

# Jämförelse utvändigt och invändigt solskydd - en fallstudie

Projektarbete I kursen Diplomerad solskyddstekniker

2014

Magnus Söderström, Anderas Ivansson, Per  
Holgerson

# Jämförelse utvändigt och invändigt solskydd – en fallstudie

## Sammanfattning

Detta arbete utgör en jämförelse mellan ett utvändigt och ett invändigt solskydd. Arbetet är upplagt som en fallstudie där objektet är Brymas utställningslokal i Göteborg. Det har gjorts ett fönsterbyte från gamla 2-glas till nya 3-glas med lågemissionsbeläggningar. De nya fönstren har ett lägre u-värde vilket minskar värmeförlusterna från rummet. Redan sedan tidigare hade lokalen problem med övertemperaturer på sommarhalvåret och detta riskerar att förvärras med de mer högisolerande glasen. Det utvändiga solskyddet består av en svart screenväv installerad som en fallarmsmarkis. Det invändiga solskyddet består av en rullgardinsinstallation.

Simulering i Parasol visar att G-värdet för det utvändiga solskyddet bara är ungefär hälften så stort (10%) som för det invändiga solskyddet (20%) och de leder till att temperaturen kan hållas <math><25^{\circ}\text{C}</math> i 200h mer under året.

De båda lösningarna utvärderades ekonomiskt med LCC-kalkyl. De båda lösningarna är mycket likvärdiga; 1617kr/år för det utvändiga solskyddet och 1622kr/år för det invändiga solskyddet. Resultatet hänger dock på en antagen livslängd på 15år och uteblivet behov av service i båda fallen.

## Inledning

Detta arbete är utfört inom ramen för kursen "Diplomerad solskyddstekniker" på Mälardalens högskola. Utgångspunkten för arbetet är ett praktiskt problem fall, där en utställningslokal får problem med för höga temperaturer under sommarhalvåret när solen ligger på. Fastighetsägaren vill hitta en lösning på problemet som ger bäst resultat ur ett arbetsklimat perspektiv och ett ekonomiskt perspektiv. Genom att använda de verktyg som ingår i kursen såsom Parasol och Life cycle cost (LCC) kommer ett utvändigt och ett invändigt solskydd att jämföras. Design och smak av de olika lösningarna behandlas inte av detta arbete.

## Bakgrund och teori

Ett solskydd skall minska värmestrålningen samt risken för bländning inomhus. Detta sker genom att större delen av det tillgängliga solljuset reflekteras eller absorberas av solskyddet och på så sätt inte kommer in i rummet. Effektiviteten av dessa processer beror på en mängd faktorer såsom solskyddets placering (på insidan eller utsidan av glaset), materialet och designen av solskyddet, solhöjden, åt vilket väderstreck fönster vetter etc (1). Minskningen av värmeinstrålningen in i rummet kan mätas och beräknas fram, och resultatet presenteras som "g-värdet". G-värdet beskriver hur stor andel av solenergin som kommer in i rummet. Det innebär att ju lägre g-värde ju effektivare avskärmning av värmeinstrålningen.

Ett annat mått som ofta används är T-värdet. Detta är den primära (direkta) solenergitransmissionen. Det är alltså den energi som kommer in i rummet direkt utan att först absorberas (eller reflekteras) av solskyddet eller fönstret. Om man endast använder T-värdet som mått på energin som kommer in i rummet så kommer man underskatta densamma. Det går heller inte att skilja på två solskydd av olika färg som för övrigt är identiska.

Placeringen av solskyddet på insidan eller utsidan av fönstret har stor betydelse på kraven på material hos solskyddet. Ett utvändigt solskydd är exponerat för väder och vind. Det innebär att solskyddet måste vara gjort av material som klarar dessa förutsättningar, vilket ofta innebär tjocka, kraftiga material. Uv-ljuset som avges från solen bryter snabbt ner konstgjorda plastmaterial som skulle kunna tänkas användas till beläggningar eller i garnet i vävarna. Detta gör att man endast kan använda material som har en naturlig stabilitet mot uv såsom akryl eller använda material som det går att ge stabilitet genom tillsatser såsom polyester. (2, 3)

