

Solafskærmningers egenskaber

Af Jacob Birck Laustsen, BYG-DTU og Kjeld Johnsen, SBI.

Indførelsen af skærpede krav til energirammen i det nye bygningsreglement BR07 og den stadig større udbredelse af store glaspartier i byggeriet medfører, at behovet for effektiv solafskærmning vil stige i fremtiden. Facadeudformningen og valget af solafskærmning har stor betydning for energiforbruget, det termiske indeklima og dagslysforholdene i bygninger. Det er derfor vigtigt at kunne vurdere forskellige solafskærmningers egenskaber og deres effekt på energiforbrug og indeklima i bygningen tidligt i projekteringsfasen. BYG-DTU og SBI har i et fælles projekt støttet af Elnet-selskabernes F&U-program for effektiv elanvendelse (ELFOR, PSO 2005) udviklet to sæt af værktøjer til vurdering og analyse af solafskærmningers indflydelse på energi- og indeklimaforhold i bygninger.

Energirammen

De nye energibestemmelser i Bygningsreglement stiller krav til bygningens samlede energiforbrug og ikke blot opvarmningsbehovet. Det medfører, at energiforbruget til køling og ventilation skal medregnes i energirammen, og dette elforbrug skal oven i købet ganges med en faktor 2,5. Det betyder at overtemperaturproblemerne i bygninger med glasfacader ikke kan løses med køling/ventilation alene. Her er det nødvendigt at bruge energieffektiv solafskærmning. Den mest effektive placering af solafskærmninger er udvendig på vinduet/facaden, da det gælder om at bremse solens stråler inden de kommer ind gennem ruderne. Som regel er variable solafskærmninger at foretrække, da de giver mulighed for kun at afskærme for netop den solstråling der er behov for, samtidig med at man opnår bedst muligt udsyn. I perioder med opvarmningsbehov bør afskærmningen ligeledes kunne fjernes så solenergitilskuddet kan udnyttes.

Dagslys

I bygningsreglementet står der i § 4.4.2 stk 5 at "Arbejdsrum skal have en sådan tilgang af dagslys, at rummene er vel belyste" og at "dagslyset kan anses for at være tilstrækkeligt, når der ved arbejdspladserne er en dagslysfaktor på 2,0". Dette krav betyder, at på en overskyet dag skal belysningsstyrken på en vandret flade inde i lokalet (arbejdspladsen) være mindst 2 % af belysningsstyrken udendørs i det fri. Dette stiller yderligere krav til den anvendte solafskærmning, som bør være variabel på en sådan måde, at den kan åbnes og lukkes afhængig af behovet for afskærmning af solvarme eller mere dagslys. Problemer med blænding kan f.eks. løses vha. indvendige gardiner.

Der er således flere forhold der skal tages hensyn til ved valg af solafskærmning, og for at opnå gode bæredygtige løsninger er det derfor nødvendigt at inddrage hensyn til indeklima og energiforbrug allerede tidligt i designfasen. For at kunne foretage en retvisende vurdering af effekten af solafskærmninger skal solafskærmningen kunne karakteriseres under de konkrete forhold. Det kræver simple og brugervenlige værktøjer, som kan anvendes til at vurdere bygningens indeklima- og energiforhold sideløbende med designprocessen af bygningens arkitektoniske udformning.

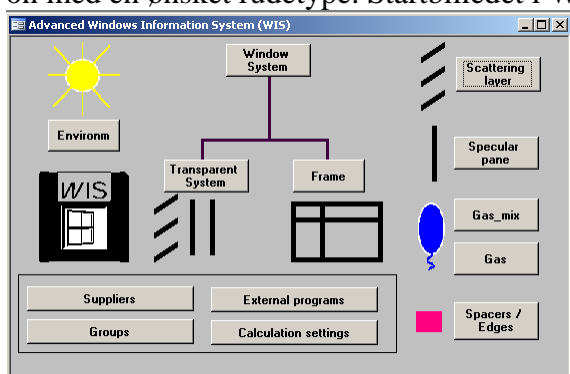
Karakterisering af solafskærmninger

Normalt karakteriseres solafskærmningers evne til at afskærme for solens stråler ved deres afskærmningsfaktor, som udtrykker forholdet mellem den mængde solvarme der passerer ind gennem en rude med afskærmning og den der passerer ind gennem den uafskærmede rude. Afskærmningsfaktoren angives som regel i forhold til en to lags rude med 2 gange 4 mm almindelig glas. Denne afskærmningsfaktor er god nok til en generel sammenligning af forskellige afskærmninger. Men den er ikke altid detaljeret nok til at beskrive de virkelige forhold i et konkret byggeprojekt, idet den

