

**Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger**

## **Brugervejledning**



Rapport

**BYG·DTU R-xxx**

2008

ISSN 1601-2917

ISBN xx-xxxx-xxx-x

## **Forord**

Nærværende vejledning er udarbejdet i forbindelse med projektet ”Udvikling af værktøjer til fremme af energieffektiv anvendelse af solafskærmninger”, Projektnr. 337-094, støttet af ELFOR/Dansk energi Net.

Vejledningen kan bruges af arkitekter og ingeniører i byggebranchen samt producenter og leverandører af solafskærmninger til bestemmelse af energimæssige egenskaber for solafskærmninger og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger.

**Indholdsfortegnelse**

Forord.....	2
1 Indledning .....	4
1.1 Behov for solafskærmning .....	4
1.2 Metode .....	5
2 Fremgangsmåde til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber.....	6
2.1 Optiske Data.....	6
3 Rude/solafskærmningsberegninger, WIS (Window Information System) .....	7
3.1 Indlæsning af data i WIS.....	8
3.1.1 Spektrale data.....	10
3.1.2 Integrerede data.....	11
3.2 Rudesystem med solafskærmning.....	12
3.3 Screen/rullegardiner .....	13
4 Bygningsberegninger, BuildingCalc/LightCalc.....	14
4.1 Indlæsning af rude og solafskærmning .....	15
4.1.1 Lamelhældning .....	16
5 Eksempler .....	17

## 1 Indledning

### 1.1 Behov for solafskærmning

I de senere år er anvendelsen store glaspartier i byggeriet steget og denne tendens må formodes at fortsætte fremover, idet anvendelse af glas giver mange muligheder for at skabe arkitektonisk spændende bygninger. Denne udvikling har medført et øget behov for solafskærmninger da glasfacader har stor indflydelse på bygningens indeklimate og energiforbrug – både i positiv og negativ retning. Det store solindfald gennem glasfacader kan med fordel bidrage til rumopvarmningen om vinteren og desuden medfører store glasarealer bedre dagslysudnyttelse, som kan resultere i el-besparelser til kunstig belysning. Til gengæld resulterer det store solindfald kombineret med stor intern varmelast fra personer og elektrisk udstyr m.m. i f.eks. kontorbygninger ofte i overtemperaturer i store dele af året. Disse overtemperaturproblemer er hidtil ofte blevet løst vha. mekanisk køling/ventilation med meget store energiforbrug til følge.

Med indførelsen af nye energibestemmelser i Bygningsreglementet skal energiforbruget til køling og ventilation medregnes i den skærpede energiramme, og der er derfor behov for at løse overtemperaturproblemerne på anden vis. Da de høje temperaturer ofte primært skyldes stort solindfald er den bedste løsning på problemet at anvende effektiv solafskærmning. Idet man samtidig ønsker størst muligt udsyn og dagslysindfald, bør den valgte solafskærmning være variabel.

Med den rigtige solafskærmning er det således muligt at kontrollere solindfaldet og dermed undgå overtemperaturer uden brug af ekstra energi til køling og ventilation, samtidig med at behovet for godt udsyn og gode dagslysforhold tilgodeses. På den måde vil effektiv variabel solafskærmning i mange tilfælde være løsningen på at opfylde både krav til gode indeklimaforhold og bygningsreglementets energiramme.

Solafskærmninger kan udformes og placeres på mange måder. Den mest effektive placering er udvendig, da det gælder om at bremse solens stråler inden de kommer ind gennem ruden. Indvendig solafskærmning har kun begrænset effekt, hvilket skyldes, at når solstrålerne først har passeret ruden, omdannes de til langbølget varmestråling, som ikke umiddelbart kan slippe ud igen, og det resulterer i at temperaturen stiger i bygningen (drivhuseffekt). Indvendig solafskærmning bør derfor primært bruges til at kontrollere dagslysindfaldet og løse problemer med blænding.

At vælge den bedst egnede solafskærmning i en konkret bygning er dog helt enkelt, da der udover design og arkitektonisk udformning er mange forhold der skal tages hensyn til, fx, dagslysforhold, energiforbrug, indeklimate og udsyn. For at opnå gode bæredygtige løsninger er det nødvendigt at inddrage disse hensyn allerede tidligt i designfasen. For at kunne foretage en retvisende vurdering af effekten af solafskærmninger skal solafskærmningen derfor kunne karakteriseres under de konkrete forhold. Det kræver simple og brugervenlige værktøjer som kan anvendes til at vurdere bygningens indeklimate- og energiforhold sideløbende med designprocessen af bygningens arkitektoniske udformning. I denne vejledning beskrives en metode til at karakterisere solafskærmningers egenskaber og vurdere deres effekt på dagslys, indeklimate og energiforbrug i bygninger vha. af simple beregningsværktøjer.

## 1.2 Metode

Denne vejledning beskriver en metode til at karakterisere solafskærmningers optiske og energimæssige egenskaber og beregne deres effekt på dagslys, indeklima og energiforbrug i bygninger.

