

# Ljusets påverkan

**Vad man bör känna till och ta hänsyn till när man rekommenderar solavskärmningsprodukter.**



Grupparbete Svenska Solskyddsförbundets utbildning för Solskyddstekniker  
Mälardalens Högskola Västerås, februari 2011  
Författare: Lotta Malmquist, Kenneth Vänn, Kjell-Ove Gustafsson

## **Sammanfattning**

Allt levande är beroende av ljus. Av solens totala strålning mot jorden så är det ca 50 % som är synligt ljus "dagsljus". Ca 5 % är UV-ljus "ultraviolett" som till viss del kan vara skadlig och resterande ca 45 % är IR-ljus "infrarött" som är värmestrålning.

För att vi människor ska må bra är dagsljuset livsviktigt. Ljus kan bedömas ur olika aspekter och människan väger samman dessa för sin totala uppfattning av ljuset. Forskning har visat att arbetsprestationen är relaterad till ljuset. Dagsljuset påverkar även hur vi uppfattar vår omgivning och är en viktig faktor när vi pratar inomhusklimat.

Dagsljus är en gratis källa för ljus. Man kan sänka energiförbrukningen genom att få in dagsljuset i rätt mängd i byggnaden eftersom den konstgjorda belysningen kan minskas och därigenom elförbrukningen. Men solinstrålningen är också källan till att vi i Sverige är det land som ligger fyra i Europa efter Spanien, Grekland och Italien när man räknar kylda kvadratmeter per invånare, detta enligt ett inslag på Sveriges Radio den 16 juli 2007.

### **Ljus och vår bransch**

I vår bransch är det vår uppgift som fackmän att råda olika typer av beställare till rätt slags solavskärmning. Att skärma av solens strålar är oftast enkelt men att skärma av den besvärande solinstrålningen och samtidigt ta hänsyn till de anvisningar, rekommendationer och forskningsresultat som finns är inte enkelt. Desto svårare om man inte ens vet om vad som rekommenderas och var forskningen står.

I detta arbete har vi försökt att sammanställa lite information om ljus i allmänhet och vilka regelverk som finns, hur människor påverkas av ljus och forskning som bedrivs och har bedrivits där våra produkter är med på ett hörn.

Produkterna delas in i tre kategorier: Utvändiga, mellanglas och invändiga. De allra flesta kan motoriseras och styras via automatik.

Vid nybyggnation av objekt bör en belysningsplanerare ta hänsyn till solavskärmningsprodukter. Det är i belysningsplaneringen avgörande beslut tas för lokalens framtida elförbrukning. Med rätt solavskärmning, antingen utanpå eller inbyggt i fönstret samt dagsljusstyrning av elbelysning kan stora besparingar uppnås.

### **Metod**

Vi har sökt på internet och hittat mycket information från statliga verk, högskolor och olika branscher. Där har vi försökt att sälla så den sakliga, vidimerade informationen har använts. Men vi har också använt oss av litteratur och forskningsrapporter som har getts ut genom åren.

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	2
<b>Innehåll</b>	3
<b>1. Bakgrund</b>	4
<b>2. Allmänt om ljus</b>	5
2.1 Bländning och kontrast	5
2.2 Regler och anvisningar	6
2.2.1 Boverket	6
2.2.2 Arbetsmiljöverket	6
2.2.3 Miljöstyrningsrådet	6
<b>3. Ljusets påverkan på hälsan</b>	7
<b>4. Belysningsplanering</b>	8
4.1 Dagsljus och energibesparing	8
4.2 Solavskärmning och dagsljuslänkning	9
<b>5. Forskning</b>	9
5.1 Ljuslänkning	9
<b>6. Produkter</b>	11
<b>7. Referens och fördjupningslitteratur</b>	13

## 1. Bakgrund

Detta arbete är ett projektarbete i kursen Solskyddstekniker som äger rum februari 2011 på Mälardalens Högskola. Vi som deltar i detta projekt är Lotta Malmquist från Miljöma AB, Kjell-Ove Gustafsson från Haglunds/Kirsch Scandinavia AB och Kenneth Vänn från Sidsjö Persienn & Markis AB.