solafskærmende effekt afhænger af hvilken rude solafskærmningen kombineres med. Desuden afhænger den afskærmende effekt af (afhængig af type) lamelhældning og solens position på himlen, hvilket betyder at afskærmningsfaktoren for mange solafskærmninger varierer over døgnet og over året. Det har naturligvis også stor betydning hvilke muligheder der er for regulering af den variable solafskærmning.

WIS – Window Information System

Som støtte for udviklingen af de nye danske værktøjer (beregningsprogrammer) har det europæiske edb-program WIS været anvendt. Ved hjælp af WIS, som kan hentes gratis på <http://windat.ucd.ie>, kan forskellige solafskærmningers energimæssige egenskaber bestemmes mere præcist i kombination med en ønsket rudetype. Startbilledet i WIS er vist i Figur 1.



Figur 1. Startbilledet i programmet WIS

WIS indeholder en database med termiske og optiske data for en lang række glas og et antal solafskærmninger. Hvis det ønskede solafskærmningsprodukt ikke findes i WIS databasen må de optiske egenskaber, reflektans og transmittans for solafskærmningen oplyses af producenten for hhv. solenergi, synligt lys og UV stråling. Disse optiske egenskaber for afskærmningen har producenten som regel fået bestemt ved målinger. Værdierne skal opgives som materialedata, dvs. for det materiale afskærmningen er lavet af f.eks. en lamel i en persienne. Der skal foreligge data for begge sider af materialet. Når materialedata for solafskærmningen er indlæst i WIS beregner programmet solafskærmningens samlede egenskaber og den føjes til databasen.

I WIS opereres med fire typer af solafskærmninger:

- Rullegardiner/screens
- Persienner/lameller
- Plissegardiner
- Andre typer

For variable solafskærmninger som f.eks. persienner og lameller kan WIS også bruges til få oplysninger om solafskærmningens virkning ved forskellige lamelhældninger.

Ved at vælge fra databasen kan man opbygge det ønskede vindues/facadesystem bestående af rude-type og solafskærmning. Herefter kan WIS beregne egenskaberne for det samlede system og resultaterne kan bruges af andre programmer til at beregne, hvordan systemet vil influere på energi- og indeklimaforholdene i en bygning. I det konkrete projekt er resultaterne benyttet ved udvidelser af programmerne BuildingCalc/LightCalc (BYG-DTU) samt programpakken BSim (SBi).

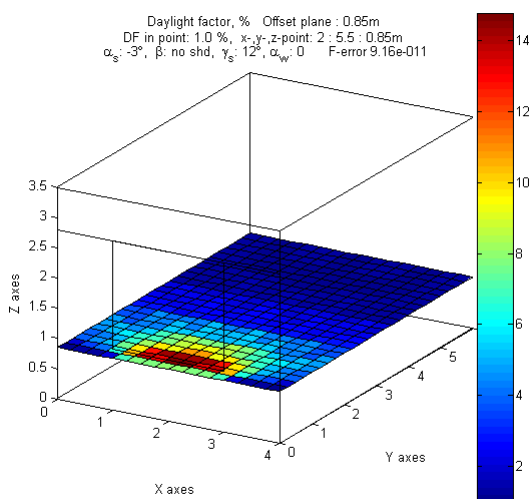
BuildingCalc/LightCalc

De programmer som normalt anvendes i dag til bygningssimulering kan kun håndtere solafskærmning på en simpel måde. Der har derfor været behov for udvikling af beregningsværktøjer som kan håndtere solafskærmninger på en mere korrekt måde.

Der er på BYG-DTU udviklet en programpakke BuildingCalc/LightCalc som bl.a. kan beregne solafskærmningens effekt på energiforbrug, termisk indeklima samt dagslysforhold.

