



DMI

Transport- og Energiministeriet

Teknisk rapport 05-18

Solskinstimer i Pituffik

**Verifikation af metode til beregning af solskinstimer
ud fra globalstrålingsdata**

Maja Kjørup Nielsen

December 2005



Kolofon

Serietitel:
Teknisk rapport 05-18

Titel:
Solskinstimer i Pituffik

Undertitel:
Verifikation af metode til beregning af solskinstimer

Forfatter(e):
Maja Kjørup Nielsen

Andre bidragsydere:

Ansvarlig institution:
Danmarks Meteorologiske Institut

Sprog:
Dansk

Emneord:

Url:
www.dmi.dk/dmi/tr05-18

ISSN:
1399-1388

Versions dato:

Link til hjemmeside:
www.dmi.dk

Copyright:



Indhold:

1.	Synopsis	1
2.	Indledning	2
3.	Metode	3
4.	Datagrundlag	8
5.	Resultater	9
5.1.	Fastsættelse af konstanter	9
5.2.	Resultater med nye konstanter	11
6.	Konklusion	15
7.	Referencer	16
8.	Tidligere rapporter	16



1. Synopsis

I denne rapport undersøges om metoden til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata, som benyttes på danske stationer, også kan benyttes på grønlandske stationer. Metoden, som benyttes til beregning af solskinstid ud fra globalstrålingsdata baserer sig på, at der er en sammenhæng mellem antal solskinstimer og globalstrålingen. I metoden foretages sammenligninger af målinger af globalstrålingen og en model for globalstrålingen, og ifølge metoden skinner solen hvis globalstrålingen overstiger modellen.

Det er ikke givet at metoden umiddelbart kan anvendes på grønlandske data, idet den baserer sig på en undersøgelse foretaget på et datasæt fra Sydfrankrig (Carpentras), og de empiriske konstanter, der indgår i modellen er justeret således at de har givet det bedste resultat for dette sæt data fra Sydfrankrig. Modellen med de empiriske konstanter, som blev fundet i [Oliviéri, 1998] har vist sig at være velegnet til danske data, men derfor er det ikke sikkert at den også kan tages i anvendelse på grønlandske data, pga. den geografiske placering af Grønland, så langt mod nord i forhold til Danmark og Frankrig og dermed mindre solhøjder og lavere transmissivitet og fordi jordoverfladen er ganske anderledes, hvilket har betydning for albedo og dermed også vil have betydning for den diffuse stråling.

DMI har igennem en årrække foretaget målinger af globalstråling og direkte indstråling på en forskningsmålestation i Pituffik (ved Thule Air Base).

I nærværende undersøgelse er data fra hele året 2004 fra Pituffik benyttet til verificering af metoden ved sammenligning af antallet af solskinstimer, der beregnes ud fra den direkte indstråling ved at benytte WMO's definition af at, solen skinner når den direkte indstråling overstiger 120 W/m^2 .

Undersøgelsen har vist at det var nødvendigt at justere de empiriske konstanter i forhold til den model, som benyttes i Danmark.

Med de nye konstanter opnås gode resultater. Således ses en gennemsnitlig overensstemmelse mellem de to metoder på 94,2%, og en årstidsvariation på månedsbasis på mellem 88,1% i marts til 97,5% i august.

Der ses ingen tendens til, at der er forskel i hvor godt metoden virker ved høje eller lave solhøjder.

Med indførelse af de nye konstanter har der således været foretaget en væsentlig korrektion af modellen i forhold til den der benyttes i Danmark. Det kan derfor ikke umiddelbart antages at metoden til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata kan benyttes overalt i Grønland – hverken med de nye eller med de oprindelige konstanter.

Det anbefales derfor, at det undersøges yderligere om metoden kan bruges i Grønland, og om det sæt konstanter, der er fremkommet ved nærværende undersøgelse kan bruges generelt i Grønland.

Der har siden sommeren 2005 været pyranometer på to af DMI's vejrstationer i Grønland: Ittoqqortoormiit og Tasiilaq, på disse lokaliteter bliver der også registreret solskinstimer med solautografer. Disse parallelmålinger vil være oplagte til en sådan undersøgelse.



2. Indledning

Antallet af solskinstimer i Grønland er traditionelt blevet registreret semiautomatisk med solautografer fra firmaet Fuess.