Da solafskærmningers egenskaber og indflydelse på bygninger er komplekse er metoden omfattende og indeholder flere delelementer og hjælpeprogrammer. Den overordnede metode kan kort fortalt beskrives som følger:

- Materialedata leveres fra solafskærmningsproducent
  - Reflektans, Transmittans, (Emissivitet)
- Materialedata indlæses i edb-programmet WIS
- Egenskaber for solafskærmning i kombination med aktuel rude beregnes i WIS, herunder beregninger for forskellige indstillinger af solafskærmningen
- Ved brug af resultaterne fra WIS beregnes solafskærmningens effekt på bygningens indeklima/energiforbrug i
  - BuildingCalc/LightCalc (simpel bygningssimulering)
  - BSim (detaljeret bygningssimulering) (ikke behandlet i denne vejledning)

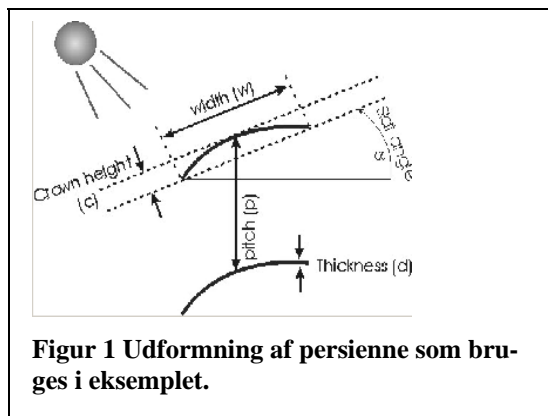
Metoden og værktøjerne skal bruges af rådgivere og arkitekter i den tidlige skitsefase ved design af facadeløsning og til vurdering af solafskærmningers effekt på dagslys, indeklima og energiforbrug i bygninger.

## 2 Fremgangsmåde til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber

Metoden til bestemmelse af optiske og energimæssige egenskaber for solafskærmninger er beskrevet i det følgende ved hjælp af et eksempel med en persienne med følgende geometri, se Tabel 1 og Figur 1.

Tykkelse af lameller, d	0,22 mm
Bredde af lameller, W	50 mm
Buehøjde, c	4 mm
Afstand mellem lameller, p	42,5 mm
Farve	Hvid

Tabel 1. Udformning af persienne som bruges i eksemplet.



Bagest i vejledningen er vist eksempler på beregning med rullegardin/screen og lameller.

### 2.1 Optiske Data

Normalt karakteriseres solafskærmninger ud fra deres afskærmningsfaktor som udtrykker hvor meget solenergi der transmitteres gennem en standardrude med solafskærmningen monteret i forhold til hvor meget der transmitteres gennem ruden alene. Denne afskærmningsfaktor er god nok til at sammenligne forskellige produkter generelt, men den er ikke detaljeret nok til at beskrive de virkelige forhold i et konkret byggeprojekt, idet den solafskærmende effekt afhænger af hvilken rude solafskærmningen kombineres med. Det er således nødvendigt at kunne bestemme egenskaberne for solafskærmningen alene og egenskaberne for det samlede system bestående af den aktuelle rude og solafskærmning, hvilket er muligt vha. programmet WIS, se afsnit 3. Dette kræver kendskab til de grundlæggende optiske data, transmittans og reflektans, for materialet som solafskærmningen består af.

For at foretage en beregning skal der som minimum foreligge data for reflektans og transmittans for solafskærmningens materiale og gerne fordelt på hhv. solenergi, synligt lys og UV stråling. I Tabel 2er vist eksempel på optiske data som skal foreligge for lamellerne i persiennen.

	Solenergi (250 til 2500 nm)	synligt lys (380 til 780 nm)	UV stråling (250 til 380 nm)
Reflektans, forside	0,74	0,77	0,07
Reflektans, bagside	0,74	0,77	0,07
Transmittans (ens for begge sider)	0	0	0

Tabel 2. Eksempel på optiske data for persienne som kræves for at gennemføre en beregning i WIS. Værdierne gælder for selve lamelmaterialet.

Termerne "Solenergi, synligt lys og UV stråling" henviser til hhv. det samlede spektrum for solstråling, den synlige del af spektret og den ultraviolette del af spektret.

Bemærk at det er materialedata for selve lamellerne og ikke hele persiennen. Persiennens samlede egenskaber beregnes senere!

Som i dette eksempel er reflektansen ofte ens på begge sider af materialet. Hvis der er forskellig overfladebehandling på de to sider kan reflektansen variere. Da lamellerne i eksemplet er uigennemskinnelige er transmittansen 0.

Disse data findes måske allerede i databasen over solafskærmninger som følger med WIS. Hvis den aktuelle solafskærmning ikke findes i databasen i WIS, skal data oplyses af producenten og derefter indlæses i programmet.

Det er som regel begrænset hvor detaljerede data producenten kan levere. For persienser og andre lamelbaserede solafskærmninger foreligger der ofte kun oplysninger om transmittans, reflektans eller afskærmningsfaktor for hele solafskærmningen hvilket ikke er tilstrækkeligt for at gennemføre en detaljeret beregning. Data skal foreligge for den enkelte lamel. For rullegardin/screen svarer materialedata derimod til hele solafskærmningens egenskaber. Se afsnit 5 for eksempler på disse typer. Plissegardiner behandles på samme måde som persienser og lameller.

