



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R16:1972

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

**Nya
fönsterkonstruktioner**

**Per-Ove Hedberg
Jan Holmberg**

Byggforskningen

Nya fönsterkonstruktioner

**Per-Ove Hedberg
& Jan Holmberg**

Utgångspunkten för arbetet var att inventera litteratur om fönsterkonstruktioner som har förutsättningar att skapa en invändig ytemperatur som överensstämmer med lokalens temperatur. Rapporten redovisar fönsterkonstruktioner som dels utgår från marknadsförda material, dels konstruktioner grundade på idag känd teknik. Gemensamt för dem alla är att de har varierande förmåga att kontrollera värme- och ljusgenomgången.

Inventeringen är endast en delstudie i fönsterproblemet. Författarna framlägger därför synpunkter på fortsatt arbetssätt för undersökning och utveckling av nya fönsterkonstruktioner.

Människan behöver ljus för sin existens och fortlevnad. Därför behöver vi fönster i våra byggnader. Fönsterkonstruktioner med glas har hundraåriga anor. Infästning, öppningsbarhet, storlek och antal glas har förändrats efter hand, men någon bra och enkel lösning ur klimat- eller kanske rättare ergonomisk

synpunkt har inte kommit fram. Det synes som om just fönstret är bland de mest traditionsbundna byggnadselementen. Det faktum att glas är en god värmeledare gör att ett fönster medför en ej önskvärd störning av rummets klimat. Vårt krav är att insidan av en yttervägg och ett fönster, under olika utomhusbetingelser, skall ha en ytemperatur som överensstämmer med lokalens temperatur. Med denna förutsättning uppfyllt skulle det vara möjligt att lösa rummets klimatproblem genom att koncentrera sig enbart på de inre belastningsförhållandena. Slipper man ta hänsyn till fönstrens inverkan kan t.ex. ventilations- och belysningsinstallationen lösas på ett enklare sätt än tidigare.

För att klara problemet med att fönster under den varma årstiden släpper in värme tillgrips bl.a. den traditionella persiennen, mer eller mindre förnuftigt placerad. Tyvärr är den ett hinder för synligt ljus att nå in i rummet.

Det vanligaste sättet att försöka motverka de störningar ett fönster under

Byggforskningen Sammanfattningar

R16:1972

Nyckelord:

fönsterkonstruktioner fönsterglas, solinstrålning, klimatkomfort



Rapport R16:1972 avser anslag D 616 från Statens råd för byggnadsforskning till Per-Ove Hedberg och Jan Holmberg vid Hugo Theorells Ingenjörbyrå AB, Stockholm.

UDK 69.028.2
691.615
628.8
SfB (31) X
Ro 0
ISBN 91-540-2022-0

Sammanfattning av:

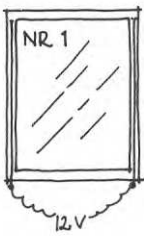
Hedberg, P-O & Holmberg, J, 1972, *Nya fönsterkonstruktioner. En inventering.* (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R16:1972, 40 s., ill. 14 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

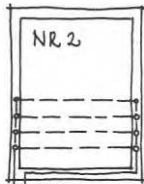
Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Grupp: Installationer

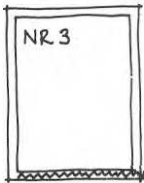


FÖNSTER MED REFLEKTERANDE OCH ELEKTRISKT LEDANDE BELÄGGNING



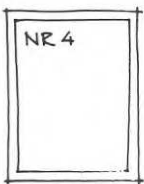
FÖNSTER MED IN-GJUTNA MOTSTÅNDS-TRÄDAR (≈ BILRUTOR)

12V
220V
TRANSFORMATOR

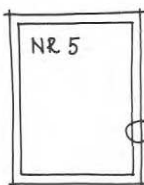


FÖNSTER MED EL-VÄRMARE INBYGGD I KÄRMEN ELLER BÅGEN

220V ELLER LÄGRE

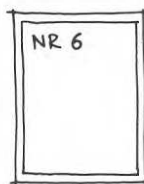


FÖNSTER BELAGT MED COATING AV EX. MYLAR + ALUMINIUM + PLAST



FÖNSTER MED BÅGAR AV METALL OCH THERMO-ELEKTRISKA ELEMENT

UTE / INNE
VÄRMT - KALLT (SOMMAR)
KALLT - VÄRMT (VINTER)



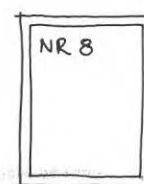
FÖNSTER MED INVÄNDIGT PLACERAD GARDIN MED ALUMINIUMBELÄGGN.



FÖNSTER MED ABSORBERANDE SKÄRM KÖLD MED UTELUFT

KONVEKTION SOMMARTID

UTE / INNE
ABSORBERANDE GLAS



FÖNSTER MED GLAS SOM ÄNDRAR SINA TRANSMISSIONS- OCH ABSORPTIONSKARAKTERISTIKOR VID BESTRÄLNING

den kalla årstiden ger, är att placera en värmare under fönstret. Med denna värmare försöker vi dessutom motverka inverkan från den kalla fönstertytan. Under senare år har nya konstruktioner kommit fram, t.ex. induktionsapparater och frånluftsfönster. Dessa och andra liknande lösningar är tämligen komplicerade och dyrbara.

Ytterväggar isoleras numera så väl att väggens insida även vid dimensionerande utetemperaturer har en från rummet i övrigt obetydligt avvikande ytemperatur. Det finns idag möjlighet att värma ytterväggen också genom olika typer av elvärmefolie eller elektriskt ledande målarfärg. Genom att placera olika former av elvärmare i fönsterkonstruktioner kan även fönstrets innerruta hållas vid en bestämd temperatur. För att under vår, sommar och höst hålla nere innerrutans ytemperatur kan dessutom fönstret förses med olika typer av solavskärmning eller värmereflekterande beläggningar. Det är hög tid att intressera sig mer för fönstrets konstruktion.

Föreliggande inventering är att betrakta som ett första steg mot bättre fönsterkonstruktioner. Avsikten är att intressera berörda parter så att konsumentens krav på fönster kan definieras.

Resultat

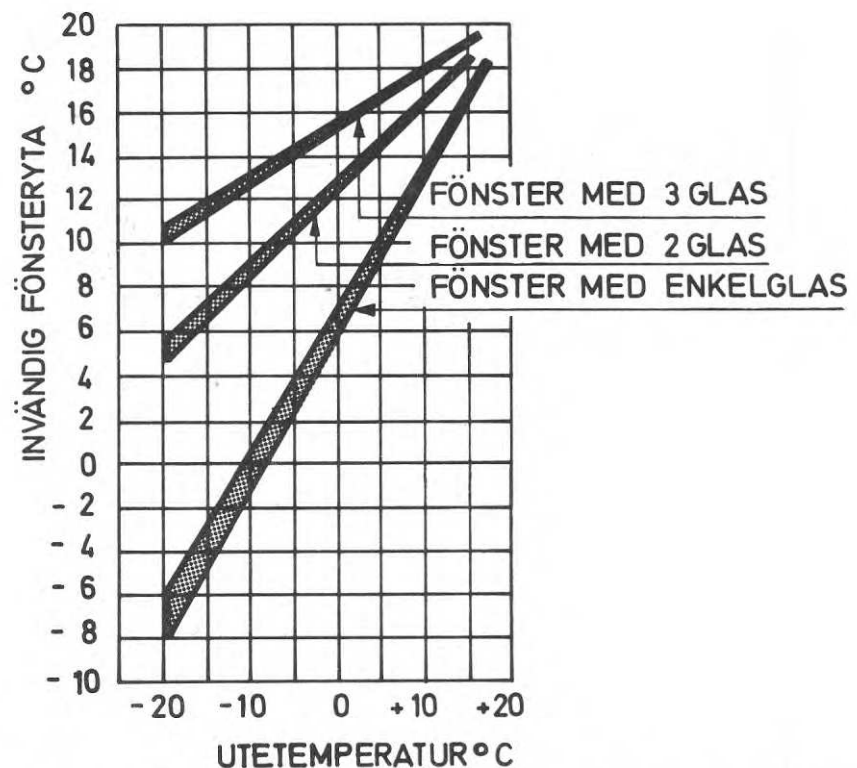
Fönstermarknaden kännetecknas av en säregen struktur. De stora glastillverkarna levererar fönsterglas till en mångfald mindre företag, snickeriverkstäder och glasmästare som endast tillverkar konventionella fönster och är de direkta leverantörerna till byggnadsindustrin. Ut-

vecklingen och marknadsföringen av förbättrade fönsterkonstruktioner hämmas ej enbart av slentriantänkande utan även i hög grad av ekonomiska faktorer. Vid val av fönstertyp är ofta anskaffningskostnaden avgörande faktor i stället för den totala kostnaden dvs. anskaffnings- och driftkostnaden.

De europeiska glasfabrikerna har nära ekonomiska bindningar, risk finns att konkurrensen dem emellan är tillbakahållen. Kontakten mellan glastillverkare och fönstertillverkare respektive projektörer och nyttjare är relativt dålig.

I rapporten redogörs för fönsterkonstruktioner vars möjligheter att anpassas till moderna krav bör vara bättre än de konventionella fönstertyperna. Vidstående idéfönster har legat till grund för undersökningen som med utgångspunkt från dem behandlar marknadsförda material och konstruktioner samt idéer med utnyttjande av icke konventionella fönsterglasmaterial. Fönstertyperna nr 1, 2, 4, 6 och 7 är exempel på marknadsförda produkter. Fönstertyp 8 är den mest intressanta konstruktionen.

Författarna finner att en brist föreligger beträffande nya idéer till fönsterkonstruktioner för reglering av ljus- och värmekomforten i rum. Det är särskilt beklagligt därför att fönstret spelar en stor roll för människans vistelsemiljö och en byggnads ekonomi. En förbättring, sortimentsbegränsning och prissänkning på fönstren kan sannolikt ej ske förrän de stora glasfabrikanterna på allvar intresserar sig för den färdiga produkten, det riktigt fungerande fönstret.



Temperatur på invändig fönsteryta vid en rumstemperatur av 20°C och varierande utetemperatur.

New window designs

**Per-Ove Hedberg
& Jan Holmberg**

The focal point of this project was to conduct an inventory of literature on window designs having the potential for creating an indoor surface temperature corresponding to that of the room. The report describes designs incorporating materials available on the market and designs based on techniques known today. A feature common to them all is that they exhibit a varying degree of ability to control the passage of heat and light.

This inventory covers only part of the window problem. The authors have therefore submitted views regarding future studies and development of new window designs.

Mankind needs light for its existence and for its survival. This is why we need windows in our buildings. Glazed windows have a history going back hundreds of years. Details such as fastenings, opening sashes, size and number of panes have been changed in the course of time, but no good simple solution from the point of view of climate or perhaps more precisely ergonomics has yet been found. The window would seem to

be one of the building components most bound by tradition. The fact that glass happens to be a good conductor of heat means that a window causes an undesirable disruption of a room's climate. Our requirement is that an outer wall and a window should under different outdoor conditions have an inside surface temperature corresponding to that of the air in the room. Fulfilment of this requirement would enable us to solve the climatic problems of rooms by concentrating solely on internal loads. Elimination of the need for taking the effect of windows into account simplifies the whole field of ventilation and lighting installations.

The problem of heat which is introduced into rooms during the summer months via windows is solved by the use of devices such as the traditional venetian blind, more or less suitably fitted. Unfortunately, however, venetian blinds cut off much of the daylight which would otherwise enter the room.

The commonest method of trying to counteract the negative effects of a window during the cold weather is to place a heater under it. With this heater we



National Swedish Building Research Summaries

R16:1972

Key words:

window designs, window panes, solar irradiation, climatic comfort

Report R16:1972 has been supported by Grant D 616 from the Swedish Council for Building Research to Per-Ove Hedberg and Jan Holmberg, members of Hugo Theorell's Ingeniörsbyrå AB, Stockholm.

UDC 69.028.2
691.615
628.8
SFB (31) X
Ro0
ISBN 91-540-2022-0

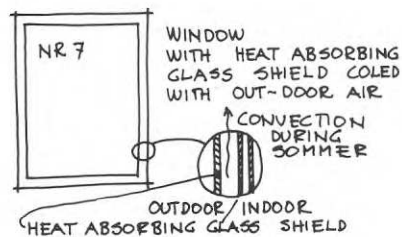
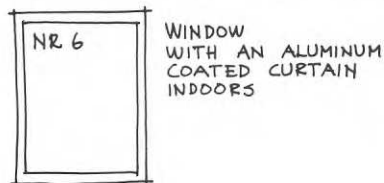
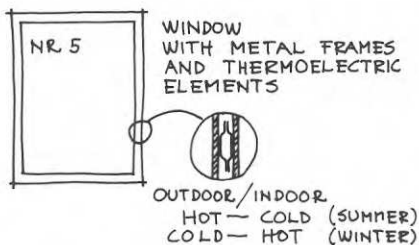
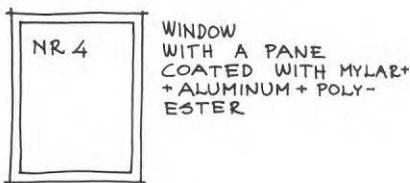
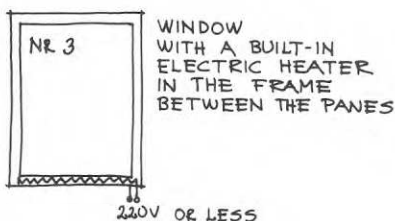
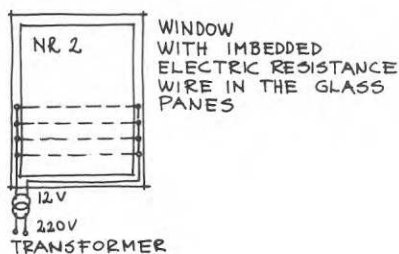
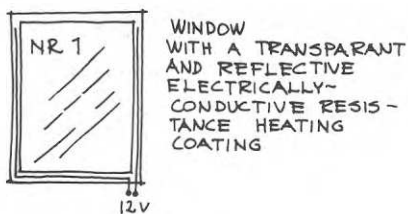
Summary of:

Hedberg, P-O & Holmberg, J, 1972, *Nya fönsterkonstruktioner. En inventering.* New window designs. An inventory. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R16:1972, 40 s., ill. 14 Sw. Kr.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden



thus try to counteract the effect of the cold surface of the window. New designs have appeared in recent years, e.g. induction coil apparatus and exhaust air windows. However, these and other similar solutions are fairly complex and also costly.