I dag registreres solskinstimer med solautograf 6 steder i Grønland: Qaanaaq, Kangerlussuaq, Narsarsuaq, Danmarkshavn, Ittoqqortoormiit og Tasiilaq. Registreringen af solskinstimer går langt tilbage i tiden, således har en enkelt af målestationerne: Qaanaaq, eksisteret siden 1955.

Efterhånden er det meste af DMI's øvrige målenet blevet automatiseret. Således bestod solskinsnettet i Danmark også tidligere af et net af solautografer, men i 1999 begyndte DMI på automatisk beregning af solskinstid ud fra globalstrålingsdata (se definition af globalstråling bilag 2). Målestationer med solautografer blev nedlagt i de efterfølgende år afsluttende med Toldboden i København, som blev nedlagt i april 2005.

Metoden, som benyttes til beregning af solskinstid ud fra globalstrålingsdata baserer sig på, at der er en sammenhæng mellem antal solskinstimer og globalstrålingen. I metoden foretages sammenligninger af målinger af globalstrålingen og en model for globalstrålingen, og ifølge metoden skinner solen hvis globalstrålingen overstiger modellen [*Oliviéri, 1998*]. Metoden er beskrevet i rapporten "Måling af Soltimer" [*Nielsen, 1999*].

Metoden til automatisk beregning af solskinstimer har to fordele: dels fås en automatisk beregning af en tidligere semiautomatisk registreret parameter og dels fås to målinger med samme instrument: globalstråling og antal solskinstimer.

Metoden til beregning af solskinstimer har vist sig velegnet til beregning af solskinstimer i Danmark og den er evalueret for en lokalitet i Danmark, se rapporten "Evaluering af Soltimer" [*Nielsen, 2001*].

Der er forskelle i solskinsregistreringen med solautograferne og den nye metode, og således er der kommet en diskontinuitet i tidsserieme, se [*Laursen & Rosenørn, 2003*].

Siden august 2005 har der været målt globalstråling på 2 DMI-stationer i Grønland: Ittoqqortoormiit og Tasiilaq.

I nærværende undersøgelse er det analyseret om metoden til automatisk beregning af antal solskinstimer også kan tages i anvendelse i Grønland.

Metoden, som benyttes i Danmark, baserer sig på en undersøgelse [*Oliviéri, 1998*] foretaget på et datasæt fra Sydfrankrig (Carpentras) og de empiriske konstanter, der indgår i modellen er justeret således, at de har givet det bedste resultat for dette sæt data fra Sydfrankrig.

Modellen med de empiriske konstanter, som blev fundet i [*Oliviéri, 1998*] har vist sig at være velegnet til danske data, men derfor er det ikke sikkert at den også kan tages i anvendelse på grønlandske data, pga. den geografiske placering af Grønland, så langt mod nord i forhold til Danmark og Frankrig og dermed andre solhøjder og lavere transmissivitet og fordi jordoverfladen er ganske anderledes, hvilket vil have betydning for den diffuse stråling (se definition af diffus stråling bilag 2).

DMI har igennem en årrække foretaget målinger af globalstråling og direkte indstråling (se definition af direkte indstråling bilag 2) på en forskningsmålestation i Pituffik.

I nærværende undersøgelse er data fra hele året 2004 fra Pituffik benyttet til verificering af den beskrevne metode ved sammenligning af antallet af solskinstimer, der beregnes ud fra globalstrålingsdata med antallet af solskinstimer, der beregnes ud fra den direkte indstråling ved at benytte WMO's definition af at, solen skinner når den direkte indstråling overstiger 120 W/m^2 [*WMO-No. 590, 1981*].

3. Metode

Beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata benytter, at globalstråling og antallet af solskinstimer er godt korrelerede, hvilket gør det muligt at måle antallet af solskinstimer med et pyranometer.

Der kan opstilles en model for globalstrålingen på en skyfri dag på en bestemt lokalitet. Modellen sammenlignes med globalstrålingen målt med et pyranometer, og på den måde kan det bestemmes om solen skinner på det pågældende tidspunkt.

Definitionen på at solen skinner er, at den direkte indstråling er større 120 W/m^2 .

