinduer av metall vil forholdene derimot være noe anderledes, og k-verdien må bestemmes ved måling for hvert enkelt vindu for å se om det oppfyller forskriftenes krav eller ikke.

### Vinduer med forseglede trippelruter

Slike vinduer er egentlig ikke noen nyhet, de fantes faktisk på markedet så tidlig som på midten av 50-tallet. Den gangen hørte de imidlertid nærmest til unntakene, og det er først i løpet av det siste tiåret at de har kommet i bruk i noe større antall.

Å lage vinduer med forseglede trippelruter er for såvidt ikke noe stort problem, men det krever en del omtanke. De forseglede trippelrutene er nemlig både tykkere og tyngre enn dobbeltruter i samme størrelse. Man må gjerne gå opp med dimensjonene på ramme- og karmprofiler, og man må også passe på at hengslene kan klare den økte tyngden. Likeledes kan det være problemer ved håndtering av store og tunge ruter og ved festing og oppklossing av vinduer i vindusåpning i vegg. Uten å ville angi noen fast øvre grense skal det generelt advares mot å bruke for store forseglede trippelruter.

På tilsvarende måte skal det advares mot å lage for små forseglede trippelruter. For disse kan man

nemlig risikere at de sprekker opp vinterstid på grunn av undertrykk i rutene ved lave temperaturer. Dessuten vil meget små forseglede trippelruter kunne få redusert levetid sammenlignet med ruter i «normale» format som en følge av økte vridningspåkjenninger på kantforseglingen. Alle forhold her er ikke tilstrekkelig grundig undersøkt, men ut fra de foreliggende erfaringene anbefaler Norges byggforskningsinstitutt at den korteste sidekanten for forseglede trippelruter ikke skal ligge under følgende mål ved ruter med 3 eller 4 mm glass.

glassavstand 12 + 12 mm  
0.8 m  
glassavstand 9 + 9 mm  
0.6 m  
glassavstand 6 + 6 mm  
0.4 m

Disse tallene baserer seg som nevnt på foreliggende erfaringer. De er nok gitt med en viss sikkerhetsmargin, men det advares mot å tøyte grensene for mye, ihvertfall uten å øke glasstykkelsen utover 4 mm.

Det skal tilføyes at det bare er 9 mm + 9 mm og 12 mm + 12 mm som normalt vil oppfylle byggeforskriftenes krav fra 1. januar 1983.

### Vinduer av type «2 + 1»

Til disse er det ikke så mye mere å si enn at de vil være en mulighet for de som aksepterer å måtte åpne koblede rammer for pussing av og til. To eksempler på «2 + 1»-vindu er vist i fig. 3. Slike vinduer kan lages med den forseglede

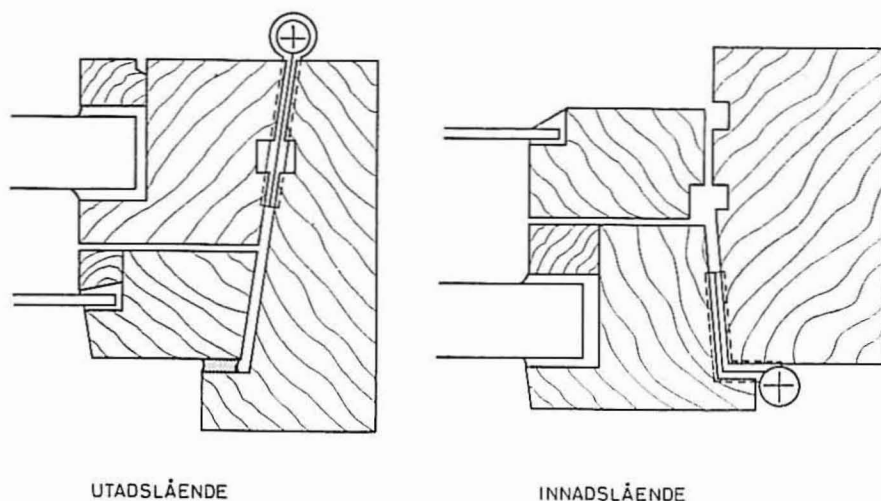


Fig. 3 Ut- og innadslående vinduer av type «2 + 1»

dobbeltruten både innerst og ytterst, men en viktig hovedregel er at bærehengslene skal være på rammen med den forseglede dobbeltruten. Hva som blir innerst og ytterst, vil da avhenge av hengslingsmåten. Også ved vinduer av type «2 + 1» vil det ofte være nødvendig med kraftigere hengsler.