Ett invändigt solskydd är placerat bakom ett eller flera glas. Det innebär att vind inte är en faktor vilket innebär att ett invändigt solskydd inte behöver vara lika kraftigt som ett utvändigt samt att uv-ljus är ett mindre problem eftersom en stor del av uv-ljuset absorberas av glaset. (4)

Normalt vill man ha en design och färg på solskyddet. Det gör det hela mer komplicerat eftersom olika färgämnen har olika stabilitet mot uv ljus, de bleks olika lätt. Speciellt gula och röda färger brukar blekas lätt. De har låg ljusåktighet. Vissa blå färger och framförallt svart har normalt hög ljusåktighet. För att ge samma livslängd måste alltså vissa färger vara mer stabiliserade än andra färger. Dessa problem är större för utvändiga solskydd. (3)

Ett svart solskydd som placeras på utsidan absorberar en stor del av solljuset, en mindre del reflekteras och en del transmitteras (förhållandet avgörs av solskyddets täthet). Den del som absorberas avges därefter som värmestrålning från solskyddet, en del ut från huset och en del in mot fönstret. Ett fönster gjort av glas är förhållandevis transparent för synligt ljus, men långvågig strålning ("värmestrålning") absorberas. Det innebär att fönstret kommer att värmas upp av värmestrålningen från solskyddet. Storleken av uppvärmningen beror på flera andra faktorer där vinden troligen är en av de viktigare. I praktiken innebär detta att g-värde påverkas både av hur mycket av solenergin som väven transmittar samt hur mycket av det absorberade som avges som värmestrålning som träffar glasytan. (1)

Om samma solskydd placeras på insidan är situationen annorlunda. Då kommer först en stor del av solenergin in genom fönstret. Det träffar solskyddet och en mindre del reflekteras ut igen (som synligt ljus). Den större delen absorberas och avges sedan som värmestrålning, en del skickas in i rummet och en del skickas till fönstret. Men fönstret absorberar värmestrålning så även denna del bidrar till att temperaturen inne i rummet ökar. Av detta framgår det tydligt att ett svart solskydd inte är att rekommendera invändigt om man vill sänka temperaturen.

Av ovanstående resonemang följer att ett invändigt solskydd måste reflektera så mycket av solenergin som möjligt för att sänka temperaturen (1). Det görs vanligtvis genom att man använder sig av en vit (bra) eller metallisk yta (bättre). Då kan större delen av solenergin reflekteras ut direkt genom fönsterglas igen utan att omvandlas till långvågig värmestrålning som är fallet för ett svart material. Vanligen eftersträvas diffus reflektion så att solskyddet inte uppfattas som en spegel som bländer personer på utsidan.

Luften i spalten mellan det invändiga solskyddet och fönstret kommer att värmas upp. För att undvika att denna värme kommer in i rummet kan man isolera spalten från rummet samt använda en väv som är tät. Detta kommer att öka solskyddets effekt. (1)

Solskyddets färg och öppningsgrad kommer att påverka hur mycket man kan se ut.

### **Simulering med Parasol**

Parasol är ett simuleringsverktyg som är utvecklades inom ramen för forskningsprojektet "Solar protection in buildings" vid Lunds Universitet. (5). Programmet låter användaren beskriva ett rum med fönster med eller utan solskydd. Beskrivningen är mycket detaljerad och därför finns det möjlighet för leverantörer att låta testa sin produkter för att få produkterna inlagda i programmets databas. Detta

underlättar för användaren som annars måste ha tillgång till dessa värden för att kunna göra en simulering.

Resultatet av simuleringen är soltransmission och energibalans. Soltransmission funktionen ger ett g-värde som kan användas för att jämföra olika lösningars effektivitet mot varandra. En energibalans simulering ger sedan effekten på inomhusklimatet för den valda lösningen. En viss reservation måste man dock alltid ge när man tolkar resultat från den här typen av datorberäkningar både på grund av att vissa indata är mer eller mindre osäkra och på grund av att även avancerade datorberäkningar innefattar förenklingar som kan ha stor betydelse.

### **Life cycle cost (LCC)**

LCC används som ett hjälpmedel att jämföra olika lösningar ur ett ekonomiskt perspektiv under hela deras livstid, istället för att bara titta på den initiala investeringen. Som alla prognoser kräver metoden en del kvalificerade gissningar såsom lösningens livslängd och behov av underhåll etc. Resultatet av analysen är en årlig kostnad för lösningen som vid behov kan jämföras med en analys av en alternativ lösning.