External walls are now so well insulated that even in the case of design outdoor temperatures their inside surfaces have a temperature which deviates only to an almost negligible degree from that of the room. Today it is also possible to heat outer walls using, for instance, different types of heat generating foil or paint capable of conducting electricity. By incorporating different forms of electric heating in window designs it is even possible to maintain the inner pane at a given temperature.

Windows can also be fitted with different types of sunshading devices or heat reflecting surfaces in order to prevent excessively high temperatures on the inner pane in spring, summer and autumn. It is now then also high time that we showed more interest in actual window design.

This inventory may be regarded as an initial step on the road to better window designs. Its aim is to arouse the interest of the parties concerned in order to hasten definition of consumers' requirements as regards windows.

Results

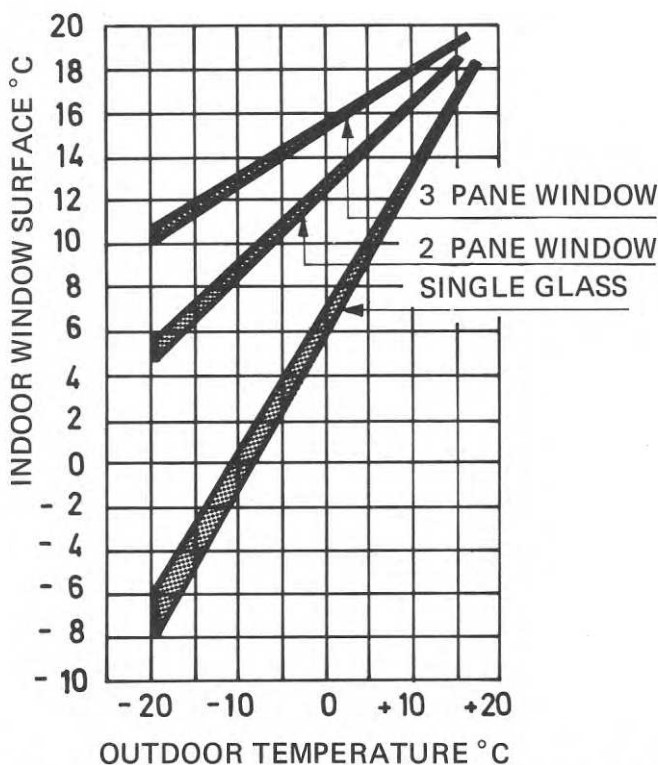
The market in windows has a structure of its own. The large glass manufacturers deliver window glass to a vast number of smaller firms, carpenters workshops and glaziers who only make conventional types of windows and supply

to the building industry directly. Development and marketing of improved window designs is inhibited not only by routine thinking but also to a very great extent by economic factors. Cost is often a decisive factor when choosing a window instead of the total cost represented by purchase and use.

The European glass factories have close economic ties and there is a risk that competition between them may have been curbed. Fairly little contact takes place between glass manufacturers and window manufacturers and between designers and users.

The report selects window designs which should offer greater scope for adaptation to modern requirements than the conventional types. The adjoining window ideas was used as the basis for the study which, with them as a model, went on to investigate materials and designs on the market and conceptions incorporating unconventional glazing materials. Window types Nos. 1, 2, 4, 6 and 7 are examples of products to be found on the market. Type No. 8 was the most interesting design.

The authors of this report have noted a lack of new ideas for window designs whereby lighting and thermal conditions in the room can be controlled. Hence, it is particularly unfortunate that the window demands an important part in our indoor environment and in the economic aspect of buildings. Improvements, limitation of range and reductions in prices of windows are hardly likely to take place until the major glass manufacturers have begun to show an interest in the finished product, a properly functioning window.



Temperature of inside window surface when room temperature is 20°C and the temperature of outdoor air varies.

Rapport R16:1972

NYA FÖNSTERKONSTRUKTIONER

En inventering

NEW WINDOW DESIGNS

An inventory

av Per-Ove Hedberg & Jan Holmberg

Denna rapport avser anslag D 616 från Statens råd för byggnadsforskning till Per-Ove Hedberg & Jan Holmberg vid Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB i Stockholm. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
ISBN 91-540-2022-0

FÖRORD

Föreliggande rapport avser att sammanställa nya fönsterkonstruktioner. Därvid har studerats redan marknadsförda material och konstruktioner grundade på idag känd teknik. Gemensamt för dem alla är att de har varierande förmåga att kontrollera värme- och ljusgenomgången.

Fönstermarknaden uppvisar en säregen struktur. De få och stora glastillverkarna levererar glasrutor till en mångfald mindre företag, snickerier och glasmästare, som endast tillverkar konventionella fönster och är de direkta leverantörerna till byggnadsindustrin. Utvecklingen och marknadsföringen av förbättrade fönsterkonstruktioner hämmas ej enbart av slentriantänkande utan även av ekonomiska faktorer. Sannolikt får vi inte fram förbättrade fönsterkonstruktioner förrän de stora glastillverkarna intresserar sig för den färdiga produkten - det riktigt fungerande fönstret.

På uppdrag av Statens Råd för Byggnadsforskning har en arbetsgrupp vid Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB, Stockholm inventerat tänkbara fönsterkonstruktioner för byggnader. Konstruktionerna har härvid betraktats ur användbarhetssynpunkt och som framtida möjligheter. Redovisningen har framkommit dels genom litteraturstudier dels genom kontakt med glastillverkare och andra experter såväl inom som utom landet. Författarna riktar speciellt tack till direktör Harry Backman, Glas Develop AB, Lund, professor Bo Adamsson, LTH, Lund, och tekn.dr Claes Helgeson, FOA, Stockholm.

Slutsatser och bedömningar i rapporten är uteslutande arbetsgruppens egna.

INNEHÅLL

1	EGENSKAPER HOS FÖNSTERGLAS	7
1.1	Allmänt	7
1.2	Optiska egenskaper	7
1.3	Värmetekniska egenskaper	7
1.4	Värmeabsorberande glas	9
1.5	Värmereflekterande glas	10
2	IDEFÖNSTER - KORTFATTAD KARAKTERISTIK	11
3	PRESENTATION AV INVENTERINGENS RESULTAT	13
4	FÖNSTERKONSTRUKTIONER MED REDAN MARKNADSFÖRDA MATERIAL	15
4.1	Fönster med elektrisk uppvärmning	15
4.1.1	Heated Twindow Idéfönster 1	15
4.1.2	Övriga fönstertyper med elektriskt ledande film .	17
4.2	Fönster med reflekterande ytbeläggningar. Idé- fönster 4	18
4.3	Fönsterkonstruktioner med invändiga fönsterskydd .	21
4.3.1	Vero-sol Idéfönster 6	21
4.3.2	Fönsterkonstruktioner med utanpåliggande skärm av värmeabsorberande glas	24
5	FÖNSTERKONSTRUKTIONER MED EJ MARKNADSFÖRDA MATERIAL	25
5.1	Fönsterkonstruktioner med elektrisk uppvärmning .	25
5.1.1	Motståndsupphettning inne i glaset	25
5.1.2	Extern uppvärmning av glaset	26
5.2	Fönsterkonstruktioner som utnyttjar material som reversibelt kan ändra sin transmission	27
5.2.1	Fotokroma glas	27
5.2.2	Andra möjligheter att reversibelt ändra ett fönsters transmission	28
6	FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER	29
	TABELLER	31
	BILAGA 1: Förteckning över kontaktade glastillverkare .	33
	BILAGA 2: Förteckning över marknadsförda glasprodukter .	34
	LITTERATUR	37
	CAPTIONS (engelska figurtexter)	39

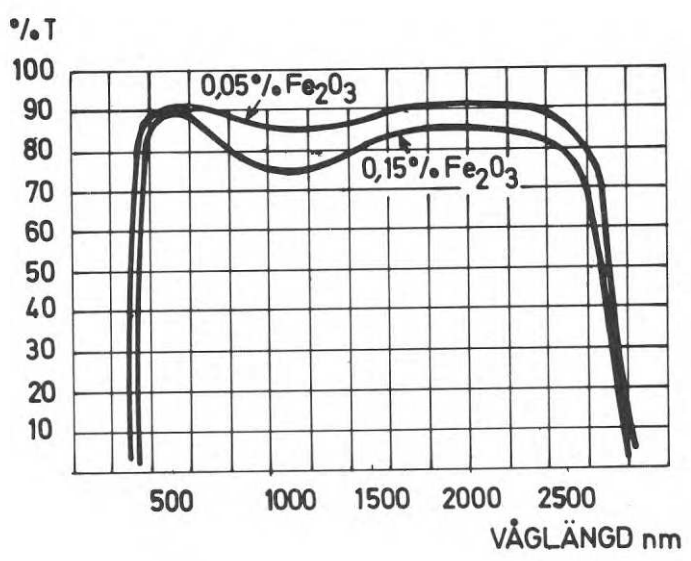


FIG. 1 Ljustransmission hos 3 mm maskinglas med olika järnhalt.

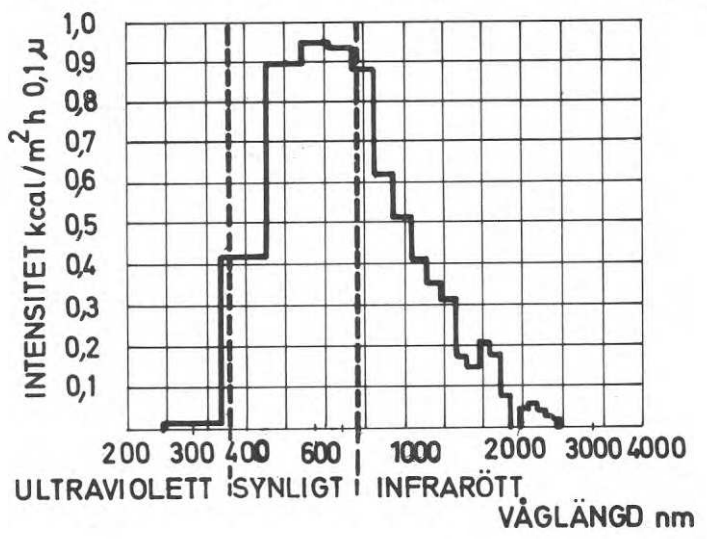


FIG. 2 Solstrålningens intensitet.

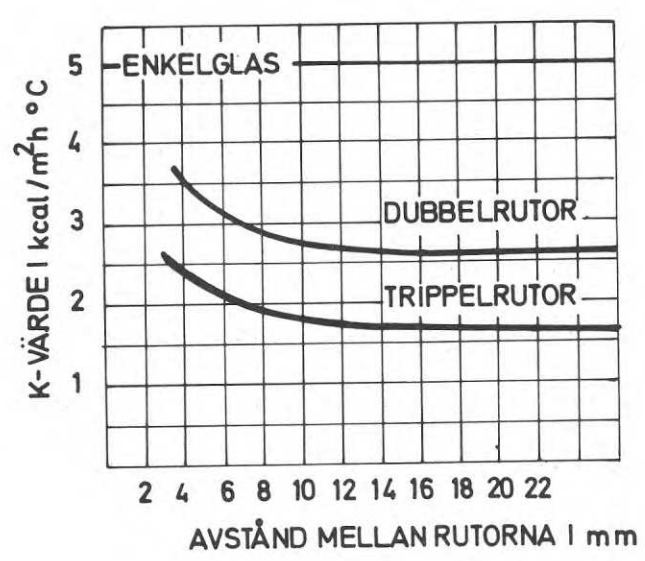


FIG. 3 Variation av k-värdet med avståndet mellan rutorna.

1 EGENSKAPER HOS FÖNSTERGLAS

1.1 Allmänt

Fönstrens andel av en byggnads fasadyta kan vara betydande. Fönstren är till för att släppa in ljus i lokaler och medge känslomässig kontakt med omvärlden.