I det følgende benyttes en metode til beregning af antallet af solskinstimer ud fra globalstrålingen, som er beskrevet af *Oliviéri* i 1998 [*Oliviéri, 1998*]. Iflg. denne metode er den direkte indstråling større end 120 W/m^2 hvis

$$E_M > F_C \cdot E_G \quad (1)$$

hvor

E_M er den målte globalstråling

F_C er en dimensionsløs empirisk konstant tæt på 0.7, se (3)

E_G er den globalstrålingen på en skyfri dag. E_G afhænger af solhøjden

Solskinstiden defineres som summen af intervaller indenfor et tidsrum hvor (1) er opfyldt.

Ifølge [*Oliviéri, 1998*] kan globalstrålingen approksimeres ved:

$$E_G = 1080 \text{ W/m}^2 (\sin(h + \alpha))^{\beta} \quad (2)$$

hvor

h er solhøjden

α er en empirisk parameter mellem 0 og 0.15

β er en eksponent tæt på 1.22, ligeledes empirisk

Denne model er testet i [*Oliviéri, 1998*], og de bedste resultater ved sammenligning med referencemålinger blev fundet, når faktoren F_C varierede afhængig af både tid på året og tid på døgnet:

$$F_C = (A + B \cos q) \cdot (ah + b) \quad (3)$$

$$q = 2p \frac{d}{365} \quad (4)$$

hvor

$A = 0.74$

$B = 0.04$

$a = -0.0028$

$b = 1$

d betegner dagens nummer regnet fra 1. januar

Konstanterne α , β , A , B , a og b er empiriske konstanter fastsat i [*Oliviéri, 1998*].

Solhøjden er fundet ved [WMO-No. 8, 1996]:

$$\sin h = \sin d \sin j + \cos d \cos j \cos t \quad (5)$$

hvor

δ er solen deklination

φ er breddegraden

τ er timevinklen

Solens deklination er givet ved [WMO-No. 8, 1996]:

$$d = 0.006918 - 0.399912 \cos q + 0.070257 \sin q - 0.006758 \cos 2q + 0.000908 \sin 2q \quad (6)$$

og timevinklen τ er givet ved:

$$t = \begin{cases} p\left(\frac{t}{12} + 1\right) & \text{for } t < 12 \\ p\left(\frac{t}{12} - 1\right) & \text{for } t \geq 12 \end{cases} \quad (7)$$

hvor

t betegner tidspunktet på dagen [0:24] (Lokal tid).

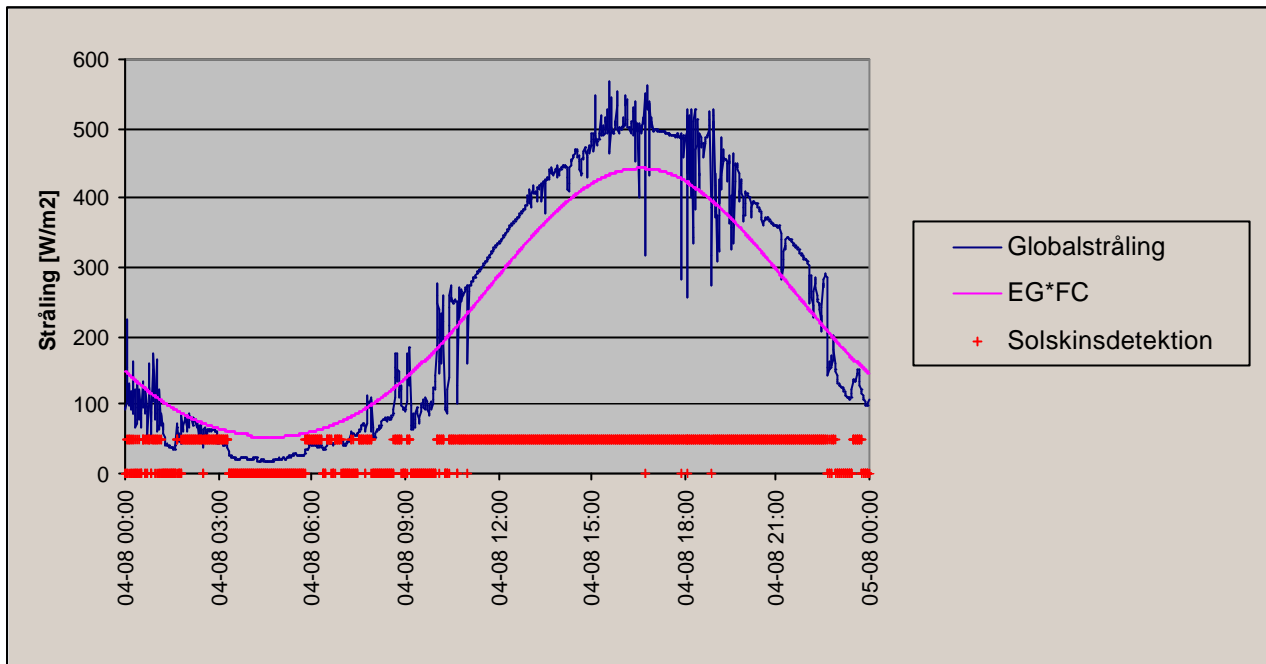
Ved sammenligningen af den målte globalstråling og modellen gælder, at resultatet automatisk sættes til 0, hvis solhøjden er mindre end 3° .