### **3 Rude/solafskærmningsberegninger, WIS (Window Information System)**

WIS er et beregningsprogram til bestemmelse af termiske og optiske egenskaber af ruder, vinduer og solafskærmninger. WIS er databasebaseret således at der kan regnes på udvalgte produkter fra databasen og på den måde kan forskellige solafskærmningers energimæssige egenskaber bestemmes mere præcist i kombination med en ønsket rudetype. De vigtigste egenskaber som beskriver rude/solafskærmningssystemet er varmetransmissionskoefficienten,  $U$ , den totale solenergitransmittans,  $g$ , og sollystransmittansen,  $\tau$ . Ved at vælge fra databasen kan man opbygge det ønskede vindues/facadesystem bestående af rudetype og solafskærmning. Herefter kan WIS beregne egenskaberne for det samlede system. For variable solafskærmninger som f.eks. persienser og lameller kan WIS også bruges til at bestemme solafskærmningens virkning ved forskellige lamelhældninger.

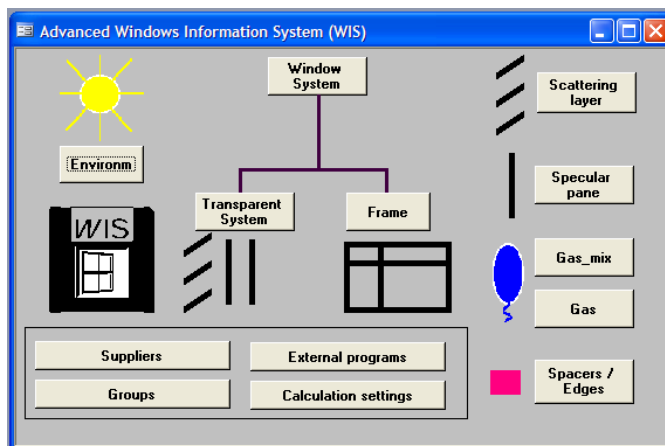
Databasen med rudeglas (Specular pane) indeholder data for et meget stort udvalg af glas på markedet, men også solafskærmningsbasen (Scattering layer) indeholder mange produkter. Til gengæld er ramme/karmprofiler (Frame) og kantkonstruktioner (Spacers/Edges) kun sparsomt repræsenteret.

WIS er gratis og kan downloades fra <http://windat.ucd.ie/wis/html>.

På Figur 2 er startsvinduet i WIS vist. Det er herfra at de enkelte dele af programmet aktiveres. I forbindelse med beregninger af solafskærmninger og ruder er det stort set kun "Scattering layer" (solafskærmning), "Specular pane" (rudeglas) og "Transparent system" (rude/afskærmningssystem) som anvendes.

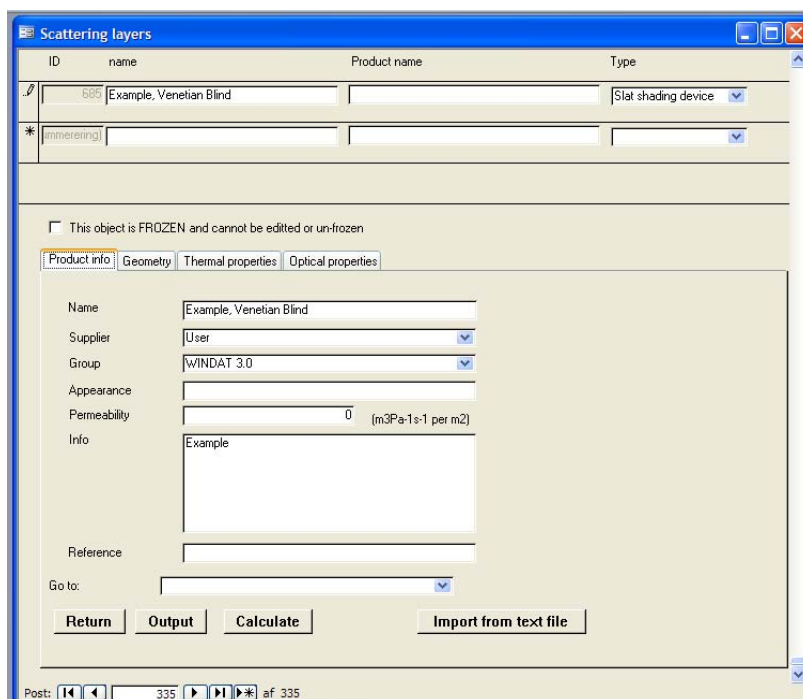
### 3.1 Indlæsning af data i WIS

Hvis den aktuelle solafskærmning ikke findes i databasen i WIS skal data for transmittans og reflektans leveres af producenten og indlæses i WIS, som herefter kan beregne egenskaberne for et system bestående af rude og solafskærmning.



Figur 2. Startskærbilledet, startprogramvinduet i WIS.