För att åstadkomma behagligt rumsklimat måste dels värme- och ljusinstrålningen kontrolleras, dels måste människans värmeförluster genom strålning och konvektion begränsas genom att fönstrets inre glasyta ges en temperatur, som nära ansluter sig till rumstemperaturen. Detta kan åstadkommas med hjälp av följande material och konstruktioner:

- Glas med värmereflekterande egenskaper, skapade medelst reflekterande metalliska ytskikt
- Glas med värmeabsorberande egenskaper
- Värmereflekterande utanpåliggande skydd, såsom gardiner med reflekterande egenskaper, persienner, markiser m.fl.
- Genom uppvärmning över ledande ytfilm, inre motståndstrådar eller extern värmekälla varvid glasets inre yta ges samma temperatur som lokalen
- Fönster med förmåga att reversibelt ändra sin transparens.

För att utnyttja olika fönsterkonstruktioner är det nödvändigt att känna glasets egenskaper, främst optiska och termiska.

1.2 Optiska egenskaper

Vanligt 3 mm maskinglas är transparent för synligt ljus dvs. våglängdsområdet 380-780 nm och släpper vid infallsvinklar på 0 - 50° igenom ca 85 % av ljuset och av vilket ca 8 % reflekteras vid de två gränsytorna. Det kortvågiga, ultravioletta ljuset släpps ej igenom under våglängder på ca 300 nm och det långvågiga, infraröda ljuset ej över ca 3 000 nm. Ljustransmissionen är emellertid i hög grad beroende av glasets halt av färgande oxider, av vilka järnoxid är en vanligt förekommande förorening i halter på 0,05 - 0,15 %. FIG. 1 visar transmission för 3 mm maskinglas med olika järnhalt vid olika ljusvåglängder. En ökning av järnhalten ger glasets en blågrön färgton, vilken för normala ofärgade glas endast kan observeras hos tjocka glas eller genom att observera färgen vinkelrätt mot glasytan i en mindre bit.

I FIG. 2 anges solstrålningens värmeenergi vid olika våglängder och man kan här se att en stråldel av värmeenergin ligger inom det synliga området.

1.3 Värmetekniska egenskaper

Glas är en dålig värmeledare men ändå dominerar fönsterytan ett rums värmeförlust resp. uppvärmning av solstrålning. Värmegenomgångstalet för fönsterglas är ca 6 W/m² per °C. En ökning av glastjockleken ger endast en obetydlig sänkning av k-värdet. Vid användning av 2-glas- resp. 3-glasfönster uppnås lägre vär-

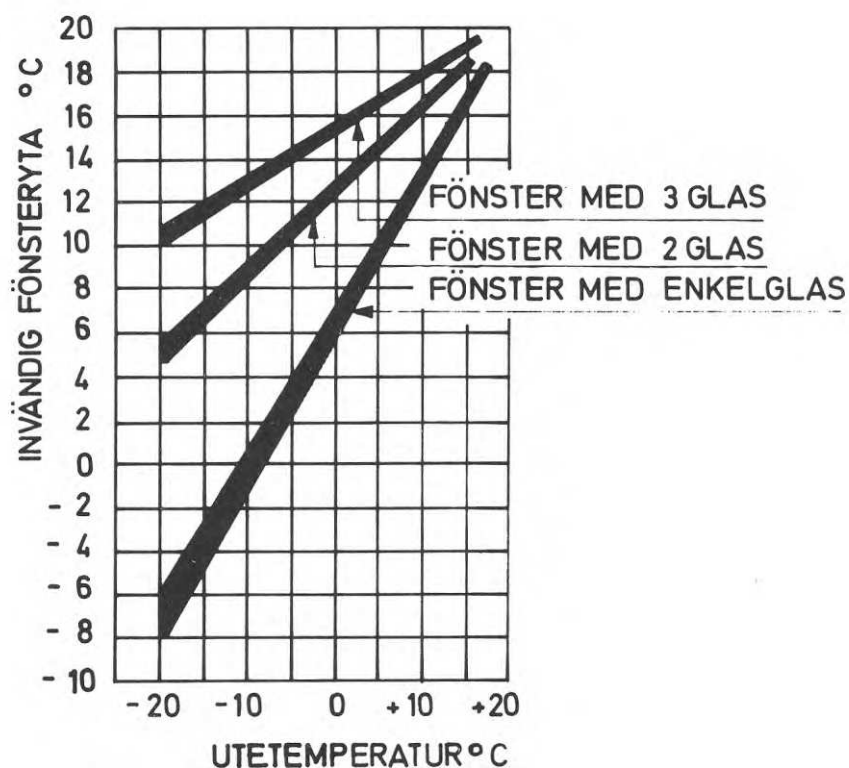


FIG. 4 Temperatur på invändig fönsteryta vid en rumstemperatur av 20°C och varierande utetemperatur.

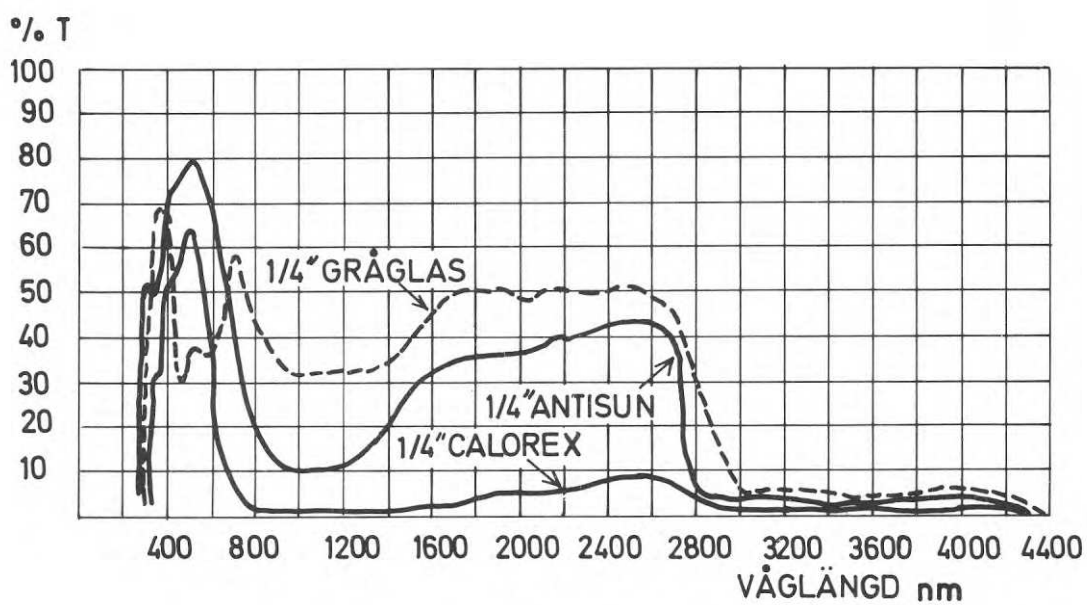


FIG. 5 Värmeabsorberande glas, transmission.

megenomgångstal, vilket dock i viss utsträckning är beroende av avståndet mellan rutorna. I FIG. 3 anges k-värdet som funktion av luftmellanrummets storlek för dubbel- och trippelrutor.

Fönsterkonstruktionens värmeisolerande förmåga är naturligtvis också beroende av tätheten hos de olika fogarna. En fogs luftgenomsläpplighet beror av tryck- och temperaturskillnader mellan ute- och inneluft samt vindförhållanden. Luftgenomsläppligheter på 0,5 - 1,5 m³/h har uppmätts för fönster med träbågar, vilket kan ge upphov till fyrdubbling av värmegenomgången. Fönsterkonstruktioner med metallbågar har ofta ännu större otätheter.

Genom att fönstret som regel har sämre värmeisoleringsförmåga än omgivande husvägg avkyls luften i rummet närmast fönsterytan i vertikalplanet. Redan på ett avstånd av 3 cm från glasytan är lufthastigheten starkt reducerad. Kroppens känslighet för kallraset är beroende av luftens temperatur och hastighet. Redan vid en hastighet på 0,1 m/s blir kallraset generande om dess temperatur är lägre än 18°C.

I FIG. 4 anges temperaturen på invändig fönsteryta vid en rums-temperatur av 20°C och varierande utetemperatur.

1.4 Värmeabsorberande glas

Genom att till glasmassan tillsätta olika färgande oxider kan ljustransmissionen ändras. I FIG. 1 visades hur ljustransmissionen ändrades med en ökning av järnhalten. Ytterligare ökning av järnhalten uppvisar ett glas, som i hög grad absorberar infraröd strålning och en stor del av det synliga ljuset, s.k. värmeabsorberande glas. I FIG. 5 visas transmissionen hos några värmeabsorberande glas. Man ser här, att sådana glas kan absorbera upp till 90 % av de långvågiga strålarna. Inom det synliga området är transmissionen 5 - 80 %.

När glaset absorberar värme uppvärms det. Värmen utsänds sekundärt senare så väl utåt som inåt under förutsättning att glaset ej kyls. Till den direkt transmitterade energin bör alltså adderas den sekundära värmeinläckningen.

Om man förutsätter att ett värmeabsorberande glas transmitterar 41 % direkt och reflekterar 8 %, återstår 51 % för absorption. Denna energi återsändes emellertid. Antag att värmeövergångsmotståndet inåt mot rummet är dubbelt så stort som utåt. Av den absorberande delen utstrålar 1/3 sekundärt in i rummet och 2/3 ut från rummet. I detta fall passerar således $41\% + 1/3 \cdot 51 = 58\%$ av solenergin.

Värmeabsorberande glas användes i allmänhet i kombination med konventionellt fönsterglas. Det absorberande glaset placeras ytterst, vilket ger 10 - 15 % bättre solskydd än omvänd placering. Allmänt gäller att solskyddande glas bör placeras så långt som möjligt från rummet.

1.5 Värmereflekterande glas

Utveckling av värmereflekterande glas har främst skett i USA. Glastypen används som skydd mot intensiv strålning och den reflekterande effekten erhålles vid beläggning av ofärgat fönsterglas med i huvudsak en blandning av olika metaller eller oxider.

Forskning kring värmereflekterande glas koncentreras nu till att skapa ett selektivt reflekterande glas. Principiellt önskar man en beläggning som reflekterar all infraröd strålning och en så stor del inom det synliga området som möjligt med hänsyn till sikt- och belysningsförhållanden. Tre huvudgrupper av reflekterande glas finns.

Metalliska beläggningar påförda med vakuummetall.

Metallisk beläggning som kemiskt utfälles på glaset.

Metallisk foliefilm som fästes på glasytan.

I FIG. 6 ges transmissionskurvor för två ljus- och värmereflekterande glas.

Beläggningarna är emellertid som regel ej så kemiskt och mekaniskt hållfasta att de tål upprepade tvättningar utan att skadas. Ljus- och värmereflekterande glas måste därför monteras i förseglade isolerrutor så att skiktet helt skyddas mot angrepp. I vanliga fönster placeras den reflekterande filmen lämpligen på den yttre rutans inre yta, framförallt för att minimera värmeabsorptionen i glaset. Värmeabsorberande eller reflekterande glas ger i förhållande till vanligt fönsterglas en lägre inomhustemperatur vid starkt solljus. Den generella temperatursänkningen kan inte anges men mätserier på skilda anläggningar visar temperatursänkningar på tre till åtta grader C vid användande av reflekterande glas.

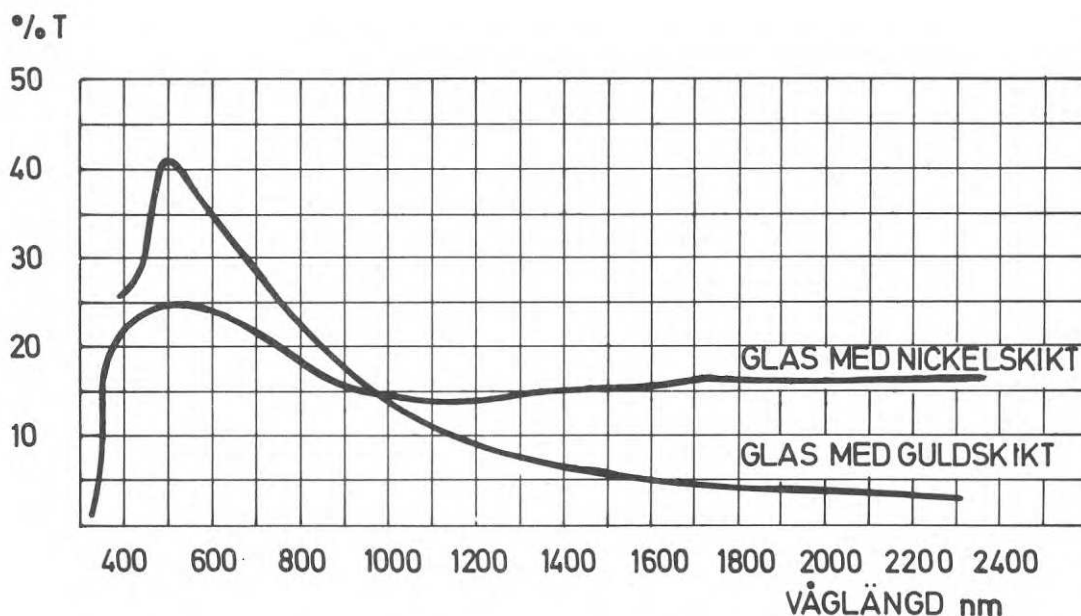


FIG. 6 Transmissionskurvor för två ljus- och värmereflekterande glas. Transmissionen kan varieras med metallskiktets tjocklek.