For at illustrere metoden er vist et eksempel fra Pituffik d. 4. august 2004.

På Figur 3.1 er optegnet globalstrålingen over døgnet målt med et pyranometer og produktet $F_C \times E_G$.

Linien "Solskindetektion" er beregnet og angiver om solen iflg. metoden skinner eller ej.

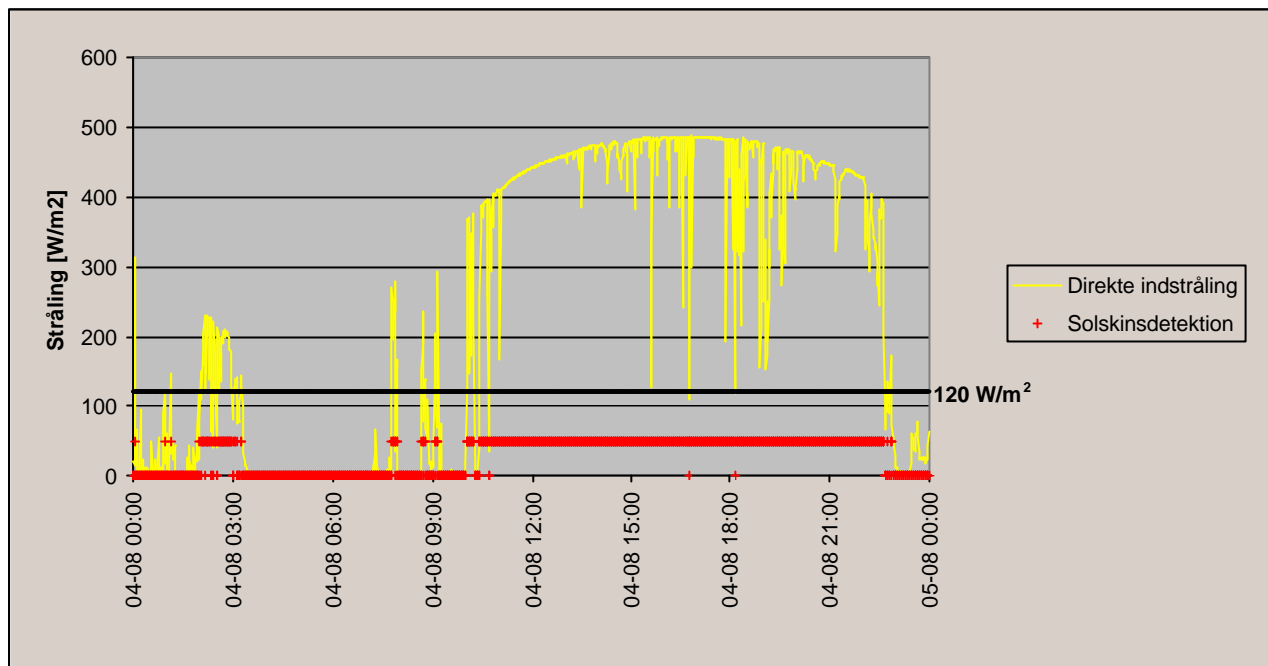
"Solskindetektion" er arbitrært sat til 50 hvis solen skinner og 0 hvis solen ikke skinner. Altså hvis den målte globalstråling er større end værdien $F_C \times E_G$ sættes "Solskindetektion" til 50, solen skinner, omvendt hvis globalstrålingen er lavere end $F_C \times E_G$ sættes "Solskindetektion" 0, altså solen skinner ikke.



Figur 3.1: Data fra d. 4. aug. 2004, Pituffik. Illustrering af metode til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata.