Vår ambition var att ta fram enkel information för oss i solavskärmingsbranschen om ljusets påverkan på människan och i förlängningen ekonomin. Som fackmän ska vi ge råd till kunder för att skärma av solen, då är det även viktigt att känna till något om ljuset.

Att ta bort solinstrålningen genom ett fönster är enkelt. Att ta bort den besvärande solinstrålningen genom fönstret och samtidigt behålla utblicken och dagsljuset men ta bort bländningen är svårt.

Det har forskats med dagsljuslänkning för att finna lösningar som ger ett bra inneklimat och en energibesparing. För att mäta energibesparingen finns det bra system däremot är det svårt att mäta inneklimatet då det är stora individuella skillnader för var gränsen går där man upplever sig bländad och besvärad av ljuset.

Vi hävdar inte att denna rapport på något sätt är komplett och tar fram alla fakta utan vi har "skummat på ytan" för att ge branschen en liten inblick i ljus.

Västerås februari 2011

Lotta Malmquist

Kjell-Ove Gustafsson

Kenneth Vänn

## 2. Allmänt om ljus

Ljus är viktigt, så viktigt att det finns med i regler och anvisningar för byggnader där människor vistas. Man definierar ljus med olika beskrivnings- och beräkningsmetoder bl.a. använder man sig av; ljusstyrka (cd), ljusflöde (lm), belysningsstyrka (lx) och luminans (cd/m<sup>2</sup>).

Synligt ljus är elektromagnetisk strålning från solen med våglängder från 380 - 780 nanometer.

Boverkets definitioner (BFS 2008:6) av ljus är:

Direkt dagsljus: Ljus genom fönster direkt mot det fria.

Direkt solljus: Solljus som lyser in i rum utan att ha reflekteras.

Indirekt dagsljus: Ljus från det fria som kommer in i rum utan fönster mot det fria.

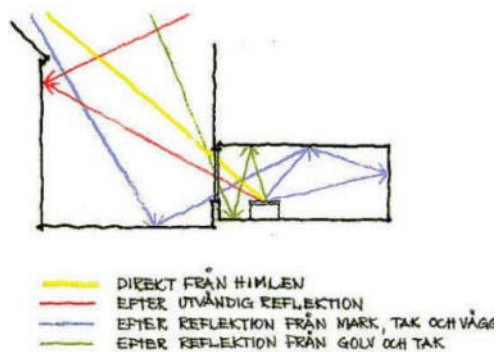


Bild från [www-v2.sp.se](http://www-v2.sp.se)

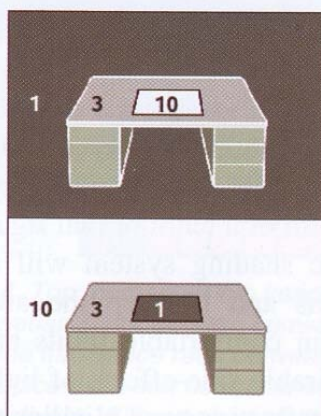
Dagsljuset måste få tillträde till arbetsrum, skolrum och bostäder. I byggnormer anges att minst 1 % av dagsljuset som finns ute bör komma in i rummet (dagsljusfaktor 1 %). Ljusinsläppets storlek bör vara 10-12 % av golvarean, det innebär att ett rum på 15 m<sup>2</sup> bör ha en fönsterarea på 1,5 – 1,8 m<sup>2</sup>. Mer om hur man kan beräkna dagsljusfaktorn finns i: Räkna med Dagsljus, Hans Allan Löfberg (SIB, 1987)

Men ljuset kan även vara besvärande om det inte kan regleras. Det ljus som tycks upplevas mest problematiskt i en arbetssituation är bländning och kontraster men det är stor individuell variation i hur mycket som tolereras. (Solskydd i byggnader, LTH, Lund)