### Vinduer med høyisolerende forseglede ruter

Det er på området høyisolerende forseglede ruter at vi har fått en mengde nye produkter i løpet av det siste ti-året, så mange at det er vanskelig å lage en fullgod oversikt. I første omgang kan man imidlertid dele opp i ruter med forbedret varmeisolasjon og i ruter med forbedret lydisolasjon.

For ruter med forbedret varmeisolasjon kan det være hensiktsmessig å minne om at varmetransmisjonen mellom to glassflater i en toglasskonstruksjon foregår ved ledning, konveksjon og stråling (4) som vist på fig. 4. Når det gjelder varmestråling vil vanlig klart glass oppføre seg som en svart flate med strålingstall rundt 0.85. I en vanlig forseglet dobbeltrute vil den varmen som transporteres ved stråling, være omtrent like stor som den som transporteres ved ledning og konveksjon til sammen. Fyller man en annen gass enn luft i ruten kan man redusere varmetransporten ved ledning og konveksjon en del, men ikke så mye. Et reflekterende belegg med strålingstall i nærheten av null vil derimot

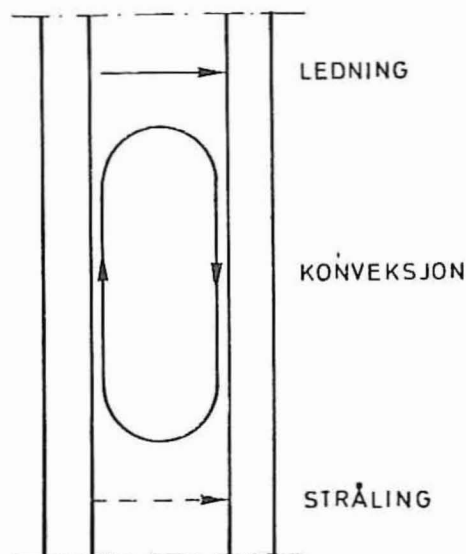


Fig. 4 Varmetransport gjennom et gass-sjikt mellom to lag glass ved ledning, konveksjon og stråling.

ta bort det aller meste av varmestrålingen og øke varmemotstanden i luft- eller gasssjiktet til rundt det dobbelte. Det er denne effekten man utnytter i mange typer ruter med reflekterende belegg. Det er imidlertid ikke alle typer av reflekterende og absorberende belegg som har den nevnte egenskapen. Tvert imot finnes det en rekke ulike typer, og når man skal vurdere egenskapene, er det viktig å skille mellom tre forskjellige bølgelengdeområder, det synlige, det nære infrarøde og det fjerne infrarøde.

- Egenskapene i det synlige området fra 0.4 til 0.7  $\mu$  bestemmer bl.a. lystransmisjonen samt den synlige refleks eller speilvirkning.
- Egenskapene i det nære infrarøde fra 0.7 til ca. 2.2  $\mu$  bestemmer hvor stor del av solens infrarøde stråler som slipper igjennom, noe som sammen med den transmitterte synlige strålingen er vesentlig ved vurdering av overopphetingsproblemer på grunn av solstråling.
- Egenskapene i det fjerne infrarøde fra ca. 2.2  $\mu$  og utover til rundt 20  $\mu$  er avgjørende for natt-k-verdien.

Det er som nevnt ikke lett å lage noen fullgod oversikt over alle tilgjengelige typer av ruter med belegg glass. Man har forsøkt å grup-



pere de etter fremstillingsmetoden, dvs. hvordan belegget er lagt på glasset, men det har vist seg å være vanskelig å generalisere. Belegget legges dels på ved vakuumbordampning, dels ved katodeforstøving, pyrolyse eller kjemisk utfelling. I de fleste tilfeller belegges glasset stykkvis etter skjæring, men i noen tilfeller påføres også belegget på glassbanen på glassverket før skjæring. Glassbransjeforbundet i Norge (GF) har utarbeidet et informasjonsblad om de aktuelle produkter (5), og i dette deles de opp i fire grupper etter egenskapene:

1. Ruter for solavskjerming, dvs. for kontroll av innstråling i området 0.4 – 2.2  $\mu$ . Slike ruter har relativt lav lystransmisjon sammenlignet med ruter med vanlig klart glass. Ingen forbedring av k-verdien.
2. Lys- og varmereflekerende ruter, dvs. ruter med betydelig refleksjon i hele området fra 0.4  $\mu$  og oppover til ca. 20  $\mu$ . Disse rutene har en moderat til meget lav lystransmisjon. Forbedrin-

gen av k-verdien kan variere, avhengig av refleksjonen i det fjerne infrarøde. Dette er en lite homogen produktgruppe.