Af Figur 3.1 fremgår det at solen ikke skinnede mellem kl. lidt over 3 til lidt i 6 (utc tid). Herefter var der skiftende skydække ca. mellem kl. 6 og 11, hvorefter solen skinnede næsten uafbrudt indtil kl. 22.30.

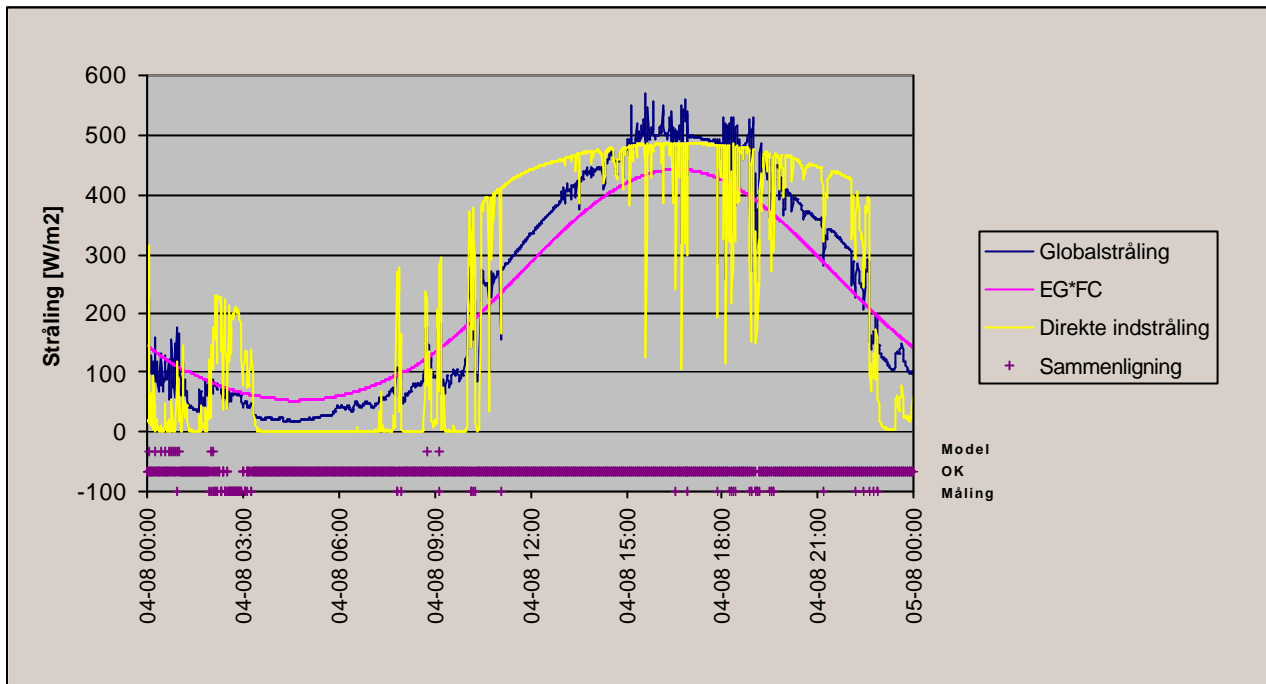
I denne rapport sammenlignes resultaterne fra ovenstående metode med målinger af den direkte indstråling. På Figur 3.2 er vist den direkte indstråling fra den 4. august sammen med den af WMO fastsatte solskinsgrænse på 120 W/m^2 . Solskindsdetektionen er her resultatet af en sammenligning af den målte direkte indstråling og 120 W/m^2 -grænsen.



Figur 3.2: Data fra d. 4. aug. 2004, Pituffik. Illustrering af beregning af solskinstimer ud fra den direkte indstråling.

I denne rapport sammenlignes resultaterne fra de to metoder til at beregne solskinstimer med henblik på at finde ud af om metoden illustreret i Figur 3.1 kan benyttes til at beregne solskinstimer i Grønland i fremtiden.

I det efterfølgende vil metoden til solskinstimeberegning illustreret i Figur 3.1 blive betegnet som "Modellen", mens metoden illustreret i Figur 3.2 vil blive betegnet som "Målingen". I Figur 3.3 er sammenligningen af de to metoder illustreret. "Sammenligning" i figuren antager værdien "OK" hvis Målingen og Modellen på det pågældende tidspunkt viser det samme, som både kan være, at solen skinner eller, at solen ikke skinner. "Sammenligning" antager værdien "Model" hvis der iflg. Modellen er solskin, mens der iflg. Målingen ikke er solskin, og omvendt hvis "Sammenligning" antager værdien "Måling". Hvis metoden, som afprøves i nærværende rapport skal benyttes gælder det altså om at få så mange "OK'er" som muligt.