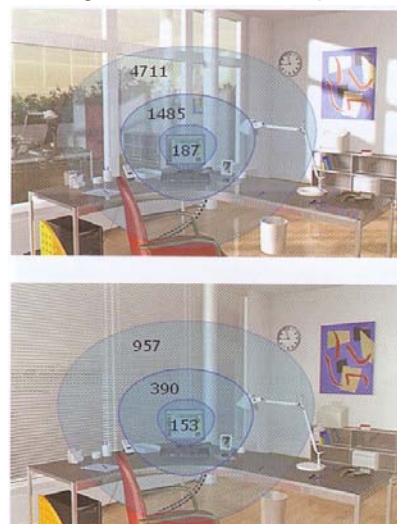
### 2.1 Bländning och kontrast

När man beräknar bländning och kontraster är det luminansen man använder. Det är luminansen i synfältet som är intressant. Synfältet sträcker sig från ögonposition 90 ° åt varje sida, samt 50 ° upp och 70 ° ner från horisontell blickriktning. För en sittande person är ögonpositionen 1,2 m över golv.

(bilderna hämtade ur REHVA Solar Shading guidebook)



**Figure 3.2** Luminance ratios for good visual comfort. In case of artificial lighting (above) and in case of broad daylight (below).



**Figure 3.3** Luminance values in an office without (top) and with solar shading (below). Solar shading significantly reduces the luminance ratios, well within the bounds for good visual comfort. [Photos: Somfy]

Bländning kan vara från direkt och reflekterat solljus och är då lätt att upptäcka, men s.k. obehagsbländning kan vara svårare. Då är det ofta en ljus himmel som bländar utan att man egentligen är medveten om det. Detta kan upplevas som trötthet och huvudvärk i slutet av arbetsdagen. För att se om man är utsatt för obehagsbländning kan händerna sättas som en skärm över och vid sidan om ögonen så att ljuset skärmas av. Upplever man en omedelbar lättnad och att ögonmuskelaturen slappnar av, då är man utsatt för denna typ av bländning.

Kontrasten är den relativa luminansskillnaden mellan synobjektet (t.ex. text) och bakgrund (t.ex. pappret). Kontrastreduktion (procent) anger hur kontrasten vid en viss belysning förhåller sig till bästa möjliga. En enkel spegeltest kan avslöja varifrån man kommer att bli bländad. För spegeltest lägger man en spegel på arbetsytan och granskar den från arbetspositionen. Då kan man se vilka höga luminanser, t.ex. ljuskällor, man kan upptäcka i det reflekterande ljusfältet. Om höga luminanser upptäcks är kontrastreduktionen stor och man kommer att besväras av blänk. (Miljösamverkan 98)

## **2.2 Regler och anvisningar**

### **2.2.1 Boverket**

Från Boverkets byggregler (BFS 2010:29, BBR 17, punkt 6:31) hämtas följande citat; "Byggnader ska utformas så att tillfredställande ljusförhållanden är möjliga att uppnå, utan att skaderisker och olägenheter för människors hälsa uppstår. Ljusförhållandena är tillfredställande när tillräcklig ljusstyrka och rätt ljushet (luminans) uppnås samt när ingen störande bländning eller inga störandes reflexer förekommer och därmed rätt belysningsstyrka och luminansfördelning föreligger."

Går man vidare i Boverkets byggregler (BBR 6) står det under punkt 6:322 "Rum eller avskiljbara delar av rum i byggnader där människor vistas mer än tillfälligt ska utformas och orienteras så att god tillgång till direkt dagsljus är möjligt, om detta inte är orimligt med hänsyn till rummets avsedda användning." Och under punkt 6:323 "I bostäder ska något rum eller någon avskiljbar del av rum där människor vistas mer än tillfälligt ha tillgång till direkt soljus."