## **Beskrivning av lokalen samt lösningsalternativen**

### **Case**

Efter fönsterbyte i Brymas utställningshall finns det behov av nytt solskydd pga för höga temperaturer i lokalen under sommarhalvåret. Problemet fanns redan med de gamla 2-glas fönstren, men det riskerade att förvärras efter bytet till nya 3-glas med lågemissionsbeläggningar. De nya fönstren har ett lägre u-värde vilket minskar värmeförlusterna från rummet, vilket leder till att den energin som kommit in i rummet får svårare att lämna rummet igen, vilket i sin tur leder till ökad temperatur. Men samtidigt betyder det också att mindre energi kommer in i rummet till att börja med. Den totala glasytan är den samma och glasen är orienterade mot söder. Kunden vill jämföra ett utvändigt och ett invändigt solskydd ur ekonomisk synvinkel samt få en uppfattning om effekten på inomhusklimatet.



Figur 1 Brymas utställningslokal (Foto: Andreas Ivansson)

### **Kundkrav**

Ej mörkläggande

Viss genomsikt

Hög effektivitet gällande värme- och ljusreducering

Automatisk funktion

### **Val av produkter för jämförelsen:**

#### **Utvändigt:**

Fallarmsmarkis i kassett

Fallarmsmarkis mod. DA 45 (Aruba XL) Mått: B: 5000 \* Utfall: 600

Kraftig fallarmsmarkis konstruerad för de flesta byggnader ex. villor, radhus, kontor, butiker, skolor och sjukhus.

Fallarmsmarkis mod. DA 45 (Aruba XL) är en fallarmsmarkis som kan tillverkas upp till 7 m i bredd. Rör, profiler och komponenter är dimensionerade för höga vindlaster i hård utemiljö. Vindklass 3, enl. EN13561. (Denna europeiska standard specificerar de

prestandakrav som externa persienner/markiser skall uppfylla när de monteras på en byggnad.) Egna erfarenheter säger att markisen klarar betydligt mer vind än så. Vilket innebär att produkten fungerar året runt utan problem med driftsstörningar.

**Reglage:****Motor:**

Standard motor, Somfy LT50 Atlas 15/17, Motor 230V för markiser och screens.

**Styrning:**

Soliris Uno Kit. Sol- & vindautomatik kit med Soliris Uno (automatik/styrning) och Soliris Sensor (Sol- och vindgivare)

Automatiken styr solskyddet efter solens uppträdande och skyddar mot skador som kan uppstå på grund av stark vind.

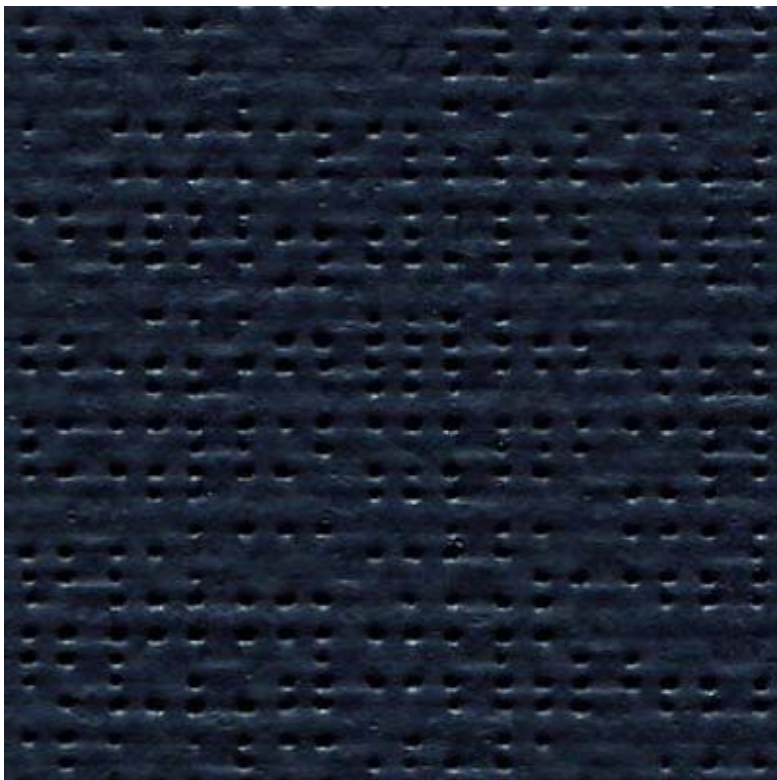
Då solens intensitet överstiger inställt värde körs solskyddet antingen helt ut eller till ett programmerbart utfallsläge. Automatiken analyserar molnighetsfrekvensen och reglerar automatiskt tiden för inkörning av solskyddet (15-30 minuter), då solintensiteten understiger inställt värde.