Figur 3.3: Data fra d. 4. aug. 2004, Pituffik. Illustrering af sammenligningen af de to metoder til beregning af solskinstimer.

I Figur 3.3 ses at "Sammenligning" antager "OK" i hovedparten af døgnet. Der er dog noget uoverensstemmelse mellem de to metoder mellem kl. 0 og kl. 3.

4. Datagrundlag

Undersøgelsen i nærværende rapport baserer sig på et års (2004) data fra DMI's forskningsmålestation i Pituffik.

Der foreligger her data med en tidsopløsning på 1 minut af parallelle målinger af direkte indstråling målt med et pyrneliometer og globalstråling målt med et pyranometer.

Data er alene blevet analyseret for solhøjder over 3°. Således er der måneder hvor ingen data er blevet analyseret. I nedenstående skema kan ses hvor mange dage i hver måned over året, der er indgået i analysen.

Måned	Antal døgn
Januar	0
Februar	0
Marts	6
April	29
Maj	31
Juni	30
Juli	31
August	28
September	30
Oktober	31
November	0
December	0

Figur 4.1: Antal døgn som er indgået i analysen fordelt på måneder.

Der er kun medtaget 6 dage fra marts måned i analysen. Dette skyldes ikke kun lave solhøjder, men også at der har været del fejlagtige og manglende data for denne måned.

5. Resultater

Der er foretaget sammenligning af resultatet for solskinberegning ud fra den direkte indstråling, kaldet "Måling" med resultatet for modellen, der benytter globalstråling, kaldet "Model", for hver observation, dvs. for hver minut over året 2004.

5.1. Fastsættelse af konstanter

Analysen viste i første omgang et utilfredsstillende resultat. Andelen af tidspunkter hvor, der var overensstemmelse mellem Måling og Model, dvs. at begge metoder resulterede i enten at solen skinner eller i at solen ikke skinner, var i gennemsnit på 84,3% med en stor variation over året, f.eks. var der kun overensstemmelse mellem de to metoder ca. 66% af tiden i oktober og ca. 75% af tiden i månederne april og maj, se Tabel 5.1.

I Tabel 5.1 angiver kolonnen "Pct. OK" den andel af tiden hvor de to metoder viser det samme, kolonnen "Pct. Model" angiver den del af tiden hvor der iflg. Modellen er solskin, mens der iflg. Målingen ikke er solskin, og lige omvendt for kolonnen "Pct. Måling".

Måned	Pct. OK	Pct. Model	Pct. Måling
Marts	89,3	10,7	0,0
April	74,4	25,5	0,1
Maj	76,4	23,6	0,0
Juni	86,5	13,4	0,1
Juli	89,4	10,4	0,2
August	93,9	6,0	0,2
September	87,4	12,5	0,1
Oktober	65,9	34,1	0,0

Tabel 5.1: Resultat af sammenligning med oprindelige konstanter fordelt på hver måned over året.

Det ses af Tabel 5.1 at det sker langt hyppigere, at der iflg. Modellen er solskin og der ikke er solskin iflg. Målingen end det omvendte. Denne skæve fordeling sammen med det samlede sete utilfredsstillende resultat har resulteret i, at det er blevet undersøgt om en justering af de empiriske konstanter, der indgår i modellen for solskinsberegning ud fra globalstrålingsdata vil kunne forbedre det samlede resultat.