### **2.2.2 Arbetsmiljöverket**

Arbetsmiljöverket tar också upp dagsljus. I AFS 2009 9 § "Vid stadigvarande arbetsplatser, i arbetslokaler och personalutrymmen som är avsedda att vistas i mer än tillfälligt, ska det normalt finnas tillfredställande dagsljus och möjlighet till utblick." Bländning tas upp i 11 § "Bländning ska undvikas så långt det är möjligt."

### **2.2.3 Miljöstyrningsrådet**

Miljöstyrningsrådet har sammansatt en vägledning för miljöanpassad inomhusbelysning och nedan kommer vi att beskriva belysningsplanering något och vad som är viktigt att tänka på.

### 3. Ljusets påverkan på hälsan

En av ljusets viktigaste funktioner är att styra vår vakenhet och sömn, förklarar Thorbjörn Laike, psykolog och docent i miljöpsykologi vid Lunds Universitet. När ögats näthinna träffas av dagsljus så stängs produktionen av sömnhormon ned och istället ökar halten av hormon och signalsubstanser som varvar upp kroppen och sinnestämningen samt gör oss vaksamma och pigga. (Artikel i Allt om vetenskap)

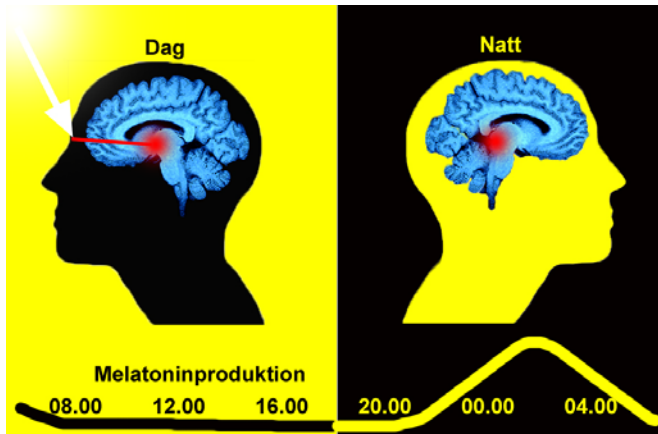


Bild från [www.vetenskaphalsa.se](http://www.vetenskaphalsa.se)

Vid vetenskapliga undersökningar gjorda om dagsljusets påverkan bland arbetare och studenters produktivitet har följande konstaterats:

- Genom att maximera dagsljusanvändning utan bländning och dagsljusstyrd belysning så ökade produktiviteten med ett medelvärde på 3,75 %. (CMU 2004)
- I medeltal 20-25% mindre klagomål på hälsan från personer som hade arbetsplats nära ett fönster med utsikt jämför med de som jobbade utan utsikt och dagsljus. (Hart 1999, Hart 1994)
- Tillgänglighet till fönster och dagsljus resulterade i 15 % lägre sjukfrånvaro. (Thay 1995)
- Kontorsarbetare ökade sin förmåga i minnes- och mentala tester med 10-25% om de hade bästa möjliga utsikt jämfört med de som inte hade utsikt. (Hesh 2003a)
- Direkt ljusinstrålning i klassrum, speciellt genom oskyddade fönster i öst- eller söderläge, sammanbands med negativa studieresultat, förmodligen orsakade både bländning och dålig värmecomfort. (Hesh 2003b)
- Elever med naturligt ljus i sina klassrum visade 20 % snabbare utveckling i matematiktester och 26 % i lästester under ett år. (Hesh 1999) (Samtliga axplock från REHVA Solar Shading Guidebook)

Även ljusets färg spelar en roll för människors humör. Det varmvita ljuset (3 000 K) är vilsamt medan det kalla blåa dagsljuset (5 600 K) är stimulerande och upplivande. Aktiviteten ökar ju högre färgtemperatur. Ljusets färg uppfattas av gangliocellerna i ögat som kallas tredje receptorn. År 2002 fann David Berson, Brown University, USA, detta samband. (Artiklar i tidningen Ljuskultur)

## 4. Belysningsplanering

Enligt Miljöstyrringsrådet (2011-01-18 / Vägledning för miljöanpassad inomhusbelysning) finns det genom belysningsplanering stora möjligheter att minimera belysningsanläggningarnas miljöpåverkan. Det är i belysningsplaneringen avgörande beslut tas för lokalens framtida elförbrukning. Sådant som har stor påverkan är nyttjande av dagsljus, solavskärmning, dagsljuslänkning, utformning av lokalerna samt valen av belysningsprodukter armaturer inklusive förkopplingsdon, ljuskällor och styrsystem.