Vid vindhastighet överstigande inställt gränsvärde körs solskyddet in och spärras tills vindhastigheten understiger gränsvärdet.

**Väv:**

Soltis 92, 92-2053 (svart screenväv)

PVC-belagd polyesterväv. Väven försträcks under beläggningsprocessen i bredd, längd och sidled för förbättrad formstabilitet. Väven absorberar och reflekterar upp till 97 % av solens strålar.



Figur 2 Närbild Soltis 92 (Foto: Andreas Ivansson)

**Invändigt:**

Luxaflex Rullgardin mod. Standard mod. 5-10

Rullgardin med ett beslag på vardera sida.

En rullgardinstyp som är utvecklad för stora fönsterpartier.

Mått: B: 2500 + 2500 \* Höjd: 1200

Eftersom det totala breddmåttet (5000 mm) överstiger produktens maxbredd, får vi i detta fallet seriekoppla två gardiner. Installationen ger en öppen spalt mellan solskyddet /fönstret och rummet.

**Reglage:**

**Motor:**

Radiomotor, Somfy Sonesse 40 6/20 RTS. Motor 230V för invändiga rullgardiner.

Detta är en s.k. tyst motor med låg ljudnivå, 44 dBA (lägre än dämpad kontorsmiljö)

**Styrning:**



Thermosunis Indoor RTS. Batteridriven solautomatik för invändig montering. Kompatibel med Somfy´s RTS mottagare (motorer och fjärrkontroller). Energisparfunktion, kan ställas in så att solautomatiken börjar fungera när temperaturen i rummet har uppnått önskad temperatur.

Samt en fjärrkontroll, Somfy Telis 1 RTS Pure. 1-kanals radio-fjärrkontroll.

**Väv:**

Nuovi 8900 Black. Nouvi har små perforeringar och ett extremt tunt lager av mycket reflekterande aluminium på utsidan som ger en öppningsfaktor på 5%, hög reflektion och optimal bländningskontroll. Produkten rekommenderas när man är fokuserad på energibesparing i kombination med en ergonomisk arbetsmiljö.



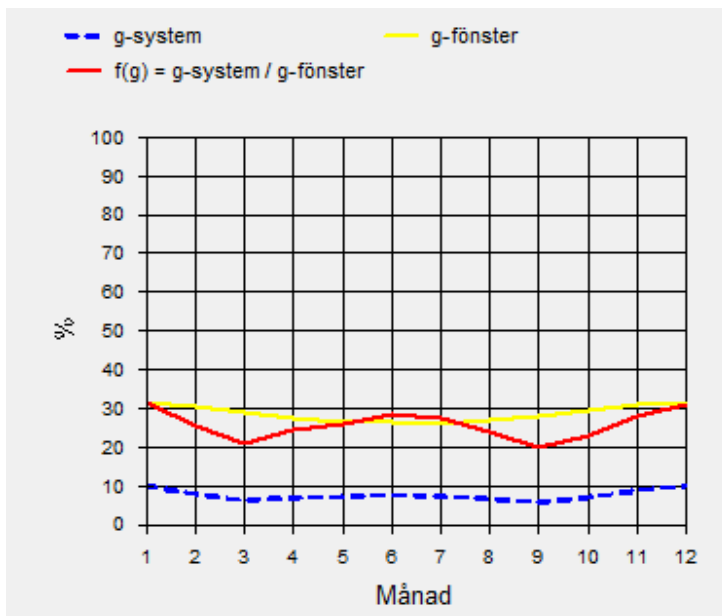
Figur 3 Genomsiktighet Nouvi (Foto: Per Holgerson)