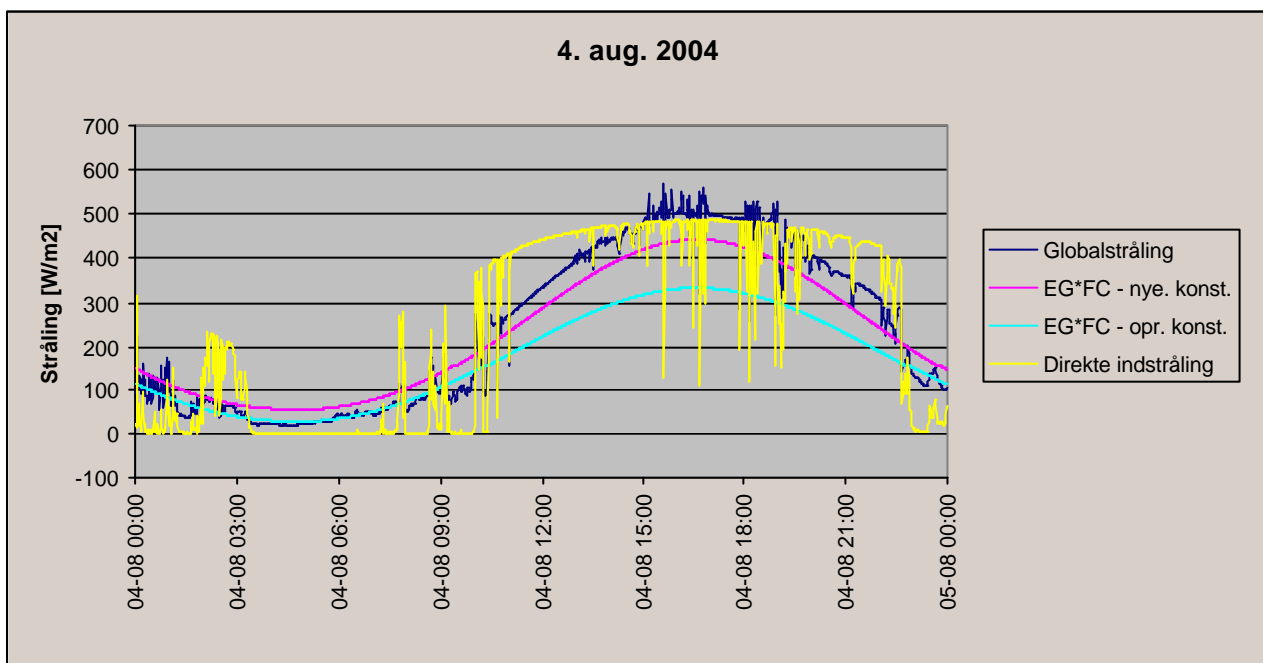
Hvorvidt og hvor meget konstanterne skal justeres i forhold til det aktuelle datasæt fra Pituffik er blevet analyseret ved hjælp af Monte Carlo-metoden. Det er blevet analyseret hvilken sammensætning af konstanter, der giver det bedste samlede resultat ved sammenligning af Måling og Model.

Resultatet af koefficient-analysen kan ses i Tabel 5.2. Her ses også, at det samlede resultat ved brug af de nye konstanter giver en overensstemmelse mellem de to metoder på 94,2%.

	Oprindelige konstanter	Nye konstanter
α	0,0000	0,1100
β	1,2200	1,7080
A	0,7400	1,0360
B	0,0400	0,0320
a	-0,0028	-0,0009
b	1,0000	0,9750
Samlet resultat	84,3%	94,2%

Tabel 5.2: Oprindelige og nye konstanter samt det samlede resultat ved hver af koefficient-sættene.

I Figur 5.3 er forskellen på de to koefficientsæt illustreret.



Figur 5.3: Illustrering af Modellen ved de to koefficientsæt.

I Figur 5.3 ses at produktet EG*FC antager højere værdier med det nye sæt konstanter. I metoden til beregning af solskinstimer ud fra globalstråling (Modellen) sammenlignes globalstrålingsdataene med produktet EG*FC, og det antages at solen skinner hvis globalstrålingen overstiger EG*FC på det aktuelle tidspunkt. Således vil modellen med det nye sæt konstanter betyde at Modellen vil vise færre solskinstimer.

Der er to fysiske forklaringer på denne justering af modellen for globalstrålingen, som sandsynligvis begge spiller ind:

For det første ligger Grønland og især Pituffik så langt mod nord at vinklen mod solen er lang mindre end i Danmark og Frankrig, hvilket betyder at atmosfærens transmissivitet også må blive mindre og dermed må den direkte indstråling ligeledes blive mindre. Dette medfører at forholdet mellem den diffuse stråling og den direkte indstråling bliver ændret således at den diffuse stråling og dermed globalstrålingen bliver større i forhold til den direkte indstråling. Den anden faktor som har betydning er den aktuelle albedo i Pituffik i forhold til albedoen i Danmark og Frankrig. Albedoen Pituffik er sandsynligvis større end i Danmark og Frankrig fordi jordoverfladen er dækket af sne store dele af året og der er is i den nærliggende fjord store



dele af året, samtidig befinder indlandsisen sig tilstrækkeligt tæt på til at det kan have en betydning for albedo. En større albedo vil betyde mere diffus stråling og dermed mere globalstråling.