God arbetsmiljö och energieffektiv belysning går hand i hand:

Belysning är en viktig del av en god arbetsmiljö, den kan delas upp i dagsljus, allmänljus och platorienterad belysning. Utformningen av dagsljus och kompletterande allmänljus (belysning) har stor påverkan på människan fysiologiskt. Omsorgsfull planering av belysning förbättrar arbetsmiljön både vad gäller arbetstagarens hälsa och deras visuella synprestation. Att vistas i dagsljus är att föredra av hälsoskäl framför att vistas i artificiellt ljus. Genom att utnyttja dagsljus i den utsträckning som är möjligt uppnår man en bättre ljusmiljö samtidigt som man får en energieffektiv belysningsanläggning.

För att nyttja dagsljuset maximalt krävs att belysningen kan regleras. Vill man gå ett steg längre i energieffektiviseringen av byggnaden kan man använda motordrivet solskydd som kan släppa in dagsljuset, t.ex. persienner (lameller).

Det är mycket viktigt att vid belysningsplaneringen säkerhetsställa en god arbetsmiljö, så att inte energieffektiviseringen påverkar denna negativt.

Detta kan åstadkommas genom att tillämpa två principer:

- Med dimbara armaturer med tillräckligt omfattande spann säkerställs att brukaren har möjlighet att ställa in en virtuell komfortabel ljusnivå.
- Genom att använda dagsljus fullt ut och forma användningen av dagsljus i samklang med kompletterande artificiell belysning.

Mer fördjupning finns hos [www.msr.se](http://www.msr.se).

### 4.1 Dagsljuset och energibesparing

Dagsljus bör användas i största möjliga utsträckning inomhus och ger då stor energibesparing. Användning av dagsljus innebär även val av fönster och placering av dessa. Hur vi hanterar dagsljuset har stor betydelse för energiåtgången. För lite dagsljus medför ökad belysning, för mycket dagsljus kan medföra bländning och ökat kylbehov. För stora fönster kan medföra att för mycket värme avgår från byggnaden, vilket gör att värmegenomgångskoefficienten, U-värdet, bör beaktas utifrån ett systemperspektiv.

Med rätt solavskärmning, antingen utanpå eller inbyggt i fönstret samt dagsljusstyrning av elbelysning kan stora besparingar uppnås. I styrningen bör även frånvarodektering ingå. I byggnader i Sverige utnyttjas dagsljuset till mycket liten del. Med rätt projekteringskedje, kan byggnader utformas med mer dagsljus och ett mindre kylbehov.

Belysningsplanering bör, för att säkerställa goda visuella arbetsförhållanden på arbetsplatser, omfatta samarbete med bl.a. arkitekter och VVS-konsulter vid utformning av fasader och andra arkitektoniska byggelement, i första hand utvändigt solavskärmning.



Belysningsplaneraren bör även samarbeta med inredare vad gäller val av möbler och färgsättning samt bidra till utformning av goda kontrastförhållanden i lokalen.

#### **4.2 Solavskärmning och dagsljuslänkning**

I och med omställningen till ett uthålligt samhälle kommer dagljus att i större utsträckning än idag tillvara som allmänljus. Detta bidrar till behovet av systemutveckling och utbildning. En framtida tänkbar systemlösning skulle kunna vara att motorer och övriga rörliga delar skulle kunna ersättas av mer fasta funktioner för ljuslänkning och solavskärmning.

Ljuslänkning innebär att transportera och reflektera ljusstrålningen till delar av lokaler och byggnader som annars inte nås av dagsljuset. Det är den övre delen av fönstret som är viktigt när vi ska utnyttja dagsljuset för belysning och länkning av dagsljuset.