## Resultat

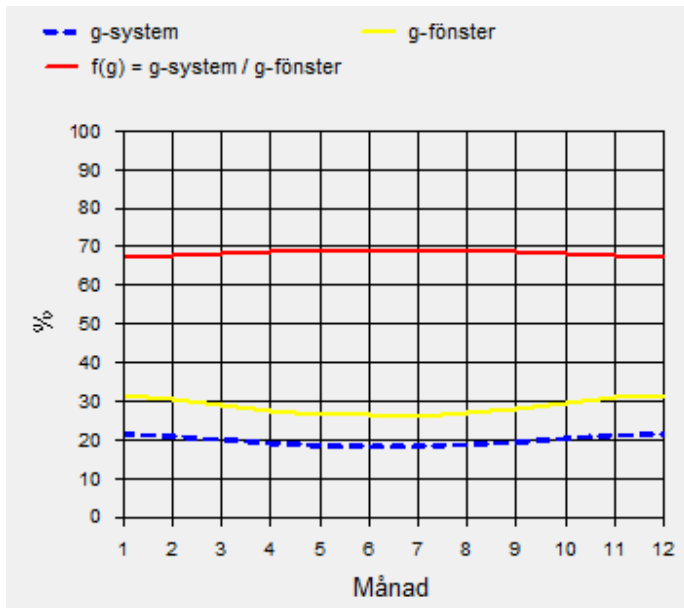
### Simulering med Parasol

De nya fönstren är 3-glasfönster från Press Glass SA, med lågemissiv beläggning och fyllda med Argon. Uppgivet U-värde är 0,7 enligt kod i fönsterpaketet.

G-värdet för det utvändiga solskyddet blev knappt 10% (se figur 1) och för det invändig ungefär 20% (se figur 2).

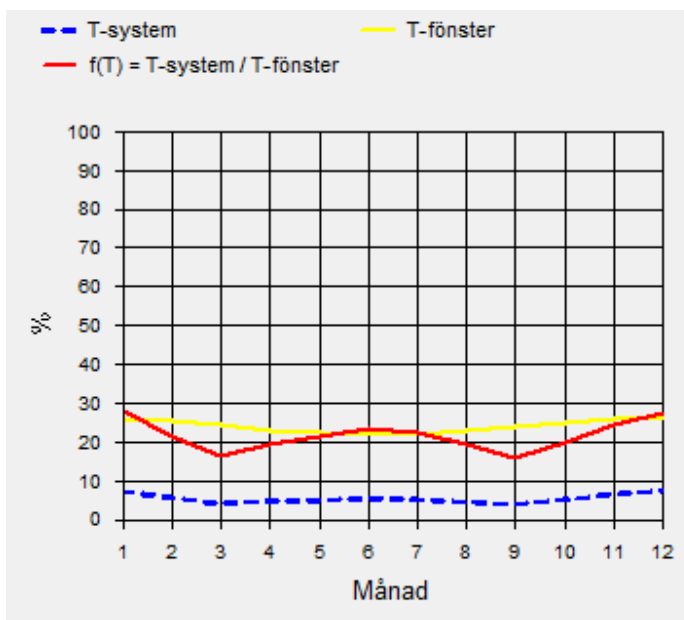


Figur 4 Resultat G-värde simulering av utvändigt solskydd.

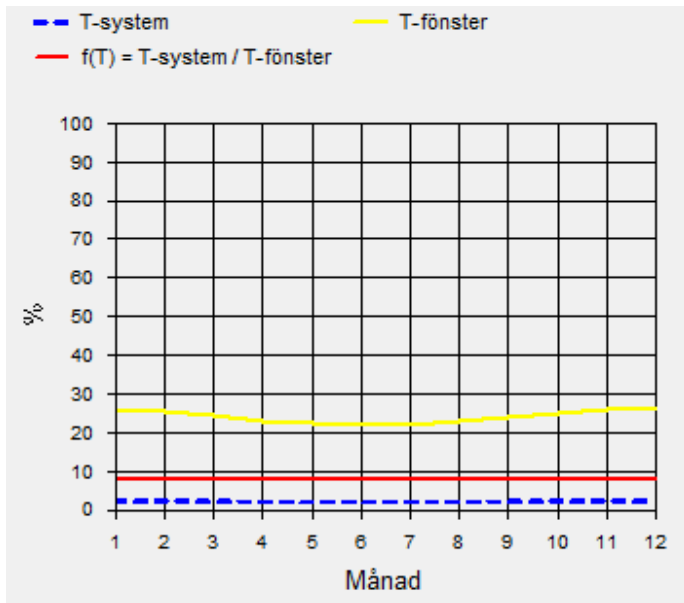


Figur 5 Resultat G-värde simulering av invändigt solskydd.