For at åbne databasen med solafskærmninger klikkes på ”Scattering layer”. Dette aktiverer programvinduet for solafskærmninger vist i Figur 3.



Figur 3. Skærbilledet for Databasevinduet for solafskærmninger.

Nederst på vinduet for solafskærmninger er det muligt at bladere i produkterne i databasen. Det kan også ske fra drop-down feltet ”Go to”. Det valgte produkt vises foroven evt. sammen med de to efterfølgende i databasen.

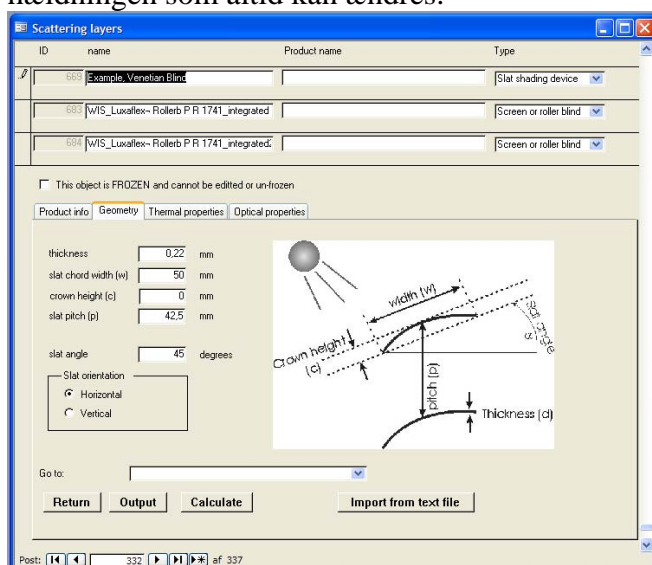


Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger

For at oprette en ny solafskærmning og indtaste tilhørende data bladres hen til den sidste post i databasen. Klik en gang mere på pil til højre og der oprettes en ny post. Under ”Type” vælges hvilken type der er tale om. WIS skelner mellem følgende forskellige typer af solafskærmninger:

- Slat shading device: Persiener og lameller.
- Screen or roller blind: Rullegardiner og screens
- Pleated blind: Plissegardiner
- Generic deffusing device: Øvrige solafskærmninger som ikke gå ind under de tre ovenfor nævnte kategorier.

På fanebladet ”Product info” (se Figur 3) indtastes generel information om det aktuelle produkt. På fanebladet ”Geometry” indtastes den geometriske udformning af den aktuelle solafskærmning. Indholdet afhænger af hvilken type der er valgt. På Figur 4 er ”Geometry” vist for den aktuelle persienne som eksempel. Der er oplysninger om lamellernes geometri og dimensioner samt hældning. For alle de eksisterende produkter i databasen er disse data låst så de ikke kan ændres. Dette gælder dog ikke lamelhældningen som altid kan ændres.



**Figur 4.** Fanebladet ”Geometry” under solafskærmninger. Her indtastes/vises geometrisk udformning og dimensioner for den valgte afskærmning.

På fanebladet ”Thermal properties” (Figur 5) indtastes de termiske data for materialet som solafskærmningen er lavet af. Værdierne varmeledningsevne, emissivitet og transmissivitet for materialet oplyses af producenten. Hvis værdierne ikke er tilgængelige kan følgende anvendes:

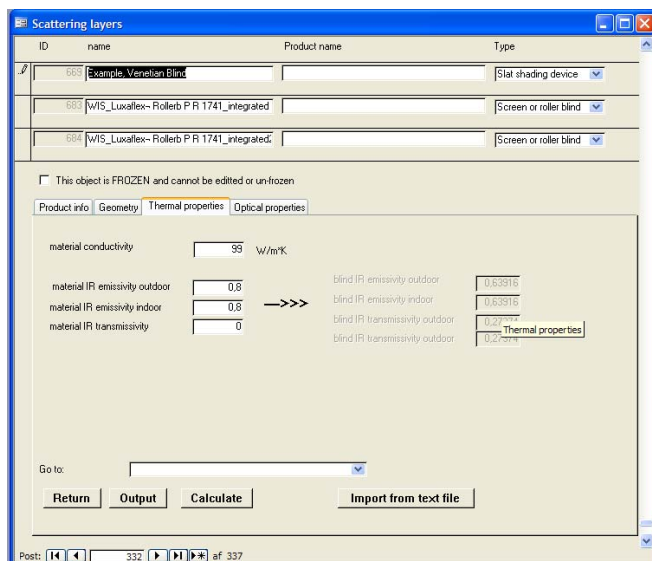
*Material conductivity* (varmeledningsevne): 100 W/mK (metal)

*Material IR emissivity outdoor og indoor* (emissivitet): 0.8

*Material IR transmissivity* (transmissivitet): 0 (ikke transparent)