2 IDÉFÖNSTER - KORTFATTAD KARAKTERISTIK

Arbetsgruppens utgångsläge för sammanställning av fönsterkonstruktioner för ytterväggar är kravet att förbättra klimatkomforten i lokaler genom eliminering av bländnings- och uppvärmningsproblem från solstrålning samt kyla och strålningsdrag beroende på fönstrets högre k-värde. Bländnings- och värmeinstrålningsproblemet kan lösas genom värmereflekterande eller värmeabsorberande processer. Kyla och strålningsdrag elimineras genom att skapa en invändig yttemperatur på fönstret som överensstämmer med lokalens temperatur. Följande fönstertyper har varit arbetsgruppens utgångsläge:

Idéfönster 1

Fönster belagt med ett reflekterande och elektriskt ledande skikt. Genom att värma det inre glaset med hjälp av elektrisk motståndsupphettning i ett elektriskt ledande skikt kan det ges önskad yttemperatur. Bländning och värmeinstrålning från solljuset elimineras på känt sätt med reflekterande ytbeläggning.

Idéfönster 2

Maskinglas alternativt laminerade rutor med ingjutna trådar av motståndsmaterial.

Genom lämpligt avstånd mellan motståndstrådar ingjutna i glaset och inmatning av anpassad effekt kan glasets yttemperatur inställas på önskat värde.

Idéfönster 3

Fönsterkonstruktion med rutor av isolerglas, som uppvärms med extern värmekälla. Fönsterkonstruktionens inre yttemperatur kan ges önskat värde med hjälp av elvärmare inbyggd i karm alternativt båge eller med termoelektriska element, varvid temperaturskillnaden mellan ytter- och innertemperatur utnyttjas (s.k. Peltier-funktion).

Idéfönster 4

Fönsterglas med värmereflekterande skikt bestående av polymerfilm (Mylar) belagd med aluminium och ett skyddande plastskikt.

Redan färdigställda fönsterkonstruktioner kan skyddas mot värme- och ljusinstrålning från solen genom applicering av en plastfilm försedd med värme- och ljusreflekterande film.

Idéfönster 5 och 8

Fönsterkonstruktion vars ljusgenomsläpplighet kan varieras reversibelt och därigenom reglera värme- och ljusinflödet.

Genom att i fönsterkonstruktion använda glasmaterial vars ljusgenomsläpplighet reversibelt ändras som funktion av solstrålningen kan såväl värme som ljusinflödet i lokalen hållas relativt konstant. Man kan även utnyttja material som reversibelt ändrar sin ljusgenomsläpplighet genom ändring av elektriskt fält, temperatur eller dylikt och som kan placeras i mellanrummet mellan två glasrutor. På detta sätt kan fönsterkonstruktionens transmission vid varje enskilt tillfälle inställas på önskat värde.

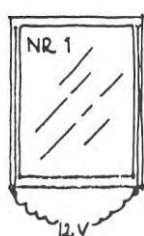
Idéfönster 6

Fönsterkonstruktion försedd med ett invändigt placerat solskydd. Värmeinstrålningen genom fönstret kan regleras genom en gardin försedd med en ljus- och värmereflekterande aluminiumbeläggning, som kan regleras att allt efter önskemål täcka större eller mindre del av fönstret.

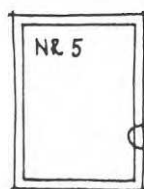
Idéfönster 7

Fönsterkonstruktion med värmeabsorberande glas.

Att reglera värmeinstrålning med användande av värmeabsorberande glas kräver att den i glaset absorberade värmeenergin bortföres. Mellanliggande utrymme kan exempelvis ventileras med uteluft genom konvektion, med önskad kylning av det värmeabsorberande glaset som resultat.

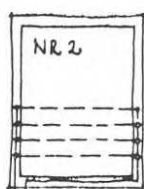


FÖNSTER MED REFLEKTERANDE OCH ELEKTRISKT LEDANDE BELÄGGNING



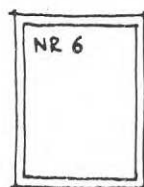
FÖNSTER MED BÄGAR AV METALL OCH TERMO-ELEKTRISKA ELEMENT

UTE / INNE
VÄRMT - KALLT (SOMMAR)
KALLT - VÄRMT (VINTER)

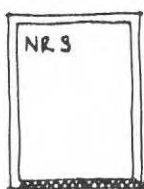


FÖNSTER MED IN-GJUTNA MOTSTÅNDS-TRÄDAR (≈ BILRUTOR)

12V
220V
TRANSFORMATOR

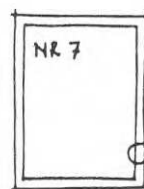


FÖNSTER MED INVÄNDIGT PLACERAD GARDIN MED ALUMINIUMBELÄGGNING



FÖNSTER MED EL-VÄRME INBYGGD I KÄRMEN ELLER BÅGEN

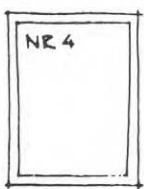
220V ELLER LÄGRE



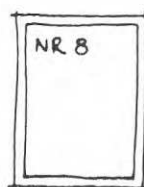
FÖNSTER MED ABSORBERANDE SKÄRM KYLD MED UTELUFT

KONVEKTION SOMMARTID

UTE / INNE
ABSORBERANDE GLAS



FÖNSTER BELAGT MED COATING AV EX. MYLAR + ALUMINIUM + PLAST



FÖNSTER MED GLAS SOM ÄNDRAR SINA TRANSMISSIONS- OCH ABSORPTIONSKARAKTERISTIKER VID BESTRÅLNING

3 PRESENTATION AV INVENTERINGENS RESULTAT

Arbetet är baserat på fönsterkonstruktioner där man utnyttjar dels redan marknadsfört material dels idag känd teknik för att reglera rumskomforten med avseende på värme- och ljustransport. I redovisningen hänvisas till de idéfönster, som presenterats i kapitel 2. Genom kontakt med in- och utländska glasfabrikanter har med utgångspunkt från idéfönstren information erhållits om marknadsförda produkter. Arbetsgruppen har vid genomgång av patentlitteraturen på området försökt fastlägga i vilken utsträckning fönsterkonstruktioner med anknytning till idéfönstren har patenterats men ännu ej marknadsförts. Förteckning över marknadsförda fönstertyper samt glastillverkare som medverkat vid inventeringen framgår av bilaga 1. Med utgångspunkt från föreliggande inventering kan dels skalenliga prov utföras med utnyttjande av redan marknadsförda material dels närmare undersökningar och utvecklingsverksamhet initieras för utveckling av fönsterkonstruktioner baserade på dessa idéfönster.

I bilaga 2 ges en översikt över tillverkare av olika typer av specialglas.

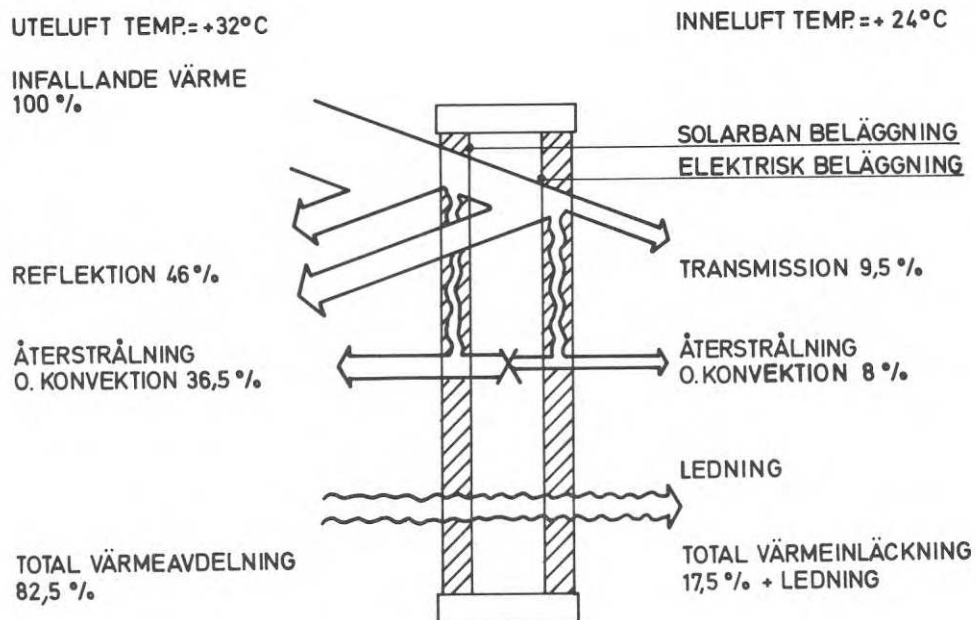


FIG. 7 Heated Twindow opererande under sommarförhållanden.

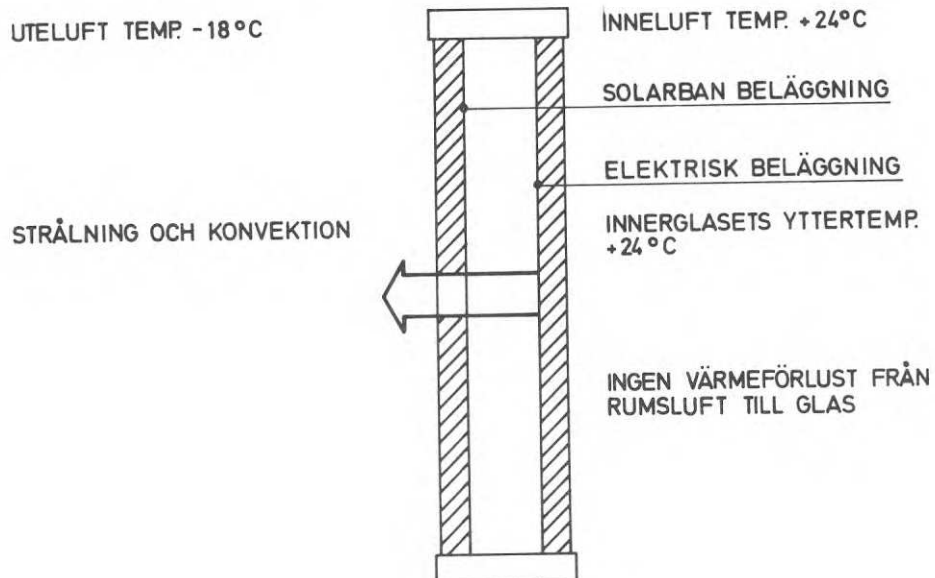


FIG. 8 Heated Twindow opererande under vinterförhållanden.

4 FÖNSTERKONSTRUKTIONER MED REDAN MARKNADSFÖRDA MATERIAL

4.1 Fönster med elektrisk uppvärmning

4.1.1 Heated Twindow Idéfönster 1

Marknadsförs av PPG Industries International
Pittsburgh
Pennsylvania, USA.

Svensk representant Stellan Mohlin AB
Skvadronstigen 3
115 37 STOCKHOLM.

Tillverkning

Heated Twindow är uppbyggt av ett 2-glas fönster-element, där det yttre av de två glasen på insidan är belagt med ett ljusreflekterande skikt av samma typ som används av PPG vid andra fönsterkonstruktioner. Det inre glaset är på utsidan försett med ett genomskinligt ledande skikt. Utmed fönstrets längsgående ändsidor fästes parallellt samlingsskenor för anslutning till nätspänning 120 alt. 220 V, växelström. Heated Twindow lagerföres ej, utan tillverkning sker på beställning.

Fysikaliska egenskaper

Under sommarhalvåret är den elektriska spänningen frånslagen. Då verkar i stället det värmereflekterande skiktet och 44 % av den synliga solstrålningen reflekteras, se FIG. 7. Mängden transmitterad solenergi reduceras och en lägre rumstemperatur erhålles. Komforten förbättras på sommaren och besparingar i installations- och driftskostnader för luftkonditioneringsutrustning kan göras.

På vintern är spänningen tillslagen och temperaturen på fönstrets insida kan därvid regleras med termostat till önskad nivå upp till +24°C, FIG. 8. Yteffekten kan väljas mellan 0 och 200 W/m². Genom att glasets inneryta kan ges samma temperatur som rummet i övrigt, elimineras risken för kondensation och kallas samt de obehag som är förknippade med strålningsförluster mot kalla ytor. Sikten utåt är god med detta fönster, däremot är sikten från utsidan begränsad p.g.a. det reflekterande skiktet.

Tabell 1 visar erforderlig yteffekt vid varierande utetemperatur för att erhålla konstant yttemperatur på fönstrets insida.

Med hänsyn till risker om fönstret krossas skall anläggningen vara utrustad med jordfelsskydd. Vid fönsterputsning och andra underhållsarbeten skall fönstret vara frånkopplat och säkrat mot oavsiktlig inkoppling.

Redovisning av utförda mätningar

Driftkostnad baserad på fönsterinstallation i Hill Crest Company Club, New Kensington, USA.