Tillsammans med ett effektivt styrsystem för armaturer kan upp till 80 % av elförbrukningen sparas. Konstantljusreglering innebär att mängden ljus hålls konstant på inställt värde i ljussensorn. Dagsljusreglering innebär att belysningen kan anpassa sig steglöst till aktuell dagsljussituation enligt förinställd grad.

## **5. Forskning**

Större fönsterytor ger mer dagsljus och värme i rummen, vilket medför att konflikten mellan intensiv solinstrålning, som behöver skärmas av pga. bländning, samt värmetillskott mot att minska behovet av komfortkyla.

Marknaden eftersträvar bättre effektiva produkter från solavskärmningssynpunkt som medger utblick och dagsljusinsläpp. Beställargruppen för lokaler (BELOK) har finansierat ett demonstrationsförsök av en innovativ persiennlösning ihop med en ljusreglerad armatur.

I behovet av komfortkyla pga. övertemperaturer, dålig komfort, ökat inneklimatkrav kommer Sverige på fjärde plats i Europa efter Spanien, Grekland, och Italien. Denna placering är att för hög med tanke på hur pass olika klimat vi har. För att begränsa komfortkyla i kontor och ändå tillåta ett högt utnyttjande av glasytor, måste solinstrålningen begränsas exempelvis genom solskyddsglas, fasta eller rörliga solskydd.

Belok insåg övertemperatursproblemet för flera år sedan och 2004 genomförde man en teknikupphandlingstävling. Denna tävling inriktades på att ta fram en solskyddslösning som kunde skärma av solstrålning och samtidigt släppa in dagsljus vilket inte är det lättaste. Ingen vinnare utsågs men istället började olika branscher att samarbeta med varandra såsom solskyddstillverkare, motor och styrutrustning för solskydd, samt tillverkare av styrning av armaturer och belysningsanläggningar. Samarbetet ledde till att ett nytt koncept för solskyddslösning togs fram.

### **5.1 Ljuslänkning**

Syftet med projektet var att:

- Minska behovet av tillförd kylenergi.
- Minska behovet av tillförd elenergi till belysningsanläggningen via dagsljuslänknigen.
- Minska behovet av värmeenergi.
- Anpassas till brukares krav på utblick på omgivning.
- Vara påverkbar av brukare.

- Få erfarenhetsvärden för minskad energianvändning med solavskärmning/dagsljussystem.

Projektets genomförande:

Två identiska rum byggdes och i det ena monterades en vanlig mellanglaspersienn där lamellerna ställdes i en fast vinkel på 34 grader. I det andra rummet monterades en motoriserad mellanglaspersienn där vinkeln styrdes efter solhöjden. Persiennens övre del hade dessutom en ljustänkande funktion med något öppnare lameller. Även en belysningsarmatur som hade inbyggd sensor för kontinuerlig ljusreglering installerades i detta rum.

Resultat:

Elbesparingen för det utvärderade systemet var avsevärt större under mätperioden i maj än under mätperioden i november, vilket beror på att maj har betydligt högre solhöjder och är därmed avsevärt ljusare än i november. Besparingen av elanvändningen till belysning var 77 % i maj och 5 % i november. På årsbasis har besparingen bedömts till ca 50 %.

Använder man i stället en fasadpersienn så reduceras övertemperaturerna i lokaler ännu mer samtidigt som man håller kylbehoven små. En mellanglaspersienn är något sämre men avsevärt bättre än en invändigt monterad persienn. Om persiennstyrningen förändras något så att den stänger lite mer vid starkt solsken om sommaren har den föreslagna 25 mm styrda persiennen mycket goda möjligheter att fungera väl både som solavskärmning och bländskydd.