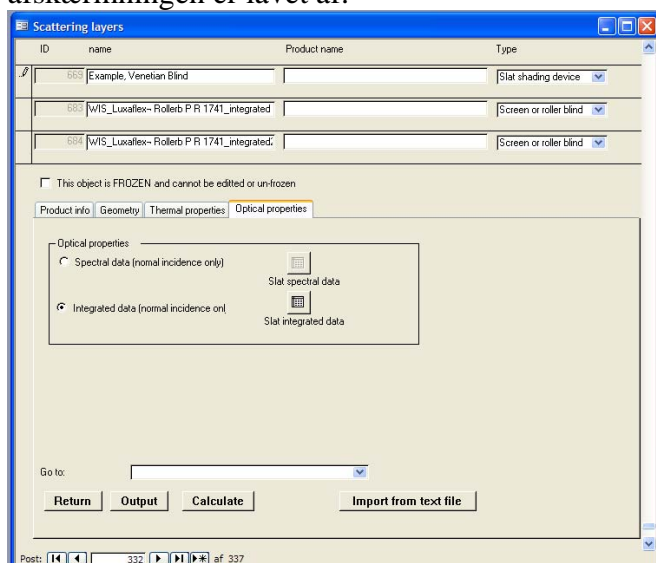
Værdierne kan ikke ændres for de produkter i databasen som er låst.

Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger



**Figur 5. Fanebladet "Thermal properties" under solafskærmninger. Her indtastes/vises de termiske egenskaber for den valgte afskærmning.**

Fra fanebladet "Optical properties" er der tre indgange til at indlæse optiske data for solafskærmningen. Igen er de opgivne data kun gældende for selve materialet som afskærmningen er lavet af.



**Figur 6. Skærmbillede for indlæsning af optiske data.**

WIS skelner mellem spektrale data og integrerede data.

### 3.1.1 Spektrale data

Hvis der foreligger spektrale data dvs. data fordelt på bølgelængder i hele solspektret kan disse indtastes i inputvinduet vist i Figur 7. Det er dog væsentligt mere effektivt at importere de spektrale data fra en fil. For solafskærmninger kan der importeres spektrale data for vinkelret stråling. Metoden til at importere data og det specifikke dataformat er yderligere beskrevet i "Data submission procedure for shading and diffusing components". (Rosenfeld, J. L.J., 2004).

Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger

WL (nm)	outdoor	indoor	outdoor	indoor	outdoor	indoor	outdoor	indoor
250	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360	0,0360	0,0410	0,0410
260	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360	0,0360	0,0420	0,0420
270	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360	0,0360	0,0420	0,0420
280	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360	0,0360	0,0410	0,0410
290	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0350	0,0350	0,0410	0,0410
300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360	0,0360	0,0400	0,0400
310	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0350	0,0350	0,0400	0,0400

Figur 7. Indtastningsfelter til spektrale værdier.

Shading_id	name	GroupName	SupplierName	ShadingType	productname
636	Verisol SilverScreen beige ED02	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® SilverSc
637	Verisol SilverScreen black EB01	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® SilverSc
638	Verisol SilverScreen dark grey EB02	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® SilverSc
639	Verisol SilverScreen light grey ED03	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® SilverSc
640	Verisol SilverScreen white ED01	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® SilverSc
641	VertisolPS314 Ebony sand	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
642	VertisolPS314 Linen sand	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
643	VertisolPS314 Linen white	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
644	VertisolPS350 Linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
645	VertisolPS350 Pearl sand	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
646	VertisolPS350 White linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
647	VertisolPS350 White pearl	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
648	VertisolPS350 White	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
649	VertisolPS351 Ebony	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
650	VertisolPS351 Linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
651	VertisolPS351 White linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
652	VertisolPS351 White pearl	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
653	VertisolPS351 White	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
654	VertisolPS352 D-3 White bronze	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
655	VertisolPS352 D-3 White ebony	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
656	VertisolPS352 D-3 White grey	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
657	VertisolPS352 D-3 White sand	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
658	VertisolPS550 Ebony	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
659	VertisolPS550 Linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
660	VertisolPS550 Pearl linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
661	VertisolPS550 White linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
662	VertisolPS550 White pearl	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
663	VertisolPS550 White	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
664	VertisolPS650 Linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
665	VertisolPS650 White linen	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
666	VertisolPS650 White	WINDAT 3.1	Verisol®	Screen or roller blind	Verisol® Roller bli
667	SGG Anteiol Silver	WINDAT 3.0	User	Slat shading device	SGG Anteiol Silver
668	Lamel_metal_1	WINDAT 3.0	A well known m	Slat shading device	
669	Example, Venetian Blind	WINDAT 3.0	User	Slat shading device	
683	WIS_Luxaflex- Rollerb P R 1741_inte	WINDAT 3.0	User	Screen or roller blind	
684	WIS_Luxaflex- Rollerb P R 1741_inte	WINDAT 3.0	User	Screen or roller blind	
686	Example, Venetian Blind	WINDAT 3.0	User	Slat shading device	
687	DATAstest_13	zzz	SOLTIS	Screen or roller blind	
688	DATAstest_14	zzz	SOLTIS	Screen or roller blind	

Figur 8. Databasevindue for solafskærmninger

### 3.1.2 Integreerede data.

Oftentimes there is only access to the optical properties in the form of integrated values i.e. a weighted average value that applies to parts of the solar spectrum. These material data

Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger

indtastes på skærbilledet vist i Figur 9. Som det fremgår af skærbilledet skal der indtastes optiske data for reflektans på hver side af materialet og transmittans (ens for begge sider). Disse data opdeles yderligere i

- Solar: egenskaberne for hele solstrålingens spektrum (250 nm til 2500 nm)
- Visual: den synlige del af strålingen (380 til 780 nm)
- UV: den ultraviolette del af spektret (250 til 380 nm).