T-värdet för det utvändiga solskyddet var ca 5% (se figur 2) och <5% för det invändiga solskyddet.

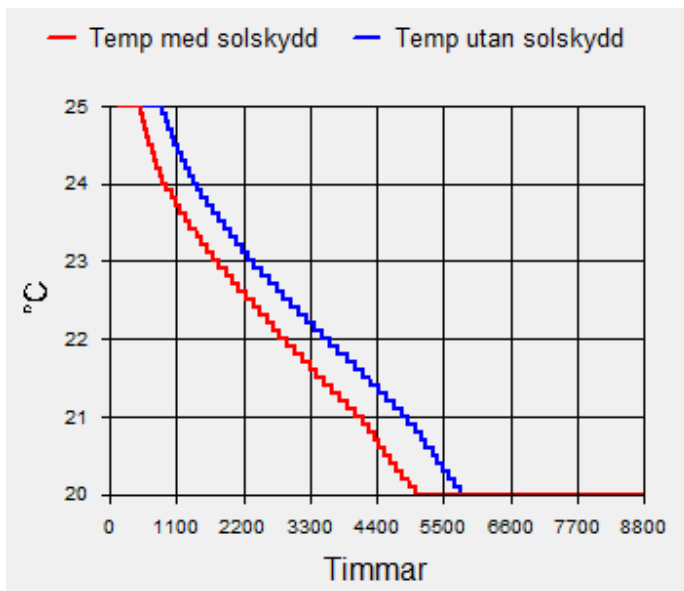


Figur 6 Resultat T-värde simulering av utvändigt solskydd.

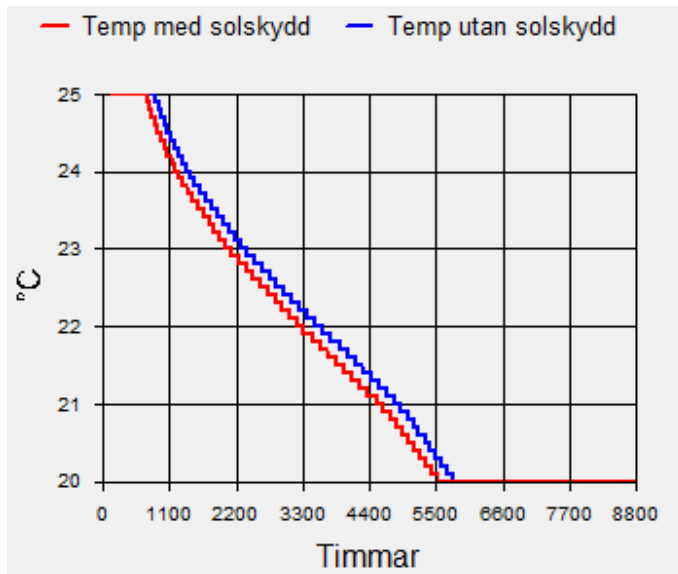


Figur 7 Resultat T-värde simulering av invändigt solskydd.

Temperaturen i rummet med utvändigt solskydd blir >25C ungefär 550h per år jämfört med ungefär 750h med invändigt och 850h utan något solskydd alls.



Figur 8 Antalet timmar vid en viss temperatur i rummet med och utan utvändigt solskydd.



Figur 9 Antalet timmar vid en viss temperatur i rummet med och utan invändigt solskydd.

### Life cycle cost (LCC)

LCC analysen är baserad på priser (exkl. moms) hämtade från Brymas prislistor. Ingen kostnad för underhåll finns med i kalkylen, vi räknar med att det ska hålla i minst 15 år. Antalet cykler är uppskattat efter erfarenhet och produktkännedom. Dessutom beror antalet cykler till väldigt stor del av hur sol- och vindautomatiken resp. solautomatiken är inställda. Ekonomiskt spelar inte antalet cykler någon större roll.

Resultatet från analysen är att det ur ett ekonomiskt perspektiv inte är någon skillnad mellan de två alternativen. Det utvändiga alternativet fick en årlig kostnad på 1617kr och det invändigt fick en kostnad på 1622kr (se appendix för detaljerad uträkning).