Bild från Belok

## 6. Produkter

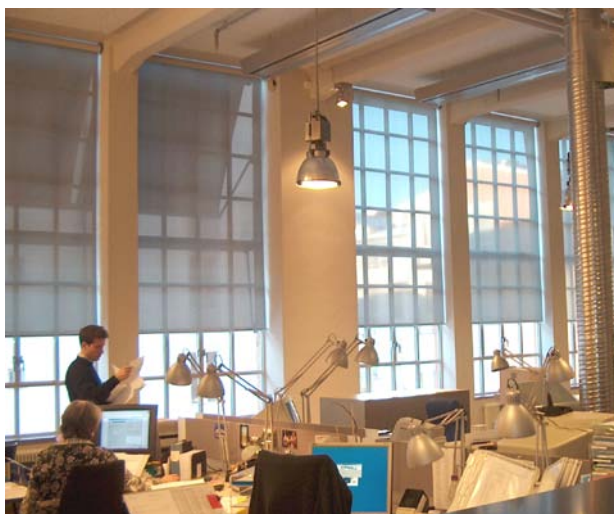
Produkterna delas in i tre kategorier: Utvändiga, mellanglas och invändiga. De allra flesta kan motoriseras och styras via automatik.

Värmeavskärmning är effektivast med utvändiga solskydd tätt följt av mellanglas.

Ljusreglering kan göras lika effektivt på insidan. Där kan man också påverka rummets estetiska uttryck med form och färg.

För att kunna uppleva utsikten genom ett fönster så finns det vävar med mängder av små hål, screenvävar, och perforerade lameller. Med, från 2 % upptill 10 % öppenhet i väven, kan man se ut och ändå ha en bra avskärmning mot ljus och värme.

Utvändiga avskärmningar optimerade för värmereflektion i kombination med mellanglas eller invändiga avskärmningar optimerade för ljusreglering och genomsikt/förbisikt, styrda med automatik är den bästa lösningen.



Persienner specialtillverkade för ljusinlänkning (Se Belok)



Screenvävar med högreflekterande aluminiumskikt mot utsidan monterade mellanglas är en bra variant. Kan också monteras invändigt.





Rullgardiner och plisségardiner manövrerade nedifrån och upp med reflekterande vävar släpper in ljus in i rummet upptill och avskärmar för de som vistas nära fönstret.

Duette gardiner för ljus- och värmereglering som också med sin cellstruktur och förbättrar värmeisoleringen.



Rullgardiner med väv i dubbla skikt kan variera mellan halvöppen till tät struktur.



Fasadpersienner, markiser, markisoletter, fasadscreens monteras utvändigt. Persienner, rullgardiner med screenväv eller högreflekterande vävar, plisségardiner, Duette gardiner kan monteras mellanglas och invändigt.

## 7. Referens- och fördjupningslitteratur

AB Svensk Byggtjänst. (1998) *Inneboken*. ISBN 91-7332-860-X

Boverket. (2008, 2010) *regelsamling för byggande BBR 2008, Boverkets byggregler BBR6, BFS 2010:29, BBR 17*

Bülow-Hübe, Helena. (2007) *Solavskärmning och dagsljuslänkning, Demonstrationsprojekt för ett system med motoriserade dagsljuslänkande persienn och ljusreglerad armatur*. Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Institutionen för byggande och arkitektur, Energi och byggnadsdesign. Rapport nr EBD-R 07/15

Carlson, Per-Olof; Glasbranschföreningen. (2005) *Bygga med glas*. ISBN 91-631-7680-7

Löfberg, Hans Allan. (SIB 1987) *Räkna med dagsljus*

Miljöstylningsrådet [www.msr.se](http://www.msr.se) 2011-01-18. Vägledning för miljöanpassad inomhusbelysning

REHVA Solar Shading Guidebook nr 12

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås. <http://www-v2.sp.se/energy/ffi/dagsljus.asp>

Sveriges Radio. <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=83&artikel=1482391>

Wall, Maria; Fredlund Bertil. (1999) *Solskydd i byggnader*, Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Institutionen för byggande och arkitektur. Rapport TABK--99/3057

Älvsborgs Kommunförbund. (1999) *Miljösamverkan 98*