Hvis fordelingen af egenskaberne ikke kendes, indtastes som tilnærmelse ens værdier for alle tre spektralområder.

Herudover er der mulighed for at opdele egenskaberne i direkte og diffuse bidrag. For de fleste ikke transparente materialer som typisk anvendes i persiener reflekteres solstrålingen diffust og data indtastes under "beam-diff" som indikerer at indkomne stråling som har en bestemt retning reflekteres diffust i alle retninger. Hvis materialet har spejledne egenskaber indtastes data under "beam-beam" og i visse tilfælde fordeles værdierne mellem "beam-beam" og "beam-diff".

	SOLAR		VISUAL		UV	
	beam->beam	beam->diff	beam->beam	beam->diff	beam->beam	beam->diff
R upper side (outdoor)	0,000	0,740	0,000	0,770	0,000	0,070
R bottom side (indoor)	0,000	0,740	0,000	0,770	0,000	0,070
T (both sides equal)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

IR properties	
IR emissivity upper side (outdoor)	0,800
IR emissivity bottom side (indoor)	0,800
IR transmissivity (both sides equal)	0,000

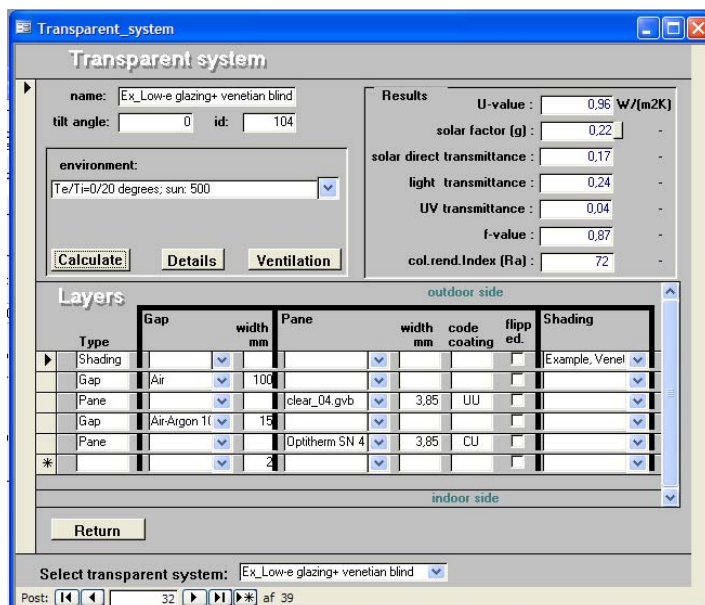
Figur 9. Skærbillede til indlæsning af materialedata for solafskærmningen som integrerede værdier. Eksempel med persienne. Data gælder for selve lamelmaterialet.

Når alle data for solafskærmningsmaterialet er indlæst klikkes på "Return" hvorved de automatisk gemmes i databasen lokalt på computeren. Herefter klikkes på "Calculate" se Figur 6 og WIS beregner egenskaberne for hele solafskærmningen under hensyntagen til lamellernes aktuelle hældning. Der genereres en rapport som indeholder alle data vedrørende solafskærmningen. De beregnede egenskaber for afskærmningen kan også ses ved at klikke på "Output", se Figur 6.

### 3.2 Rudesystem med solafskærmning

Når den aktuelle solafskærmning er indlæst i WIS databasen skal der udføres beregning af egenskaberne for et samlet system bestående af rude og solafskærmning. Dette gøres fra programdelen "Transparent System", se Figur 10 som aktiveres fra startskærbilledet (se Figur 2).

Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger



Figur 10. Skærbillede for beregning af egenskaber for transparent system bestående af rude og solafskærmning.

Ligesom solafskærmningsdelen er "Transparent system" også knyttet til databasen og vha. pilene in bunden af vinduet kan man bladere i de rudesystemer som ligger i basen. Man kan enten vælge at redigere i de eksisterende systemer eller man kan oprette et nyt ved at klikke på pil til højre indtil der fremkommer tomme felter.

Et rudesystem opbygges ved at vælge de ønskede dele fra drop down listerne. Der startes udefra med at vælge en afskærmning eller et glas og derefter et hulrum med luft eller en ædelgas efterfulgt af endnu et lag og så videre. På Figur 10 er vist et eksempel den nyoprettede persienne placeret udvendig på en almindelig energirude med 15 mm argon og lavemissionsbelægning.