Hill Crest Company Club är en envåningsbyggnad av betongblock-

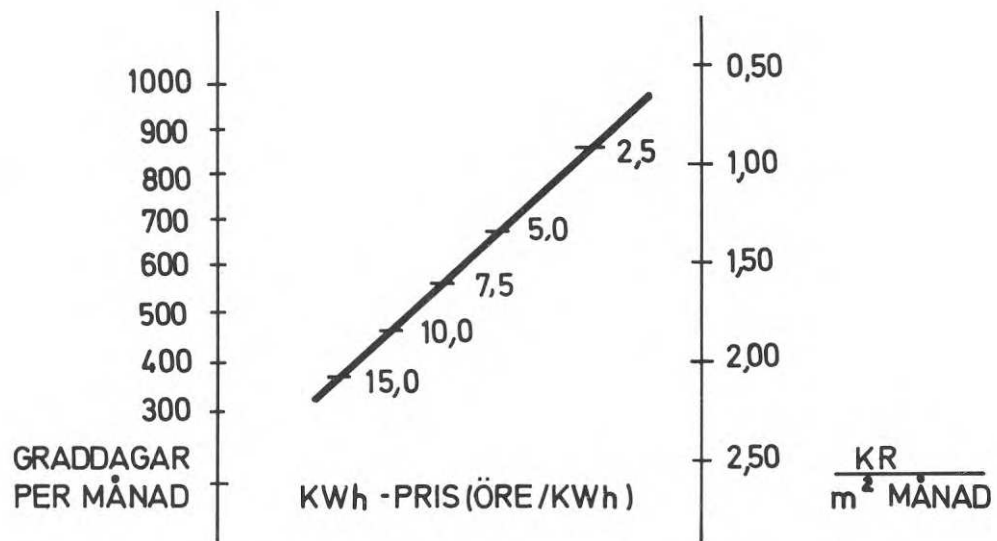


FIG. 9 Driftkostnader under vinterförhållanden för Heated Twinwindow.

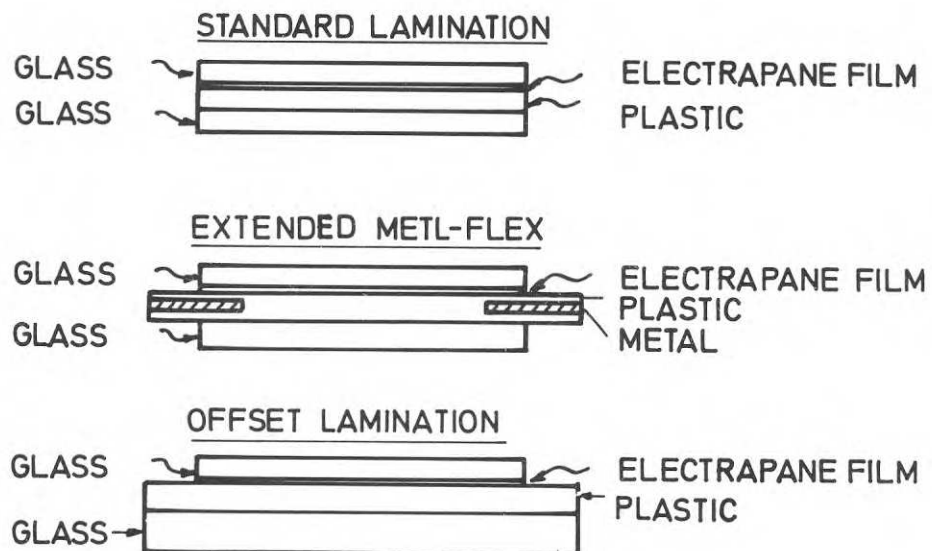


FIG. 10 Marknadsförda sammansättningar av Electrapane.

konstruktion. Byggnaden har 22 elektriskt uppvärmda fönster i de två största matsalarna. Dessa experimentfönster har tillverkats av PPG. Fönsterstorlek 1,2 x 2,4 m och dimensionerande yteffekt är 129 W/m². Total glasarea är 65 m² med en ansluten effekt av 8,45 kW.

Rumstemperaturen hölls vid ungefär +24°C och glastemperaturen på insidan hölls inom intervallet +18°C till +21°C. Dessa förhållanden gällde dygnet runt.

Innan installationen gjordes hade man problem med kondens och kallras.

Driftskostnaderna för uppvärmning av fönstren uppgick under den kallaste månaden, februari (medeltemperatur -5°C) till 33,16 dollar (ungefär 172 kr.). Energiförbrukningen var då 1658 kWh.

Vid jämförelse mellan ren eluppvärmning och eluppvärmning kombinerad med Heated Twindow har man funnit att det senare alternativet medför en besparing av de totala elkostnaderna med 10 %.

Driftskostnad baserad på laboratorieprov

FIG. 9 kan användas för att snabbt få en uppfattning om driftskostnaderna för ett Heated Twindow. Nomogrammet är baserat på data från en experimentell installation i Pittsburgh, Pennsylvania. Om antalet grad-dagar och kWh-priset är bekanta, erhålles kostnaden per m² och månad längs den högra ordinatan. Detta gäller för vinterförhållanden.

Användbarhet

Heated Twindow isolerglas har i första hand tillverkats för att användas i ytterväggar i restauranger, sjukhus, datacentraler och liknande byggnader, där temperatur och fuktighetskriterier är särskilt betydelsefulla.

Bedömning av framtida möjligheter

Heated Twindow synes vara en av de lämpligaste konstruktionerna i dag för vidare utveckling. Det är ännu betydligt dyrare än ett vanligt fönster, men som i mycken annan industriproduktion är priset starkt beroende av tillverkningsseriens storlek.

4.1.2 Övriga fönstertyper med elektriskt ledande film

Elektriskt ledande glas marknadsförs av ett stort antal tillverkare, vilka framgår av sammanställningen i bilaga 2.

Tillverkning

Elektriskt ledande film appliceras på en inre glasyta i ett laminerat glas. Den elektriska anslutningen sker genom samlingske-nor som anbringas på fönsterytornas långsidor. Anslutningen kan ske till såväl växel- som likström. I FIG. 10 ges exempel på olika fönsterkonstruktioner med elektriskt ledande glas.

Fysikaliska egenskaper

Filmtjockleken varierar för olika användningsområden och är vanligen 13 - 18 μm . Glas med applicerad elektriskt ledande film är något mer motståndskraftiga mot värmeväxlingar än obehandlat glas.

Användbarhet

De viktigaste ändamålen för glas med elektriskt ledande film är

- a. Uppvärmning
Till denna kategori hänförs fönster för flygplan, fartyg, lokomotiv, kontrolltorn m.fl.
- b. Avledning av elektrostatiske laddningar
Ett jordat glas avleder elektrostatiske laddningar från fönstret och kan användas för att förhindra störningar på radarutrustning och känsliga elektriska instrument.
- c. Störningsskydd
Radarskärmar, TV-skärmar, radioutrustning kan skyddas mot yttre störningskällor utan att spänning läggs på glaset. Radiostudios gläser ofta med elektriskt ledande glas.
- d. Värmereflektion
De metalliska filmerna har också reflekterande egenskaper och kan samtidigt användas i ljusavskärmande syfte.

Bedömning av framtida möjligheter

Elektriskt ledande film på glas kan användas på samma sätt som Heated Twindow, men då uppvärmningseffekten ej är direkt kopplad till ljusreflektionsförmågan är det svårt att samtidigt optimera dessa egenskaper. Tillsammans med någon annan ljusavskärmning kan dock elektriskt ledande glas tänkas få viss användning för att eliminera kallras från fönster.

4.2 Fönster med reflekterande ytbeläggningar. Idéfönster 4

Fönsterglas vilkas ljustransmission regleras med reflekterande metalliska ytbeläggningar är väl kända. Här redogörs för några material vilka kan appliceras på redan befintliga fönster med relativt enkla medel och som ger markanta förbättringar i form av minskad transmission av solenergi och bländande solljus.

Solar-X marknadsförs av

Solar Control Products Corp.
Allstone, Massachusetts, USA.

Sun-X Reflective Film
marknadsförs av

Sun-X International Inc. Texas,
USA.

Tillverkning

Slutprodukten är en plastfilm med reflekterande och värmeavledande egenskaper. Framställning av plastfilmen sker genom att en 0,025 mm Mylarfilm genom vakuumförfarande beläggs med ett mikroskopiskt tunt skikt av aluminium, som i sin tur skyddas av ett

tunt plastskikt, se FIG. 11. Filmen är klar och har en mjukt gråblå färg. Solar-X finns i två varianter S-80 och S-50. Sun-X finns i ljusgrå färg (F-66) och mörkgrå färg (F-88). Filmen limmas på insidan av fönstrets ytterglas och måste appliceras absolut parallellt med glasskivans plan. I annat fall erhålles störande ljusbrytningsfenomen, som påverkar rumsljus och genomsiktighet.

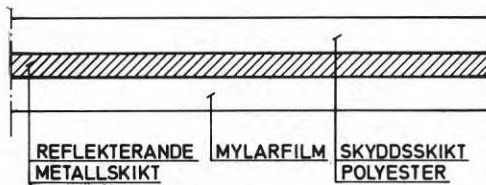


FIG. 11 Sun-X Reflective film, sammansättning.

Fysikaliska egenskaper

Filmens primära uppgift är att minska transmissionen av solvärme under den varma årstiden. Solar-X S-80 uppges reflektera 80 % och S-50 50 % av solenergin. På grund av mängden avvisad solstrålning får man temperatursänkning i rummet och en minskning av det bländande ljuset.

På vintern verkar filmen som reflektor för en del av den värme, som annars strålar ut genom fönstren. Likaså reflekteras lamp- ljus med bättre ljusdistribution som resultat.

I FIG. 12 ges exempel på reflektions- och transmissionsförhållanden för en reflekterande film.

Solar S-80 filmen ger envägsskikt, dvs. möjligheten att se in omöjliggörs genom spegelverkan. S-50 däremot ger sikt i båda riktningarna.

En reflekterande Mylar-film medför att ett starkare och säkrare fönster erhålles. Ett 1/4" glas med film får nämligen dubbel motståndskraft mot brott. Vid bräckage splittras ej glaset, beroende på mylarfilmens bindande egenskaper.

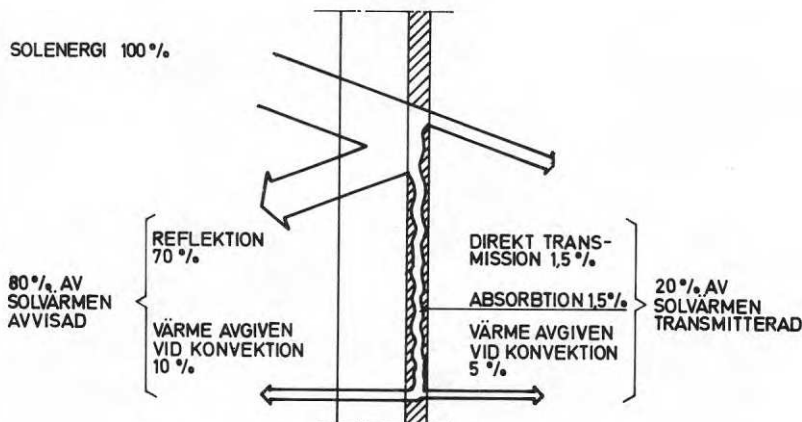


FIG. 12 Reflektions- och transmissionsförhållanden vid Solar-X film på glas.

Optisk täthet (Förmågan att släppa igenom ljus)

Ett spektrometriskt diagram över den optiska tätheten hos 1/4" planglas med en S-80 film har upptagits av Solar Control Products Corp., se FIG. 13. Härur framgår att ett relativt stabilt band finns mellan 3 500 till 4 000 Å. Under 3 500 Å minskar transmissionen snabbt.

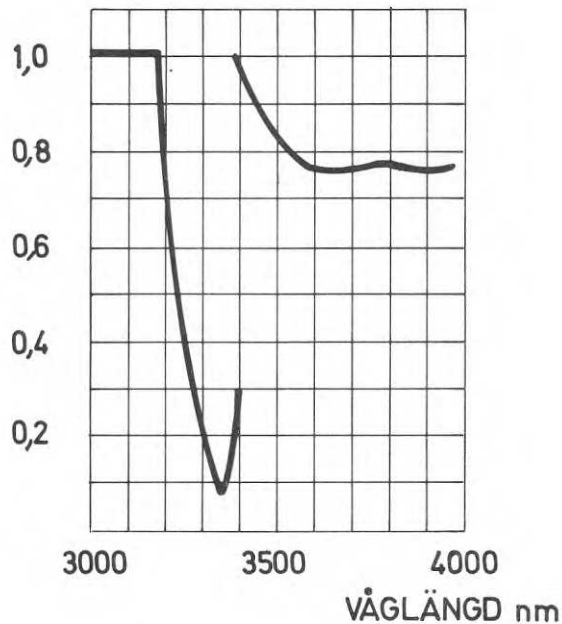


FIG. 13 Spektrometriskt diagram över optiska tätheten hos 1/4" planglas med S-80 film.

Redovisning av utförda mätningar

a) Grindtorpskolan

Den första anläggningen i Sverige där man applicerade Solar-X var Grindtorpskolan i Täby. Där är alla klassrum utrustade med Solar-X S-50.

Mätningar har gjorts i klassrum med och utan S-50 respektive S-80 film. En temperaturskillnad på sju grader C har uppmätts och lärarna vid skolan har uttryckt stor belåtenhet med de ljus-reflekterande fönstren.

b) Donahue & Donahue

Enligt en rapport från maj 1968 omtalar Donahue & Donahue att man i Lowell Massachusetts installerade Solar-X i april 1967. Före installationen uppgick driftkostnaderna för uppvärmning och ventilation till 10 900 dollar per år. Efter installering av Solar-X sparade man 20 % och driftkostnaderna uppgick till endast 8 750 dollar följande år.