3. Ruter med belegg som reflekterer i det fjerne infrarøde, såkalte «low emmissivity» belegg, og følgelig meget god k-verdi. Høy lystransmisjon, men også en viss grad av synlig refleks.
4. Som foregående, men nøytral og svak synlig refleks.

Tabell 1 baserer seg også på Glassbransjeforbundet i Norge, men er ajourført og bearbeidet noe for å tilpasses det foreliggende behov. De oppførte data er de som er angitt av de respektive produsenter/leverandører. For ett nytt produkt mangler fortsatt data, men dette er allikevel oppført i tabellen. Noen av dataene refererer seg til ruter med gassfylling i tillegg til det reflekterende belegget, men som tidligere nevnt er det det reflekterende belegget som svarer for størsteparten av forbedringen av k-verdien. Til sammenligning er også tatt med data for vanlige dobbeltruter og trippelruter.

Når det gjelder produktene Interpane, Kappafloat og Thermoplus Comfort er å bemerke at det belagte glasset også finnes tilgjengelig som enkeltglass slik at norske produsenter nå kan produsere høyisolerende dobbeltruter med disse produktene.

Forøvrig skal det også her understrekes at de fleste av rutetyperne med reflekterende belegg har en såvidt kraftig synlig fargetrefleks at den er et arkitektonisk moment som man nødvendigvis må ta hensyn til. Dette gjelder særlig rutene i gruppe 2, de lys- og varmereflekerende rutene. Det som hittil har vært på markedet, har falt i tre forskjellige grupper. Den ene er ruter med gulbelegg og gylden til purpur rød refleks, den andre er ruter med blå eller gråblå refleks, og den tredje er ruter med sterk metallgrå refleks. Disse rutene kan imidlertid også leveres i en rekke andre farger eller fargetoner.

For de høyisolerende forseglede dobbeltruter med et reflekterende belegg gjelder de samme størrelsesbegrensninger nedover som for

Belegg, gruppe nr.	Produktnavn	Produsent	Produksjons-Prinsipp	Produktegenskaper, dobbeltruter med 12 mm glassavstand			
			Vakuumbordampning Katodeforstøving Pyrolyse Kjemisk utfelling	Varmeisolasjon k W/m <sup>2</sup> °C	Total transmisjon solenergi %	Lystransmisjon %	Varmeabsorpsjon %
1	Antelio	Saint Gobain	x	3.0	52	41	25
	Parelio	Saint Gobain	x	3.0	29-54	27-56	20-47
	Reflectafloat	Pilkington	x	3.0	44	29	36
	Stopsol	Glaverbel	x	3.0	48	38	34
2	Elioterm	Saint Gobain	x	1.3-1.5	25-44	39-63	33-41
	Infrastop	Flachglas	x x x	1.4-2.9	15-44	22-66	26-49
	LVR	Saint Gobain	x	2.6	32	33	38
	Soltran	Boussois	x	1.4	19-34	30-40	29-37
	Stopray	Glaverbel	x x	1.4	13-36	20-50	33-41
	Sun Cool	Pilkington	x	2.1	16-33	18-47	34-52
3	Climaplus	Saint Gobain	x	1.6-1.8	50-55	60-65	
	Interpane	Interpane	x				
	Kappafloat	Pilkington	x	1.6-2.0	59	63	
	Termoplus	Flachglas	x	1.6-1.8	50-55	60-65	
	Thermoplus Prestige	Glaverbel	x	1.6-1.9	58-63	59-61	
4	Thermoplus Comfort	Glaverbel	x	1.6	71	68	
0	Vanlig dobbeltrute			3.0	77	80	11
	Vanlig trippelrute			2.1	68	70	15

vanlige dobbeltruter. Norges byggforskningsinstitutt anbefaling er at den korteste sidekant ikke skal være under følgende mål ved ruter med 3 eller 4 mm glass:

glassavstand 12 mm	0.4 m
glassavstand 9 mm	0.3 m
glassavstand 6 mm	0.2 m

Som tidligere nevnt kan man redusere varmetransporten gjennom en forseglet rute noe ved å fylle i visse gasser istedenfor luft. Dette er forsåvidt noe som er kjent siden gammelt (6), men som på 70-tallet er blitt tatt opp igjen og undersøkt ganske grundig i detalj. Skal en gass kunne brukes i praksis i forseglede ruter, må den være stabil ved alle forekommende temperaturer, stabil mot ultraviolet stråling, ikke være giftig, ikke absorberes av tørrestoffet, ikke reagere med tetningsmassene, og ikke gå for raskt igjennom kantforseglingen. Det har vist seg at gasser som kulldioksyd (CO<sub>2</sub>), svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>) og freon 22 (C<sub>2</sub>F<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) ikke er stabile nok, og at dagens utvalg består av argon (Ar), Svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>) og luft eller blandinger av disse tre.

Som et eksempel på de forbedringer som man mener å kunne oppnå gjengis i fig. 5 resultater av en del tyske målinger (7). Som man vil se, kan man teoretisk sett oppnå en forbedring i k-verdien på ca. 0.3 W/m<sup>2</sup> °C ved fylling av den rette blandingen av argon og svovelheksafluorid. Problemet er bare det at det her dreier seg om en teoretisk oppnåelig verdi. I praksis har Norges byggforskningsinstitutt aldri greid å reprodusere resultatene av de tyske målinger ved praktiske målingene i eget laboratorium. Dette skyldes at de tyske målingene er utført over midtpartiet av en trykkutjevnet rute. I praksis vil man alltid ha undertrykk i rutene ved lave utetemperaturer, og for den gjennomsnittlige k-verdi for en hel rute kommer også randeffektene inn i bildet (8). Begge deler fører til en noe dårligere k-verdi enn den teoretisk oppnåelige. Norges byggforskningsinstitutt har tilgjengelig apparatur for måling av effektive k-verdier under forhold som ligger meget nær dem som forekommer i praksis. En del resultater er sammenført i Tabell 2. Som man vil se er gevinsten ved gassfyllingen stort sett fra 0.1 til

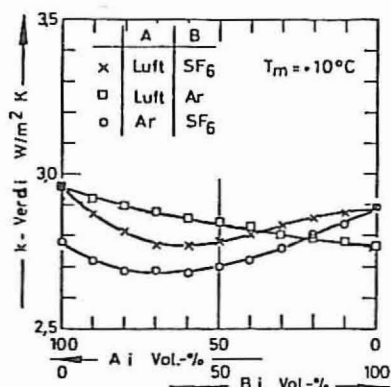


Fig. 5 Målte k-verdier for dobbeltruter med glassavstand 12 mm og forskjellige gassfyllinger.

0.3 W/m<sup>2</sup> °C. For at denne gevinsten skal være varig, er forutsetningen at gassen blir i ruten og ikke diffunderer ut for fort. Dette er etter de foreliggende opplysninger bare mulig ved ruter med perfekt dobbel forsegling. Flere opplysninger om k-verdier m.m. for forskjellige typer av forseglede ruter vil forøvrig komme i Forbrukerrapporten i nær fremtid.

Til slutt noen ord om lydisolerende forseglede ruter. I en del år var det bare treglassruter av type Drammen Støystopp som var på det norske markedet. De siste par år har imidlertid de gassfylte lydisolerende dobbeltrutene vært dominerende. Disse lages av et tykt (vanligvis 6 – 10 mm) og et tynt (vanligvis 4 – 5 mm) glass og som fylling en blanding av svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>) og luft. Det tykke

glasset kan også være laminert, f.eks. Riaphon. Den akustiske gevinsten baserer seg dels på bruken av ulike glasstykkelser, dels på stor masse, dels på laminering og dels på gassfylling. Eksempler på hva man kan oppnå i praksis, fremgår av tabell 3. De aktuelle dobbeltrutene har imidlertid i seg selv for dårlig varmeisolasjon til å oppfylle de nye kravene. Rutene kan på den annen side modifiseres på følgende to måter: Man kan enten belegge det ene glasset med et dertil egnet reflekterende sjikt og derved oppnå ønsket k-verdi, eller man kan bygge på et tredje glass og få varmeisolasjonen i en trippelrute. Hva som vil skje i praksis gjensvarer å se når man er fremme ved 1. januar 1983.