BuildingCalc er et effektivt bygningssimuleringsprogram, som baseres på en simpel model og derfor kun kræver ganske få input oplysninger om bygningen for at foretage en årssimulering til bestemmelse af termisk indeklima og energiforbrug.

LightCalc er integreret som et modul i programmet BuildingCalc, således at der kan regnes på dagslysforhold i rum med solafskærmning i facaden. Det nye modul kan håndtere variable solafskærmninger, således at der ved beregning af energiforbrug og indeklimaforhold i bygningen tages hensyn til at afskærmningens egenskaber ændrer sig over døgnet og over året. Med LightCalc er det desuden muligt at beregne detaljerede plots af dagslysforholdene i rummet ved forskellige vejrforhold (overskyet, klart vejr osv.). I Figur 2 er et plot af dagslysfaktoren i et rum ved overskyet himmel vist.



Figur 2. Dagslysfaktor på bordplanet. Himmelmodellen er CIE, standard overskyet himmel.

Med BuildingCalc/LightCalc kan der med få input foretages realistiske bygningssimuleringer med henblik på en optimering af dagslysindfald, indeklima og energiforbrug.

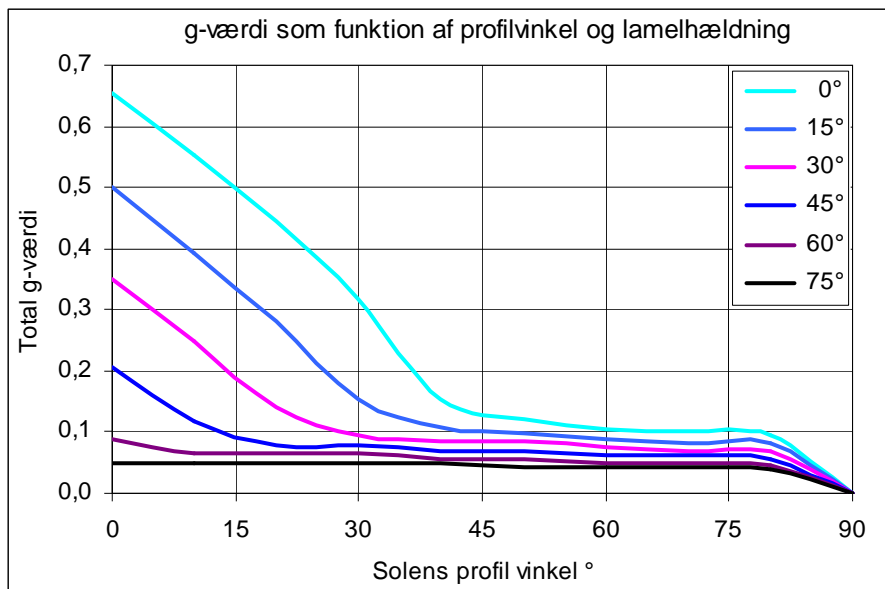
Programmet kræver så få input-data, at programmet kan anvendes i den tidligste skitsefase til at få et indblik i dagslys- og energimæssige forhold for bygningen. Således kan arkitekt/projekterende/rådgiver vha. programmet fra starten på en simpel måde vurdere behovet for solafskærmning, inden facadeudformningen er endeligt fastlagt.

BSim

I eksisterende versioner af BSim programpakken var beskrivelsen af en solafskærmning begrænset til angivelse af en fast afskærmningsfaktor. I den kommende version vil afskærmningsfaktoren kunne variere, både efter afskærmningens indstilling (fx lamelhældning på en persienne) og efter tiden på dagen og året. Solens position på himlen i forhold til en given facadeorientering kan beskrives ved profilvinklen, som er solhøjdens projektion på et lodret plan vinkelret på facaden. For hver time i året, som simuleres med BSim beregnes profilvinklen og herudfra kan man beregne