Man är i Lowell mycket nöjd med uppnådda resultat, inte bara för att kostnaderna har reducerats, utan också för att uppvärmnings- och ventilationssystemet har blivit lättare att balansera och för att antalet klagomål på inomhusklimatet reducerats.

c) Försöksresultat vid Danmarks Tekniska Högskola

Vid laboratoriet för värmeisolering vid Danmarks Tekniska Högskola, har man gjort en undersökning om vilken solavskärmande verkan Sun-X F-66 Reflective film har, när den är monterad på ett dubbelfönster. Den solavskärmande verkningsgraden anges med hjälp av avskärmningsfaktorn F , definierad som förhållandet mellan totalt transmitterad solstrålning genom ytan med Sun-X och ytan utan Sun-X.

I det fall då filmen sitter på insidan av det invändiga glaset, har man funnit att 37,5 % av den infallande strålningen reflekteras, medan 27,5 % av den kortvågiga strålningen transmitteras. Resterande 35 % av strålningen absorberas i glas och film. På grund av den absorberade strålningen kommer det invändiga glaset att bli något varmare än rummet, 15 - 20°C vid en solstrålning av 700 kcal/h · m².

Det uppvärmda glaset avger en del värmestrålning till rummet genom konvektion och värmestrålning. Avskärmningsfaktorn för dubbelfönstret med Sun-X F-66 blir därför mellan 0,56 och 0,65, beroende på lufttillståndet kring fönstret.

I det fall då filmen sitter på insidan av det utvändiga glaset, fann man att 41,3 % reflekteras och 27,8 % av den kortvågiga strålningen transmitteras, nästan samma värden som i första fallet. Då absorptionen sker i det glas som är vänt mot det fria, kommer bara en mindre del av den absorberade värmen att tillföras rummet. Avskärmningsfaktorerna blir därför i detta fall från 0,43 till 0,51, beroende på lufttillståndet kring fönstret.

Användbarhet

Sun-X och Solar-X reflekterande film är avsedd för fönster i skolor, sjukhus, kontor, fabriker, bostäder m.fl. för att minska inläckande solvärmefflöde och irriterande bländning. Genom att den kan limmas på insidan av det inre fönsterglasat är den användbar även på isolerrutor. Filmen är genomsynlig men bilden blir något mörkare och ljusinsläppet något mindre än vid klart glas.

Bedömning av framtida möjligheter

De värmereflekterande filmerna torde kunna användas på fönster till alla nu befintliga byggnader. Den hittills begränsade användningen torde i stor utsträckning bero på bristfällig marknadsföring och information.

4.3 Fönsterkonstruktioner med invändiga fönsterskydd

4.3.1 "Vero-sol" Idéfönster 6

Marknadsförs av Velrolme International, Amsterdam, Holland.

Tillverkning

Vero-sol är namnet på ett tygmateriel som är aluminiserat genom en särskild patenterad process.

Ett polyestertyg, redan färgat och specialbehandlat, drages genom en vakuumtank i vilken aluminiumtråd förångas vid mycket hög temperatur. De förångade metallatomerna fastnar vid tygytan och bildar ett mycket tunt lager av aluminium, ungefär 10^{-7} m. Lagret reflekterar både värme och ljus som en spegel. Processen påverkar ej den textila karaktären hos tyget på något sätt.

Före och efter aluminiseringsprocessen ges tyget en specialbehandling, som inkluderar kemiska och mekaniska processer, för att säkerställa att aluminiumlagret förblir ordentligt fastsatt och att tyget får lång livslängd.

Tre typer tillverkas. Vero-sol 310 är halv-transparent, Vero-sol 312 är transparent och Vero-sol 314 är non-transparent.

Fysikaliska egenskaper

Vero-sol ger skydd mot överskottsvärme i ett rum. Metallagret reflekterar upp till 68 % av solenergin som resulterar i temperaturfall hos rumsluften. På vintern är förhållandet det motsatta. Gardinen reflekterar värme tillbaka till rummet och sänker därvid värmeförlusterna genom fönstret.

Med Vero-sol 310 och 314 förblir möjligheten att se ut oinskränkt, medan det är omöjligt att se in under normala förhållanden beroende på den spegellika silverytan på tygets baksida. Samma sak gäller för den mängd ljus som släpps igenom. Det infallande ljuset diffuseras i rum med Vero-sol gardiner.

Polyestergarnet med vilket Vero-sol är uppbyggt är slitstarkt och töjer sig eller krymper inte. Det är motståndskraftigt mot ultravioletta strålar. Tyget kan också fås färgbeständigt. Metalliseringsprocessen täpper inte igen porerna i materialet och det förblir därför poröst. Vero-sols värmereflekterande egenskaper ökar i förhållande till den yta som är solexponerad och den längd som erfordras är därför mycket mindre än för vanliga textilier. Emellertid behövs för att få en dekorativ effekt ett tillägg av 30 - 50 %. Ökad längd utöver detta minskar den reflekterade värmemängden.

Tygets blanka yta är antistatisk och attraherar inte damm och smuts, gardinerna behöver endast tvättas en gång om året.

Redovisning av utförda mätningar

Beräkningar utförda av civilingenjör Engelbrekt Isfält KTH avser:

- 1) Tre typer av Vero-sol gardiner innanför klart tvåglasfönster: transparent (312), halv-transparent (310) och non-transparent (314). Grunddata efter broschyr.
- 2) Heated Twindow. Data efter broschyr.

- 3) Persienn mellan klara glas. För persiennen gäller: lamell-
ytans absorptionsfaktor för solstrålning = 0,4, lamellut-
ning = 45° , profilvinkel = 30° (= infallsvinkeln när solen
står mitt för fönstret), förhållandet lamellbredd steghöjd
= 1,2.

Slutvärden för fall 1 och 3 har fåtts med hjälp av datorberäk-
ning. Data för Twindow finns färdiga i broschyrer. Vero-sol gar-
dinerna har ungefär samma transmission för synligt ljus som för
hela solspektrum. Samma antagande har gjorts beträffande persi-
enn. Resultaten finns i tabell 2.

Avskärningsfaktorn F_1 är förhållandet mellan K för fönstret och
K för ett oskyddat tvåglasfönster, $K = 0,78$ vid infallsvinkel
= 30 %.

Amerikanernas Shading Coefficient SC avser samma sak men refere-
rar i stället till enkelglas.

Värdena på F_1 ger ett mått på effektiviteten ur solskyddssynpunkt
för fönster med samma yta. Om man tar hänsyn till ljustransmis-
sionen så att alla fönster ger samma ljus får de göras olika
stora:

$$T_{\text{synl}} \cdot A = \text{konst.}$$

Konstanten väljes så, att det persiennförsedda fönstret får en
yta av 1 m^2 , dvs. konst. 0,082.

Värmeinläckningen relativt det persiennförsedda fönstret blir
då:

$$\frac{F_1 \cdot A \cdot 100}{38 \cdot 1} \% \quad \text{Erhållna värden är uppställda i tabell 3.}$$

I denna jämförelse har ingen hänsyn tagit till den varierande
ljusfördelningen i rummet vid olika fönsterstorlekar. Ej heller
har bländningen beaktats.

Värdena i tabell 2 och 3 gäller, då ute- och innetemperaturen
är lika. Där detta inte är fallet överlagras värmetransmissio-
nen på vanligt sätt ($k \cdot A \cdot \Delta t$).

Användbarhet

Vero-sol gardiner hängs med den metalliserade sidan utåt. Efter-
som värmestrålarna påverkas av den ej metalliserade sidan av ty-
get, är det inte nödvändigt att på vintern hänga gardinerna med
den metalliserade ytan inåt. Om möjligt bör gardinerna hängas
8 cm från fönsterytan. Trots att tyget är poröst bildas ett la-
ger av luft mellan fönstret och gardinen, vilket gör att den
termiska isoleringen ökar.

Eftersom man har funnit att gardinerna i allmänhet utsätts för
beröring på samma ställe och för mycket vidrörande av gardinen
kan skada materialet, är det rekommendabelt att använda dragsnöre
eller dylikt vid handhavandet.

Bedömning av framtida möjligheter

Användning av reflekterande gardin är ett elegant sätt att lösa värme- och ljusinstrålningen genom fönster. Ljusinstrålningen kan lätt regleras till önskat värde och gardinen torde vara en billig och enkel lösning för många äldre byggnader för fönster på solsidan.

4.3.2 Fönsterkonstruktion med utanpåliggande skärm av värmeabsorberande glas

Utformning

Ett fast solskydd av värmeabsorberande glas placeras på ett par centimeters avstånd från fönstrets yta. Solskyddets funktion är att den i solskyddet absorberade värmen borttransporteras av ytterluften genom egen konvektiv värmeövergång i spalten mellan fönsteryta och solskydd. Denna funktion är grundläggande för att uppnå hög effektivitet. Spaltavståndet är ur strömningsteknisk synpunkt betydelsefullt. Under vissa förhållanden kan värmetransporten ske enbart genom ledning. I fall med stor spaltbredd sker värmetransporten liknande övergången vid en plan yta.

Fysikaliska egenskaper

Som angivits i avsnitt 1.4 är det av stor betydelse att det värmeabsorberande glaset kyls så att absorberad värmeenergi borttransporteras. I annat fall erhålles en sekundär strålning från glaset. Värmetransporten kan antingen ske med tvångsventilation eller egenkonvektion varvid det sistnämnda är att föredra. Egenkonvektionen är beroende av spaltens bredd och höjd. Vid breda spalter är värmeövergångstalet oändligt stort och vid små spaltbredder sker värmetransporten genom ledning.

Användbarhet

Skärmar av värmeabsorberande glas utanför fasaden påverkar frågan om huskroppens utformning. Emellertid ger sådana skärmar möjlighet att utan hinder av skärmen se nedåt-utåt från fönstret samtidigt som värme- och ljusinstrålning snett uppifrån solen förhindras.

Framtida möjligheter

Genom applicering av utanpåliggande skärmar av värmeabsorberande glas förändras byggnaders arkitektur. Vad gäller kontorsbyggnader torde denna möjlighet vara ett intressant alternativ som dessutom medför endast begränsade kostnader.

5 FÖNSTERKONSTRUKTIONER MED EJ MARKNADSFÖRDA MATERIAL

5.1 Fönsterkonstruktioner med elektrisk uppvärmning

5.1.1 Motståndsupphettning inne i glaset

För användning inom bilindustrin tillverkas elektriskt uppvärmda bakrutor för personbilar. Upphettning sker för att hålla sikten fri bakåt genom avfrostning vintertid och för att hålla rutan imfri vid fuktig väderlek.

De första bilar, som utrustats med dessa glas, är Volvos 145- och 164-modeller. Utvecklingen går sannolikt mot att samtliga personbilar som säljs i Sverige förses med dessa rutor. De tillverkas av Trempex AB, Eslöv.

Tillverkning

Utgångsmaterial är 5 mm maskinglas som skäres, slipas och tvättas varefter det värmes i ugnar till ca 700°C med åtföljande hastig avkylning i luft. Vid denna chockavkylning uppstår olikriktade spänningar i glaset, tryckspänningar i yt-skiktet, dragspänningar i kärnan.

På maskinglasen appliceras en silverpasta, där andelen silver utgör ca 70 %. Silverbeläggningen utformas dels som samlingsskenor för anslutning till strömkälla dels som horisontella fördelningsband. Samlingsskenorna förbinder den horisontella beläggningen som utformas som ett smalt band med ca 70 mm delning. Vid den ovan beskrivna härdningen sker samtidigt en fastbränning av silverpastan. Metoden är patenterad.

Fysikaliska egenskaper

Maskinglas - 5 mm
 Yta på färdig bilruta ca 0,8 m²
 Centrumavstånd värmetrådar 30 mm
 Spänning 12 V
 Resistens 0,8 - 1,2
 Effekt 120 - 180 W
 Material i värmetrådar ej uppgivet

Princip

Fönsterkonstruktionen kan ges en invändig yttemperatur, som överensstämmer med lokalens temperatur genom ingjutna motståndstrådar i glaset, som uppvärms elektriskt.

Bedömning av framtida möjligheter

Motståndstrådarna är väl synliga på glaset och stör optiskt sikten genom glaset. Det torde vara möjligt att tillverka dem av mer transparent material eller som smalare band. Den delning på 30 mm som användes på bilrutor är onödigt tät för byggnadsfönster. Tillverkaren har förklarat sig villig medverka vid försök med plana glas för byggnader där betydligt glesare delning är tänkbar. Eventuellt kan det räcka med ett enda band av motståndstråd kring fönstrets kanter.

5.1.2 Extern uppvärmning av glaset

Princip

Fönsterkonstruktionen kan ges en invändig yttemperatur som överensstämmer med lokalens temperatur genom extern uppvärmning med elvärmare inbyggd i karm alternativt båge, genom utnyttjande av termoelektriska element varvid temperaturskillnaden mellan ytterluft och innerluft utnyttjas samt genom IR-strålningsuppvärmning av den inre glasytan.