### Diskussion

Resultatet från simuleringen av G och T-värdet för det utvändiga solskyddet visar den stora effekten man kan uppnå med ett utvändigt solskydd. T-värdet är ungefär lite drygt hälften av G-värdet. Att G-värdet är högre beror på att väven i det utvändiga solskyddet är svart vilket gör att sekundär strålningen från väven kommer att värma upp glaset i fönstret. En del av denna värme kommer att komma in i rummet.

För det invändiga solskyddet är G-värdet högre. Det beror på att trots att en större del av solenergin reflekteras ut igen direkt så blir den en del kvar i rummet. Resultatet blir bättre om man använder en stängd spalt vid installationen, så att inte den luften som värms upp mellan solskyddet och fönstret kommer in i rummet. En intressant notering är att G-värdet för det invändiga solskyddet är på samma nivå under hela året och variera inte med solens olika instrålningsvinkel under året. Generellt kan man säga att den relativa effekten av ett invändigt solskydd blir sämre ju bättre U-värde hos fönstret.

Ovanstående skillnader i G-värde ger stora skillnader på energibalanssimuleringen. Med det utvändiga solskyddet blir hålls temperaturen  $<25^{\circ}\text{C}$  i 200h mer per år än för det invändiga solskyddet.

Resultatet från LCC analysen tyder på att det ekonomiskt inte spelar någon roll vilket av de båda lösningarna man väljer. Investeringskostnaden är i princip samma. Drifkostnaden i båda fall är försumbar eftersom det antogs att ingen service krävdes samt den låga energiförbrukningen. Det största risken med analysen är att livslängden feluppskattats eller att behovet av service har underskattats.



Figur 10 Utvändigt solskydd sett utifrån. (Foto: Andreas Ivansson)



Figur 11 Utvändigt solskydd sett inifrån. (Foto: Andreas Ivansson)

**Referenser**

- (1) Solavskärmning, REHVA Handbok nr 12, Forssa Print, 2011.
- (2) Polymer Durability, Clough, RL, Billingham, NC, Gillen, KT, American Chemical Society, Washington DC, 1996.
- (3) Handbook of Material Weathering 4<sup>th</sup> edition, Wypych, G, ChemTec Publishing, Toronto, 2008.
- (4) Broschyren "Pilkington Glass Handbook 2010"
- (5) Introduktion till ParaSol S-webb. :  
[http://www.ebd.lth.se/fileadmin/energi\\_byggnadsdesign/images/Programvaror/Introduktion\\_till\\_ParaSol\\_S-webb.pdf](http://www.ebd.lth.se/fileadmin/energi_byggnadsdesign/images/Programvaror/Introduktion_till_ParaSol_S-webb.pdf)



## Appendix

LCC utvärdigt solskydd:

<b>PROJEKT:</b>	Dipl. Solskyddtekniker 2014	
<b>DATUM:</b>		
<b>LEVERANTÖR:</b>		
<b>UTFÖRD AV:</b>	Magnus Söderström	
<b>EKONOMISKA FÖRUTSÄTTNINGAR</b>		
Kalkyltid (estimerad livslängd)	år	15
Kalkylränta (skriv %)	%	6,00
Nusummeffaktorn (beräknad av kalkyltid och ränta)	-	3,71
Annuitetsfaktorn (beräknad av kalkyltid och ränta)	-	0,103
<b>INVESTERINGSKOSTNADER</b>		
<b>Typ av solskydd</b>	text	Fällarmarkis
Fabrikat	text	HD/DA45
Typ av motor	text	LT50 15/17
Antal	st	1
Ö-pris på komplett solskydd	SEK/st	10000
<b>Totalsumma solskydd</b>	<b>SEK</b>	<b>10 000</b>
<b>Automatik/Styrutrustning</b>		
Typ av automatiksystem	text	Soliriz Uno Kit
<b>Totalsumma styrutrustning</b>	<b>SEK</b>	<b>2 700</b>
<b>Installation</b>		
Material- och arbetskostnader, totalt	SEK	1 500
El-installation - enligt EL entreprenör - totalt	SEK	1 500
Övrigt, totalt	SEK	
<b>Totalsumma installation</b>	<b>SEK</b>	<b>3 000</b>
<b>S:A INVESTERINGSKOSTNADER</b>	<b>SEK</b>	<b>15 700</b>
<b>DRIFTKOSTNADER</b>		
<b>Energikostnad</b>		
Antal motorer	st	1
Beräknat antal cykler per år	st/år	700
Strömförbrukning	W	140
Total gångtid per cykel (total tid 0% -> 100% -> 0%)	sek	30
Energianvändning / år	kWh/år	1
Elpris	SEK/kWh	1,00
<b>Årlig energikostnad</b>	<b>SEK/år</b>	<b>1</b>
<b>Underhållskostnad</b>		
Underhållskostnad per solskydd per år	SEK/st/år	
<b>Årlig underhållskostnad</b>	<b>SEK/år</b>	<b>0</b>
<b>S:A ÅRLIGA DRIFTKOSTNADER</b>	<b>SEK/år</b>	<b>1</b>
<b>NUVÄRDE (total kostnad idag)</b>	<b>SEK</b>	<b>15 700</b>
<b>ÅRSKOSTNAD (total kostnad per år)</b>	<b>SEK/år</b>	<b>1 617</b>
Antal kvm total golvyta	kvm	50
<b>Nuvärde per kvm</b>	<b>SEK/kvm</b>	<b>314</b>
<b>Årskostnad per kvm</b>	<b>SEK/år/kvm</b>	<b>32</b>