Når rude/solafskærmningssystemet er færdigopbygget foretages en beregning ved at klikke på "Calculate". Herved genereres en rapport med alle de relevante oplysninger om systemet og de beregnede resultater. De vigtigste resultater vises også på skærbilledet "Transparent System". Det ses, at det opbyggede system har en U-værdi på  $0,96 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g = 0,22$  og  $\tau = 0,24$ .

Ved at vælge andre solafskærmninger fra databasen kan man hurtigt vurdere egenskaberne for forskellige solafskærmninger.

### 3.3 Screen/rullegardiner

For rullegardiner eller screens er det også muligt at indtaste optiske data som integrerede værdier. Det er dog desværre ganske besværligt og tidkrævende da indtastningsfeltet indeholder over 300 felter som kan udfyldes. Se Figur 11. Reflektans og transmittans skal angives for forskellige indfaldsvinkler fra  $-90^\circ$  til  $90^\circ$  med intervaller på  $10^\circ$ . For hver indfaldsvinkel skal data opdeles i hhv. "direct-direct" (spejlende, ikke spredende) og "direct-diffuse" (diffuserende) egenskaber. Alle data angives for både udvendig og indvendig side. Derudover opdeles den diffuse del yderligere i "solar" (solenergi), "Visual" (synlige del) og "UV" (ultraviolette del).

Hvis data for det aktuelle rullegardin/screen kun foreligger i form af samlede værdier for transmittans for solenergi og sollys samt samlet reflektans og man ikke kender fordelingen på indfaldsvinkler kan de samme oplyste data indtastes i alle felterne.

Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger

Solar Shading  
- direct -> direct assumed independent of type of radiation (solar, visual or uv)

name: DATA\_10\_3\_Integrated id: 683

Inc. angle [deg]	direct - direct				direct - diffuse													
	Solar / Visual / UV				Solar				Visual				Uv					
	reflect.		trans.		reflect.		trans.		reflect.		trans.		reflect.		trans.			
	outd.	ind.	outd.	ind.	outd.	ind.	outd.	ind.	outd.	ind.	outd.	ind.	outd.	ind.	outd.	ind.		
90	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	
90	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
					diffuse - diffuse													
					0.37	0.71	0.09	0.09	0.13	0.74	0.01	0.01	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00

Return

Figur 11. Skærbillede for indtastning af optiske data for rullegardiner og screens.

En alternativ måde er at oprette en tekstfil med de aktuelle data og så indlæse filen i databasen vha. det tilhørende databasehjælpeprogram. Metoden til at importere data og det specifikke dataformat er yderligere beskrevet i "Data submission procedure for shading and diffusing components". (Rosenfeld, J. L.J., 2004)

#### 4 Bygningsberegninger, BuildingCalc/LightCalc

For at vurdere den aktuelle solafskærmnings effekt på energiforbrug og indeklima i en konkret bygning overføres de beregnede data fra WIS til BuildingCalc/LightCalc som bl.a. kan beregne solafskærmningers effekt på energiforbrug, termisk indeklima samt dagslysforhold.

BuildingCalc/LightCalc er udviklet på BYG-DTU. Og kan downloades gratis fra <http://www.byg.dtu.dk/Sektioner/BFI.aspx>.

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 til opvarmning.

LightCalc er integreret som et modul i programmet BuildingCalc, således at der kan regnes på dagslysforhold i rum med solafskærmning i facaden. LightCalc kan håndtere variable solafskærmninger og kan således tage hensyn til at afskærmningens egenskaber ændre sig over døgnet og over året.



Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger

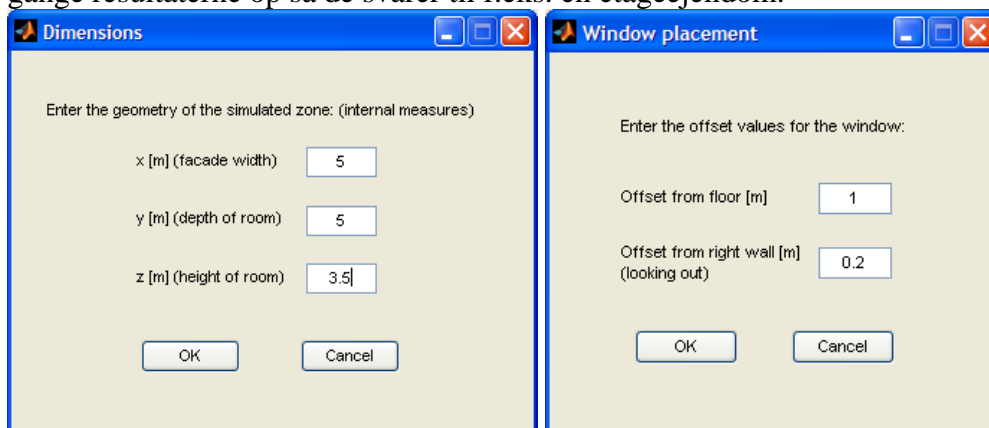
Med BuildingCalc/LightCalc kan der med få input foretages realistiske bygningssimuleringer med henblik på en optimering af dagslysindfald, indeklima og energiforbrug.