Elvärme kan inbyggas i karmen eller bågen runt om hela fönstret och torde vid ej allt för stora fönster ge en relativt jämn temperatur över glasrutan med utnyttjande av skillnaden mellan ytter- och innertemperatur. Emellertid kommer då uppvärmningseffekten att vara beroende av den yttre temperaturen (dvs. temperaturskillnaden). En omvänd Peltiereffekt torde kunna utnyttjas vid höga yttemperaturer och kunna utnyttjas för kylning av värmeabsorberande inre glas och därmed eliminera den sekundära strålningen.

Uppvärmning av den inre glasytan genom IR-strålning kan ske antingen genom separata IR-lampor strax innanför fönstret eller genom att utnyttja ordinarie rumsbelysning, som arrangeras så att optimal värmeenergi överföres till fönstret och där absorberas.

Användbarhet

Utnyttjande av elvärmare inbyggd i fönsterkonstruktionens karm eller båge möjliggör en relativt enkel reglering av effekten genom värmeelement, men begränsas av svårigheten att anbringa elektriska kontakter i fönsterkonstruktionen och av det faktum att man särskilt vid större ytor får temperaturgradient från fönsterkanten och in mot fönstrets mitt beroende på glasets relativt låga värmeledning.

Utnyttjande av termoelektrisk effekt för uppvärmning och avkylning av den inre glasytan möjliggör en billig värmekälla och temperaturregleringen underlättas av att den termoelektriska effekten är beroende av temperaturskillnaden mellan ytter- och innerluften. Man erhåller en automatisk reglering av uppvärmningen, som direkt avpassas till behovet.

Emellertid torde den erforderliga uppvärmningseffekten vara så stor att betydande svårigheter föreligger att med nu tillgängliga material erhålla tillräcklig uppvärmning. Den termoelektriska effekten är reversibel och kan utnyttjas för avkylning av ett värmeabsorberande glas som vid höga yttemperaturer och kraftig solinstrålning kan förhindras att avge sekundär värmeinstrålning. På samma sätt som vid ovan nämnda uppvärmning uppkommer temperaturskillnader mellan fönstrets kant och mitt, särskilt vid stora fönster.

Uppvärmning av den inre glasytan med infraröd strålning möjliggör en jämn yttemperatur och värmeabsorptionen i fönstret kan regleras genom lämplig glassammansättning för maximal IR-absorption. En relativt enkel balansering av IR-strålningen erhålles genom att man vid stark solinstrålning som medför uppvärmning av glaset naturligt minskar belysningen i lokalen.

Bedömning av framtida möjligheter

Några beräkningar av de uppvärmningseffekter, som skulle erfordras vid extern uppvärmning av den inre glasytan finns inte tillgängliga. Ej heller är det utrett om den möjliga tillgängliga termoelektriska effekten med utnyttjande av temperaturskillnaden mellan inner- och ytterluft är tillräcklig för uppvärmning av glaset. De framtida möjligheterna torde vara störst för extern uppvärmning genom IR-strålning och då om man kan utnyttja rumsbelysningen.

5.2 Fönsterkonstruktioner med material som reversibelt kan ändra sin transmission

5.2.1 Fotokroma glas

Princip

Fotokroma glas kan ändra sin transparens beroende på det infallande ljusets intensitet. De mest kända fotokroma glasen består av ett alkaliborsilikatglas innehållande silverhalidkristaller med en kornstorlek mellan 5 och 30 nm och en maximal silverhalt på 0,7 viktprocent. Silverhalidkristallerna sönderdelas i silver och halogen vid bestrålningen med ljus. De utreducerade silveratomerna kan, till skillnad från silverpartiklar i en fotografisk film, ej diffundera tillsammans och bilda större agglomerat i den högviskösa glasmassan. Det förekommer därför inga förluster av reaktionsprodukterna silver och halogen, utan de återförenas när bestrålningen upphör.

Den hastighet med vilken glaset mörknar och återigen bleknar, dess spektrala känslighet, mörkningsgraden och temperaturberoendet kan varieras i hög grad genom förändring av sammansättning och processparametrar. Glas innehållande enbart silverklorid mörkfärgas huvudsakligen av ultraviolett ljus i våglängdsområdet 300 till 400 nm medan glas innehållande såväl silverklorid som silverbromid eller med enbart silverbromid mörkfärgas av ljus i våglängdsområdet 300 till 550 nm. Glas som innehåller silverklorid och silverjodid mörkfärgas av ljus med våglängden 300 till 650 nm. Tiden för blekningen (uppkläringen) varierar från några sekunder till några timmar beroende på glasets sammansättning, värmebehandling samt temperatur. Blekningen beror även på strålningsmiljön och accelereras av infraröd strålning. Silverhalidglasen är normalt inte känsliga för utmattnings- och reversibiliteten behålls fullständigt.

Användbarhet

Det fotokroma glaset har främst utvecklats av Corning Glass Works i USA och i bilaga 2 anges några ytterligare företag, som tillverkar fotokroma glas. Dessa glas har emellertid främst på grund av det höga priset hittills endast fått en begränsad användning. Så har t.ex. fotokroma glas använts för automatisk exponeringskontroll i kameror, till solglasögon som reglerar sin transmission beroende på ljusstyrkan. Intresse finns också att utnyttja fotokroma glas till vindrutor i framför allt bilar och flygplan.

Bedömning av framtida möjligheter

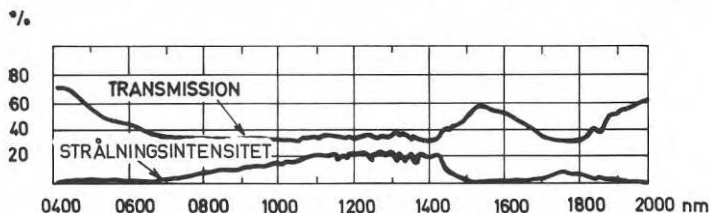
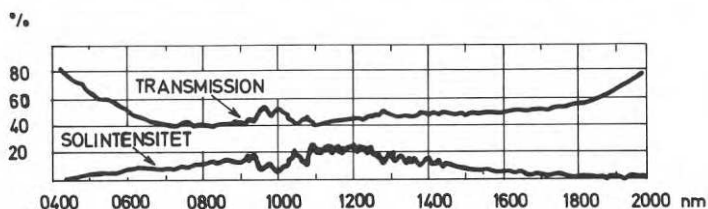
Det är nu möjligt att i byggnadstekniken använda fotokroma fönsterglas för att reglera fönstrens ljusgenomsläpplighet. Fotokroma glas kan få stor betydelse vid användning för skydd av föremål som är känsliga för ljus i t.ex. museer, bibliotek och tavelgallerier. Andra tänkbara användningsområden är inom emballageindustrin för skydd av ljuskänsliga lösningar och inom data-tekniken för lagring av data. Det höga priset utgör det största hindret för ett allmänt utnyttjande av fotokromiskt glas i byggnadstekniken och man kan förvänta att glaskonstruktioner där ljustransmissionen reversibelt kan ändras på andra sätt kommer att utvecklas. Möjligheten att genom en ökning av tillverkningsvolymen kunna sänka priset på fotokroma glas är begränsad beroende på den relativt komplicerade tillverkningsprocessen och den höga kostnaden för silver.

5.2.2 Andra möjligheter att reversibelt ändra ett fönsters transmission

Fotokroma glas är genom sin komplicerade framställning och sammansättning mycket dyra och man kan ej förvänta att priset skall kunna sänkas i så hög grad att användning av fotokroma glas skall kunna ersätta andra fönsterkonstruktioner för minskning av ljus- och värmeinstrålning. Emellertid finns andra fotokroma material på organisk-kemisk bas, som skulle kunna utnyttjas i form av en tunn film mellan två glasskivor.

Sådana fotokroma material finns kommersiellt tillgängliga men har ännu ej i högre grad utnyttjats för fönsterkonstruktioner bl.a. beroende på en viss utmattningsseffekt.

Man kan i mellanrummet mellan två glasskivor applicera material, vars transmission reversibelt ändras på annat sätt än genom påverkan av ljusintensiteten. Material finns kommersiellt tillgängliga som ändrar sin transmission genom inverkan av t.ex. temperatur (s.k. flytande kristaller) eller elektriskt fält (s.k. Kerr-cell). Utvecklingen av fönsterkonstruktioner där sådana material ingår är emellertid i sin linda och torde komma att finnas kommersiellt tillgängliga först i slutet av 70-talet och då möjligen p.g.a. sitt lägre pris kunna allvarligt hota marknadsutvecklingen av fotokroma glas.



I FIG. 14 (överst) och 15 anges transmissionen hos ett fotokromt glas tillsammans med strålningsintensiteten under ett dygn vid ett prov i USA.

Utnyttjande av fönsterkonstruktioner av den typ, som ovan skisserats, torde vara av mycket stor betydelse för värme- och ventilationsekonomin i byggnader, men även bidra till den personliga komforten för den personal, som skall vistas i byggnaderna i fråga. Emellertid har de flesta av dessa fönsterkonstruktioner ej provats i Sverige i här förekommande fönstertyper, uppvärmnings- och ventilationssystem samt klimat. Vidare har de under punkt 5.2.2 nämnda materialen ej heller utprovats för utnyttjande i fönster i byggnader och deras prestanda är därför ej bekanta.

Experimentella studier

Följande kommersiellt tillgängliga fönsterkomponenter bör utprovast:

Heated Twindow

Solar-X

Sun-X Reflective Film

Vero-sol

i avseende på värmetransmission i olika riktningar vid olika solstånd och årstider och för Heated Twindow olika pålagda värmeeffekter i svenskt klimat.

Med det kommersiellt tillgängliga fotokroma glaset bör experimentella studier göras av transmissionsegenskaper och möjligheter att inkorporera ett sådant material i en verklig fönsterkonstruktion utan att den fotokroma effekten störs. Av praktiska och ekonomiska skäl kan sådana experimentella studier behöva göras i mindre skala.

Utvecklingsarbete

På basis av experimentella resultat studeras olika fönsterkonstruktioner med t.ex. dubbelrutor och för Heated Twindow inkopplingsmöjligheter anpassade till behov av rörliga fönster, säkerhetsfaktorer etc.

Beträffande idéfönster 7 behöves särskilt utvecklingsarbete med avseende på möjligheten att inkorporera det yttre värmeabsorberande glaset i fasaden eller andra möjliga fönsterkonstruktioner med tvångscirkulation för avkylning av glaset för att möjliggöra en mera kompakt konstruktion.

I samarbete med AB Tremplex bör fönster med inbyggda motståndstrådar utvecklas och provas för att få fram lämpligaste trådarrangemang och värmeeffekt för optimal verkan och minimal optisk störning.

Fortsatta studier

De alternativ till fotokroma glas som diskuterats i avsnitt 5.2.2 bör närmare undersökas och om möjligt experimentellt utprovast förutom i avseende på transmissionen även i avseende på utmattning och möjlighet till inkorporering i fönsterkonstruktioner av olika slag.

TAB. 1. För Heated Twindow erforderliga yteffekter för fyra olika orter under vinterförhållanden, beräknade av tillverkaren.

Ort	Utetemp °C	Erforderlig yteffekt W/m ²	Innerytans temp. °C
Fairbanks, Alaska	-51	190	+24
Minneapolis, Minn.	-34	150	+24
St Louis, Missouri	-20	120	+24
Dallas, Texas	-10	90	+24

TAB. 2. Transmission, avskärningsfaktorer och shading coefficient för olika produkter, enligt civilingenjör E. Isfält, KTH.

Produkt	Transmission						
	Direkt	Sekundär	Total	Synl	F ₁	F ₂	SC
	T	K-T	K	Tsynl	%	%	%
Vero-sol 312	0,349	0,165	0,514	=T	66	45	59
Vero-sol 310	0,197	0,199	0,396	=T	51	25	46
Vero-sol 314	0,070	0,259	0,329	=T	42	9	38
TWINDOW	0,091	0,083	0,174	0,19	22	12	20
Persienn	0,082	0,217	0,299	=T	38	11	34

TAB. 3. Fönsteryta och relativ solvärmeinläckning, grundade på lika mycket ljus genom de olika fönstren enligt civilingenjör E. Isfält, KTH. F är avskärningsfaktorn.