## LCC Invändigt solskydd:

<b>PROJEKT:</b>	Dipl. Solskyddstekniker 2014	
<b>DATUM:</b>		
<b>LEVERANTÖR:</b>		
<b>UTFÖRD AV:</b>	Magnus Söderström	
<b>EKONOMISKA FÖRUTSÄTTNINGAR</b>		
Kalkyltid (estimerad livslängd)	år	15
Kalkylränta (skriv %)	%	6,00
Nusummefaktorn (beräknad av kalkyltid och ränta)	-	3,71
Annuitetsfaktorn (beräknad av kalkyltid och ränta)	-	0,103
<b>INVESTERINGSKOSTNADER</b>		
<b>Typ av solskydd</b>	text	Rullgardin XL 5-10
Fabrikat	text	Luxaflex
Typ av motor	text	Sonesse 6/20 RTS
Antal	st	1
Å-pris på komplett solskydd	SEK/st	11450
<b>Totalsumma solskydd</b>	<b>SEK</b>	<b>11 450</b>
<b>Automatik/Styrrestering</b>		
Typ av automatiksystem	text	Thermozunis+Telis 1
<b>Totalsumma styrrestering</b>	<b>SEK</b>	<b>1 800</b>
<b>Installation</b>		
Material- och arbetskostnader, totalt	SEK	1000
El-installation - enligt EL entreprenör - totalt	SEK	1500
Övrigt, totalt	SEK	
<b>Totalsumma installation</b>	<b>SEK</b>	<b>2 500</b>
<b>S:A INVESTERINGSKOSTNADER</b>	<b>SEK</b>	<b>15 750</b>
<b>DRIFTSKOSTNADER</b>		
<b>Energikostnad</b>		
Antal motorer	st	1
Beräknat antal cykler per år	st/år	350
Strömförbrukning	W	140
Total gångtid per cykel (total tid 0% -> 100% -> 0%)	sek	40
Energianvändning / år	kWh/år	1
Elpris	SEK/kWh	1,00
<b>Årlig energikostnad</b>	<b>SEK/år</b>	<b>1</b>
<b>Underhållskostnad</b>		
Underhållskostnad per solskydd per år	SEK/st/år	
<b>Årlig underhållskostnad</b>	<b>SEK/år</b>	<b>0</b>
<b>S:A ÅRLIGA DRIFTSKOSTNADER</b>	<b>SEK/år</b>	<b>1</b>
<b>MUVÄRDE (total kostnad idag)</b>	<b>SEK</b>	<b>15 755</b>
<b>ÅRSKOSTNAD (total kostnad per år)</b>	<b>SEK/år</b>	<b>1 622</b>
Antal kvm total golvyta	kvm	50
<b>Muvärde per kvm</b>	<b>SEK/kvm</b>	<b>315</b>
<b>Årskostnad per kvm</b>	<b>SEK/år/kvm</b>	<b>32</b>