Metoden til at foretage en beregning med solafskærmning fra WIS er beskrevet i manualen til BuildingCalc/LightCalc (Nielsen, T. R., et al, 2007), men den gengives i korte træk i det følgende som et eksempel med persiennen beskrevet ovenfor. Startskræmbilledet til BuildingCalc/LightCalc er vist i Figur 12.



Figur 12. Startprogramvinduet til BuidingCalc/LightCalc.

Først opbygges en model af bygningen der skal regnes på. Programmet er forenklet således at der kun kan regnes på et rum med kun en facade. Det antages så at man kan gange resultaterne op så de svarer til f.eks. en etageejendom.



Figur 13. Inputvinduer til angivelse af rummets dimensioner og vinduets placering.

## 4.1 Indlæsning af rude og solafskærmning

Indlæsning af den ønskede rude samt solafskærmning sker fra programvinduet vist i Figur 14. I feltet "Database" kan man vælge en rude eller rude/solafskærmningskombination fra den eksisterende database.

Fra menuen Building vælges Glazing

Advanced glazing and shading devices database

New entry Load database Save database

Description: Single pane 4mm Shading position: No shading Update

Thermal properties:

Profile angle	g-value dir (-)
0 deg	0.849
10 deg	0.848
20 deg	0.847
30 deg	0.843
40 deg	0.833
50 deg	0.81
60 deg	0.758
70 deg	0.64
80 deg	0.397
90 deg	0

g-value dif (-): 0.769

U-value (W/m2K): 5.23

Visual transmittances, tau (-):

Dir->dir	Dir->diff	Dir->redir
0.893	0	0
0.893	0	0
0.892	0	0
0.889	0	0
0.88	0	0
0.858	0	0
0.803	0	0
0.677	0	0
0.418	0	0
0	0	0

Diff, sky: 0.813 Diff, ground: 0.813

Inner surface reflectance, rho: 0.159

Database: Single pane 4mm, 4-12Air-4, 4-15Ar-SN4, 4-15Ar-Energy4, 10-15Ar-SN4, 4SN-12Ar-4-12Ar-SN4, 4SN-15Ar-4-15Ar-SN4, Pilkington Suncool HP Neutral 6Hn(70)-1, Pilkington Suncool Brilliant 6B(66)-15Ar-, Pilkington Suncool HP Neutral 6Hn(53)-1, Pilkington Suncool Brilliant 10B(66)-15Ar, Pilkington Suncool Brilliant 6B(66)-12Ar-, Pilkington Suncool Brilliant 6B(30)-12Ar-, WinDat#1 dark blinds-20Air-4-15Ar-SN4

Project: Add > Remove <

Close

Figur 14. Indlæsning af rude og solafskærmning.

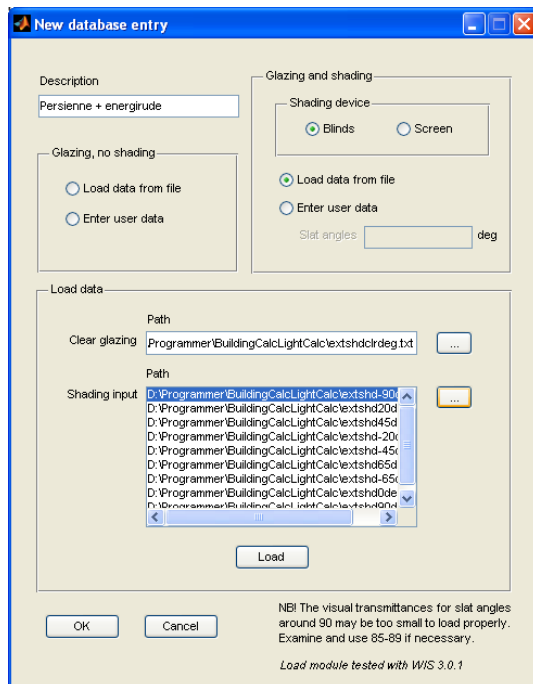
Ønsker man at importere den aktuelle rude/solafskærmning beregnet i WIS klikkes på "New entry" som åbner input vinduet vist i

#### 4.1.1 Lamelhældning

Hvis solafskærmningen er en persienne eller en anden form for lameller skal der i WIS foretages beregninger for forskellige lamelhældninger for at kunne medtage muligheden for at variere afkærmningen i løbet af dagen og året. F.eks. laves beregninger for 15 ° intervaller dvs. 0, 15, 30, 45 osv. For hver beregning gemmes den af WIS genererede rapport med et passende navn.



Procedure til bestemmelse af solafskærmningers egenskaber og deres effekt på indeklima og energiforbrug i bygninger



Programmet kan ved simulering interpolere mellem de beregnede egenskaber. Dette giver BuildingCalc/LightCalc mulighed for en effektiv styring af solafskærmningen så den kun afskærmer når der er brug for det.

## 5 Eksempler

Referencer

Rosenfeld, J. L.J. WIS Database. Data submission procedure for shading and diffusing components. Technical University of Denmark. 2004.

Nielsen, T. R., Hviid, C. A., BuildingCalc + LightCalc, Users guide for version 2.5.2. Technical University of Denmark. 2007.