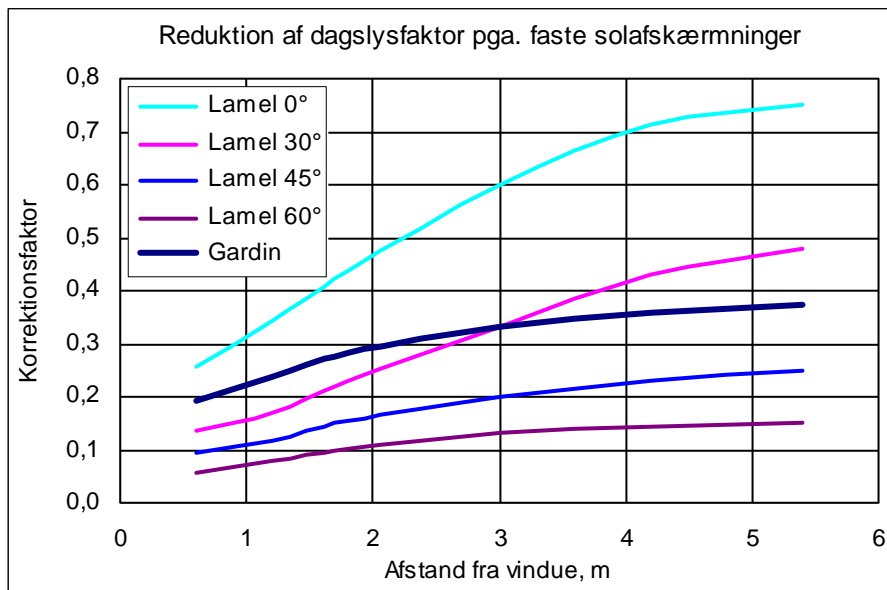
hvordan afskærmningsfaktoren eller g-værdien (solvarmetransmittansen) for det samlede system varierer henover dagen og året.

Figur 3 viser et eksempel på, hvordan den totale solvarmetransmittans (g-værdi) afhænger af solens profilvinkel og lamelhældningen for en udvendig persienne. Vinduessystemet består af en energirude plus en udvendig grå persienne.



Figur 3. Sammenhæng mellem den totale solvarmetransmittans (g-værdi) og solens profilvinkel samt lamelhældningen for en udvendig grå persienne i kombination med en energirude.

Selv en åben afskærmning med lameller (fx en persienne med vandrette lameller) reducerer dagslyset i rummet bagved meget betydeligt. Derfor er det vigtigt at afskærmningen kan trækkes bort fra vinduet, når himlen er skyet eller overskyet, hvilket den desværre er i ca. 2/3 af dagtimerne. Figur 4 viser hvor meget dagslyset reduceres ved forskellige lamelhældninger som funktion af afstanden fra vinduet.



Figur 4. Reduktion af dagslyset, udtrykt ved en reduktion i beregnet dagslysfaktor, ved forskellige lamelhældninger for en persienne samt for et typisk gardin.

Med den kommende version af BSim (foråret 2007) vil det være muligt at tage hensyn til variationerne i dagslyset i et rum som funktion af en lamelbaseret afskærmning (fx en persienne). Det vil også være muligt at simulere mere realistiske reguleringsstrategier, for eksempel en strategi, der indstiller lamellerne således at direkte sollys netop holdes ude (såkaldt cut-off regulering).

Perspektiv

Når der i fremtiden skal designs bæredygtige lavenergibygninger med store glasarealer vil solafskærmninger indgå som en naturlig del af facaden. For at opnå optimale løsninger hvor både arkitektur, indeklima og energiforbrug er tilgodeset, skal solafskærmningens optiske og energimæssige egenskaber kendes i kombination med den aktuelle rudeløsning, hvilket anvendelse af programmet WIS muliggør. I takt med at der vil blive indlæst data for flere solafskærmninger i databasen i WIS, vil det blive nemmere at bestemme egenskaberne for et bredt udsnit af rude/afskærmningskombinationer. Ved at anvende disse egenskaber som input i f.eks. Building-Calc/LightCalc eller BSim får man dermed et bedre grundlag for at vælge de energimæssigt bedste produkter. Den beskrevne metode vil således medvirke til at fremme anvendelsen af energieffektive solafskærmninger.

En sideeffekt ved udvendig solafskærmning er, at den kan virke som ekstra natisolering når det er koldt. Ved at lukke solafskærmningen om natten når der ikke er brug for udsyn, kan varmetabet ud gennem facaden således reduceres betydeligt.

Den udvendige solafskærmning kan endvidere løse problemer med udvendig kondens på energiruder, idet kondensdannelsen vil ske på solafskærmningen. Når der er brug for udsyn åbnes afskærmningen eller den trækkes helt op afhængig af type.