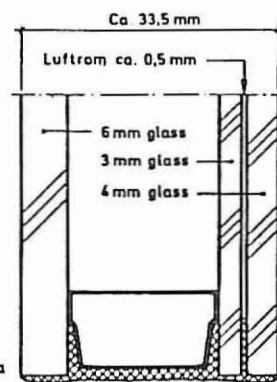


Fig. 6 Kantforsegling hos lydisolerende forseglet rute av fabrikat Drammen Støystopp.

Tabell 2

Målte k-verdier for en del typer forseglede ruter innsatt i trevindu i vegg. Rutene er trykkutjevnet, dvs. uten over- eller undertrykk ved 296K (23°C)

Rutetype	Glassavstand mm	Fylling	Målt k-verdi W/m <sup>2</sup> °C
Forseglet dobbeltrute	12	Luft	3.00
Forseglet trippelrute	12 + 12	Luft	2.10
Forseglet trippelrute	9 + 9	Luft	2.30
Forseglet trippelrute	6 + 6	Luft	2.50
Forseglet trippelrute	12 + 12	26.5% Ar, 68.5% SF <sub>6</sub> , 5% luft	2.10
Forseglet trippelrute	9 + 9		2.10
Forseglet trippelrute	6 + 6		2.20
Forseglet trippelrute	12 + 12	65% Ar, 35% SF <sub>6</sub>	1.95
Forseglet trippelrute	9 + 9	47% Ar, 53% SF <sub>6</sub>	2.00
Forseglet trippelrute	6 + 6	100% SF <sub>6</sub>	2.10
Thermoplus 1.4	12	Gass	1.90

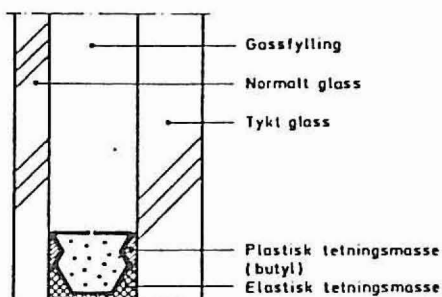


Fig. 7 Lydisolerende forseglet dobbelt-rute med to ulike glasstykkelser samt gassfylling.

Tabell 3

Lydisolasjonsevnen for en del vinduskonstruksjoner, middelreduksjonstall for frekvensområdet 100 – 3200 Hz

Fast montert vanlig forseglet dobbelt- eller trippelrute	ca 28 dB
Luftvindue med vanlig forseglet dobbelt- eller trippelrute og gode tetningslister	ca 26 dB
Fast montert Drammen Støystopp	ca 35 dB
Luftvindue med Drammen Støystopp, gode tetningslister	ca 33 dB
Fast montert gassfylt »Lydrute»	ca 36 – 40 dB
Luftvindue med gassfylt «Lydrute», gode tetningslister	ca 34 – 38 dB

#### Referanser:

1. *Tore Gjelsvik*: Vanlige vinduer eller forseglede ruter? Inngår som en del av Norges byggforskningsinstituttts Særtrykk 71, Oslo 1962.

2. *Tore Gjelsvik*: Performance of Sealed Double-glazing Units in Severe Norwegian Climate. The West Coast Field Study 1963. Norges byggforskningsinstitutt, Rapport 44, Oslo 1965 (På engelsk).

3. Forseglede ruter, typer og egenskaper. Byggdetaljblad A533.105, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1977.

4. *Odd Sæten*: Bygningsglass. Elementær materiallære. Glassmestrenes Landsforening, Oslo 1980.

5. Spesialruter. Produktoversikt. Refleks Nr. 4. Informasjon fra Glassbransjeforbundet i Norge. Oslo 1979.

6. *Artur Krings & Jan Th. Olink*: Wärmeübertragung durch Doppel- und Mehrfachscheiben mit dicht eingeschlossener Gasschicht. Glastechnische Berichte, Mai 1957, s. 175–182.

7. *Hans Joachim Gläser*: Verbesserung der Wärmedämmung bei Isoliergläsern. Glastechnische Berichte, 1977, No. 10, s. 248–256.

8. *Tore Gjelsvik*: Randeffekter og andre termiske forhold ved vinduer med forseglede ruter. Norges byggforskningsinstitutt. Særtrykk 129. Oslo 1966.

Særtrykk fra  
«tre og møbler» bd. 13 nr. 10 1981