Produkt	Yta A m ²	F ₁ %	Relativ solvärmeinläckning %
Vero-sol 312	0,235	66	41
Vero-sol 310	0,417	51	56
Vero-sol 314	1,17	42	113
TWINDOW	0,342	22	25
Persienn	1,00	38	100

BILAGA 1 Förteckning över tillfrågade glastillverkare

1. Andersen Corp.
Bayport, Minnesota 5503 USA.
2. Chamberlin Company of America
660 Madison Ave., New York NY 10021 USA.
3. Libbey-Owens-Ford Glass Co.
811 Madison Ave., Ohio 43624 USA.
4. Mississippi Glass Co.
Missouri 63147, St Louis USA.
5. Pam Co.
1951 Wilson St., Portland, Oregon 97209 USA.
6. Rusco, A Div. of Rusco Industries Inc.
Box 387 Pandora, Ohio 45877 USA.
7. Swift Lubricator Co. Inc.
131 22 st Elmira NY 14902 USA.
8. PPG Industries Inc.
One Gateway Center Pittsburgh, PA 15222 USA.
9. Wilson Morris Crain and Anderson
3465 West Alabama P.O. Box 22715 Houston Texas USA.
10. Sté Saint-Gobain
62 Boulevard Victor Hugo
Neully sur Seine F-92-Paris.
11. Sté BSN
Boulevard Malesherbes F-75-Paris.
12. Scanglas A/S
Norvangen 4220 Korsør Danmark.
13. Trempex AB
24100 Eslöv

BILAGA 2 Förteckning över marknadsförda glasprodukter

ELEKTRISKT LEDANDE GLAS
(electrically conductive glass)

Aircon - PPG (U.S.)
 Eleclite - Nippon Sheet Glass Co. Ltd. (Japan)
 Electrapane - LOF (U.S.)
 Electriplex - Triplex Safety Glass Co. Ltd. (U.K.)
 Heatlex - Central Glass Co. Ltd. (Japan)
 Nesa - PPG (U.S.)
 Nesatron - PPG (U.S.)
 Radiaver - Glaceries Réunies S.A. (Belgium)
 Ra-Grid - ASG Industries Inc. (U. S.)
 Raybel - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Tectig - LOF (U.S.)
 Therglas - Verres Industriels S.A. (Switzerland)
 Therlite - Nippon Sheet Glass Co. Ltd. (Japan)
 Triplex Hotline - Triplex Safety Glass Co. Ltd. (U.K.)

VÄRMEABSORBERANDE OCH VÄRMEREFLEKTERANDE GLAS
(heat-absorbing and heat-reflecting glasses)

Acalor - Union Commerciale des Glaceries Belges (Belgium)
 Acapale - Union Commerciale des Glaceries Belges (Belgium)
 Actinic - Pennsylvania Wire Glass Co. (U.S.)
 Aklo - ASG Industries Inc. (U.S.)
 Anthelios - Glaceries de Saint Roch S.A. (Belgium)
 Antisol Profilit - Moosbrunner Glasfabrik GmbH (Austria)
 Antisun - Pilkington (U.K.)
 Ardonax - Vereinigte Zwieseler & Pirnaer Farbenglaswerke AG
 (W. Germany)
 Asahiblu - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Asahibronze - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Asahigray - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Athermane - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Athermic - Saint-Gobain (France) - BSN (France)
 Auresin - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Belgrey - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Blue-Pane - Nippon Sheet Glass Co. Ltd. (Japan)
 Blueral - Central Glass Co. Ltd. (Japan)
 Bronzelite - Australian Window Glass Pty. Ltd. (Australia)
 Bronze-pane - Nippon Sheet Glass Co. Ltd. (Japan)
 Bronzeral - Central Glass Co. Ltd. (Japan)
 Calorex - Pilkington (U.K.) - Jenaer Glaswerk Schott & Gen.
 (W. Germany)
 Cendré - Société Industrielle Triplex S.A. (France)
 Claricast - Vereinigt Glaswerke (W. Germany)
 Coldlite - Australian Window Glass Pty. Ltd. (Australia)
 Colortrans - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Contracalor - Spiegelglaswerke Germania AG (W. Germany)
 Coolaray - S. A. Glaverbel (Belgium)
 Coolblue - Shatterprufe Safety Glass Co. (Pty.) Ltd. (S. Africa)
 Coolite - C-E Glass (U.S.)
 CudopAuresin - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Cudo-Bronze - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Cudo-Gold - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)

Cudo-Grau - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Cudo Infrastop - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Detag-Auresin - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Detag-Gold - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Dethermal - Used in Czechoslovakia
 Diamond-Cool - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Easilite - LOF (U.S.)
 Exuro - Deutsche Spiegelglas AG (W. Germany)
 E.Z. Eye - LOF (U.S.)
 Filtrabronze - Glaceries de Saint-Roch S.A. (Belgium)
 Filtragrey - Glaceries de Saint-Roch S.A. (Belgium)
 Filtralux - BSN (France)
 Filtrasol - Glaceries de Saint-Roch S.A. (Belgium)
 Florentine-Southwestern Sheet Glass Co. (U.S.)
 Glattantik - Vereinigt Glaswerke (W. Germany)
 Graylite - PPG (U.S.)
 Graypane - Nippon Sheet Glass Co. Ltd. (Japan)
 Grayral - Central Glass Co. Ltd. (Japan)
 Greenal - Used in Czechoslovakia
 Heliogrey - Glaceries de Saint-Roch S.A. (Belgium)
 Hishikool - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Infrastop - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Irox - Jenaer Glaswerk Schott & Gen. (W. Germany)
 Italor - Fabbrica Pisana S.p.A. (Italy)
 K.60 - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Katacolor - Saint-Gobain (France)
 K.O.A. - BSN (France)
 Koolgray - ASG Industries Inc. (U.S.)
 Koolvue - ASG Industries Inc. (U.S.)
 LHR - PPG (U.S.)
 Lo-Tran - Houze Glass Corp. (U.S.)
 Lustrablu- American Window Glass Co. (U.S.)
 Lustragold - ASG Industries Inc. (U.S.)
 Lustragrey - ASG Industries Inc. (U.S.)
 Lustrakool - American Window Glass Co. (U.S.)
 LVS - Emmaboda Glasverk AB (Sweden)
 Neutralite - Saint-Gobain (France)
 Neutropane - Dearborn Glass Co. (U.S.)
 Ombral - Vereinigte Glaswerke (W. Germany)
 Parallel-O-Bronze - LOF (U.S.)
 Parallel-O-Grey - LOF (U.S.)
 Parlux - Vereinigte Glaswerke (W. Germany)
 Parsol - Saint-Gobain (France)
 Partitionlite - Australian Window Glass Pty. Ltd. (Australia)
 Reflectovou - New York Air Brake Co. (U.S.)
 Rosal - Used in Czechoslovakia
 Sahara - Société Industrielle Triplex S.A. (France)
 Satin-Grey - Australian Window Glass Pty. Ltd. (Australia)
 Sepia - Société Industrielle Triplex S.A. (France)
 Shadowlite - Triplex Safety Glass Co. Ltd. (U.K.) - shatterprufe
 Safety Glass Co. (Pty.) Ltd. (S. Africa)
 Sigla-Bronze - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Sigla-Rauch - Flachglas AG Delog-Detag (W. Germany)
 Softlite - Vereinigte Glaswerke (W. Germany)
 Solarban Twindow - PPG (U.S.)
 Solarbronze - PPG (U.S.)
 Solarex - Pilkington (U.K.)
 Solargrey - PPG (U.S.)

Solarpane - Oxelösunds Järnverk (Sweden)
 Solar Shield - Corning Glass Works (U.S.)
 Solarshield - Shatteprufe Safety Glass Co. (Pty.) Ltd. (S. Africa)
 Solex - PPG (U.S.)
 Spectrafloat - Pilkington (U.K.)
 Spectralite - Pilkington (U.K.)
 Steel Grey - Vereinigte Glaswerke (W. Germany)
 Stopray - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Subdoo - Laminated Glass Corp. (U.S.)
 Summer - Used in Czechoslovakia
 Sun Blue - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Sun Bronze - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Suncast - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Suncut - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Sun Gray - Asahi Glass Co. Ltd. (Japan)
 Sunplate - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Sunshade - PPG (U.S.)
 Termiglas - Cristalerias Vidrart S.A. (Argentina)
 Thermo-Lite - Thermo-Lite Inc. (U.S.)
 Thermolite - Southwestern Sheet Glass Co. (U.S.)
 Thermosol - S.A. Glaverbel (Belgium)
 Thermostop - Verreries E. Gobbe-Hocquemiller S.A. (Belgium)
 Tranquilite - Safetee Glass Co. Inc. (U.S.)
 Triplex Sundym - Triplex Safety Glass Co. Ltd. (U.K.)
 Tropic - Société Industrielle Triplex S.A. (France)
 Twi-Lite - Amerade Glass Co. (U.S.) - Shatterproof Glass Corp. (U.S.)
 Ultrasorb - Owens-Illinois Inc. (U.S.)
 Velo - Sovirel (France)
 Vercolor - Vetreria di Vernante S.p.A. (Italy)
 Vidcolor - Vidplan S.A. (Uruguay)
 Vinylex Shadowlite - Tudor Safety Glass Co. Ltd. (U.K.)
 Visu-Lite - Laminated Glass Corp. (U.S.)

FOTOKROMT GLAS
 (Photochromic glass)

Bestlite - Corning Glass Works (U.S.)
 Colormatik - Optische Werke G. Rodenstock (W. Germany)
 Contrasol - Dr G.W. Kuhl (Bavaria)
 Photogray - Corning Glass Works (U.S.)
 Solarmatic - Bachmann Brothers Inc. (U.S.)
 Thermex - J. Eberspächer (W. Germany)
 Variosol - Jenaer Glaswerk Schott & Gen. (W. Germany)

LITTERATUR

1. Planglas, Rune Persson, Teknisk dagbok
(AB Hasse W Tullberg, Stockholm 1965)
2. Flat Glass Technology, R Persson,
Butterworth & Co (Publishers) Limited, 1969
3. 3:70 Från Byggforskningen
4. The control of sun exposure, a thorough study
conducted by SAINT-GOBAIN (Hermann Derlien Aktiebolag)
5. Installation Redommendations, Tinted Glass,
PPG-TSR No. 104B - Tinted Glass
6. Windows and Environment, Part 1, Light and Life,
(Pilkington Brothers Limited 1969)
7. Broschyr - Technical Data
Libbey - Owens - Ford Glass Co.
8. Broschyr - Technical Data
Laminated Plate Glass with Var-Tran Cr Coating
Libbey - Owens - Ford Company
9. Broschyr - Electrapane
Libbey - Owens - Ford Glass Co.
10. Broschyr - L-O Announces Vari-Trans Golden
Reflective Glass
Libbey - Owens - Ford Glass Co.
11. Broschyr 4a/Li - Glass for Construction
Libbey - Owens - Ford Company.
12. Sun-X Glass Tinting - Broschyr 18e/Su
(Lateco Agenturer AB)
13. Sun-X Broschyr Ro9 - Hazenco AB, Lateco
Agenturer AB
14. Sun-X Solfilter - Broschyr Sf B(31)X -
Lateco Agenturer AB
15. Sun-X Technical Information - Reflective
Glass Tinting Film (Lateco Agenturer AB)
16. Sun-X Broschyr Ro9 - Hazenco AB, Lateco
Agenturer AB
17. Nyhet från Sun-X Sf B(31)X
Lateco Agenturer AB
18. PDS n-3 - Heated Twindow Insulating Glass
Stellan Mohlin AB

19. An Announcement - Heated Twindow
20. Study of the electrically heated window installation at Hill Crest Country Club - West Penn Power Company
21. Outdoor air Temperature FIG. 1.
22. Solar-X - Broschyr - AB Event produkter
23. Solar-X Film - Specifications and Architectural Guide No. 560
24. Solar-X No. 460 Technical Information
25. Glass Product Recommendations Solarban Twindow Technical Service Report No. 106A
26. Utdrag ur tidskrift Heating, Piping & Air Conditioning, Dec. 1968
How Louvered Sun Screens Cut Cooling, Heating Loads
27. Utdrag ur tidskrift Heating, Piping & Air Conditioning Aug. 1967
How Insulating Glass Cuts Cooling Loads
28. Utdrag ur tidskrift Heating, Piping & Air Conditioning Jan. 1969
All-Electric Office Building Serves as Energy Utilization Lab.
29. Utdrag ur tidskrift Ny Teknik 1969 - 27
30. A Subjective Evaluation of Effects of Solar Radiation and Re-Radiation
From Windows on the Thermal Comfort of Women
31. Pleijel: Fönstrets strålningsstransmission 1:1961
32. Salmang: Die Glasfabrikation
Springer 1957
33. Hopkinson m.fl.: Daylighting
Heinemann London 1966
34. Sunlight in Building
35. Smith G P Photochromic Glasses: Properties and Applications New York 1966

CAPTIONS (engelska figurtexter)

FIG. 1 Transmission of light by 3 mm machine glass containing varying amounts of iron.

FIG. 2 Intensity of solar radiation.

FIG. 3 Variation of the U-value according to the space left between panes.

FIG. 4 Temperature of inside window surface when room temperature is 20°C and the temperature of outdoor air varies.

FIG. 5 Heat absorbent glasses, transmission.

FIG. 6 Transmission curves for two panes with heat and light reflecting properties. Transmission may be varied according to the thickness of the metal layer.

FIG. 7 Heated Twindow operating under summer conditions.

FIG. 8 Heated Twindow operating under winter conditions.

FIG. 9 Operational costs for the Heated Twindow in winter conditions.

FIG. 10 Marketed combinations of the Electrapane.

FIG. 11 Sun-X Reflective film; combination.

FIG. 12 Reflection and transmission when using Solar-X film on glass.

FIG. 13 Spectrometric diagram showing the optical density of 1/4" plate glass with S-80 film.

FIG. 14 Variation of transmission according to solar intensity over a period of 24 hours in a photochrome sheet of glass (fair weather).

FIG. 15 Variation of transmission according to radiation intensity over a period of 24 hours in a photochrome sheet of glass (thundery weather).

R16:1972

Denna rapport avser anslag D 616 från Statens råd för byggnadsforskning till Per-Ove Hedberg och Jan Holmberg vid Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB, Stockholm.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm

Grupp: installationer

Pris: 14 kronor