I den efterfølgende analyse er det nye sæt konstanter benyttet.

5.2. Resultater med nye konstanter

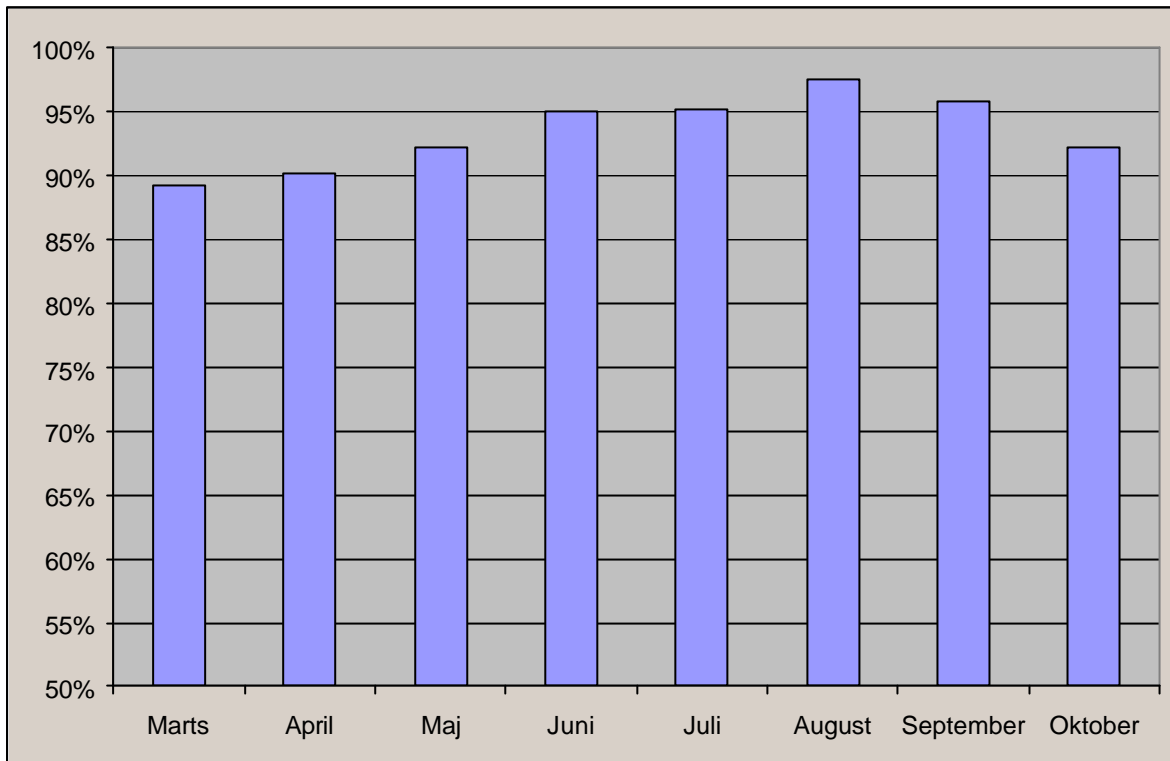
Det samlede resultat viser, som angivet i afsnit 5.1, at der gennemsnitligt er overensstemmelse mellem de to metoder 94,2% af den tid hvor solhøjden overstiger 3° .

I Tabel 5.4 er vist resultatet fordelt på hver måned over året. Her angiver kolonnen "Pct. OK" den andel af tiden hvor de to metoder viser det samme, kolonnen "Pct. Model" angiver den del af tiden hvor der iflg. Modellen er solskin, mens der iflg. Målingen ikke er solskin, og lige omvendt for kolonnen "Pct. Måling".

Måned	Pct. OK	Pct. Model	Pct. Måling
Marts	89,2	1,4	9,4
April	90,2	5,6	4,1
Maj	92,3	6,4	1,3
Juni	95,0	2,8	2,2
Juli	95,2	1,5	3,3
August	97,5	0,7	1,8
September	95,9	1,5	2,6
Oktober	92,2	7,7	0,1

Tabel 5.4: Resultat af sammenligning fordelt på hver måned over året.

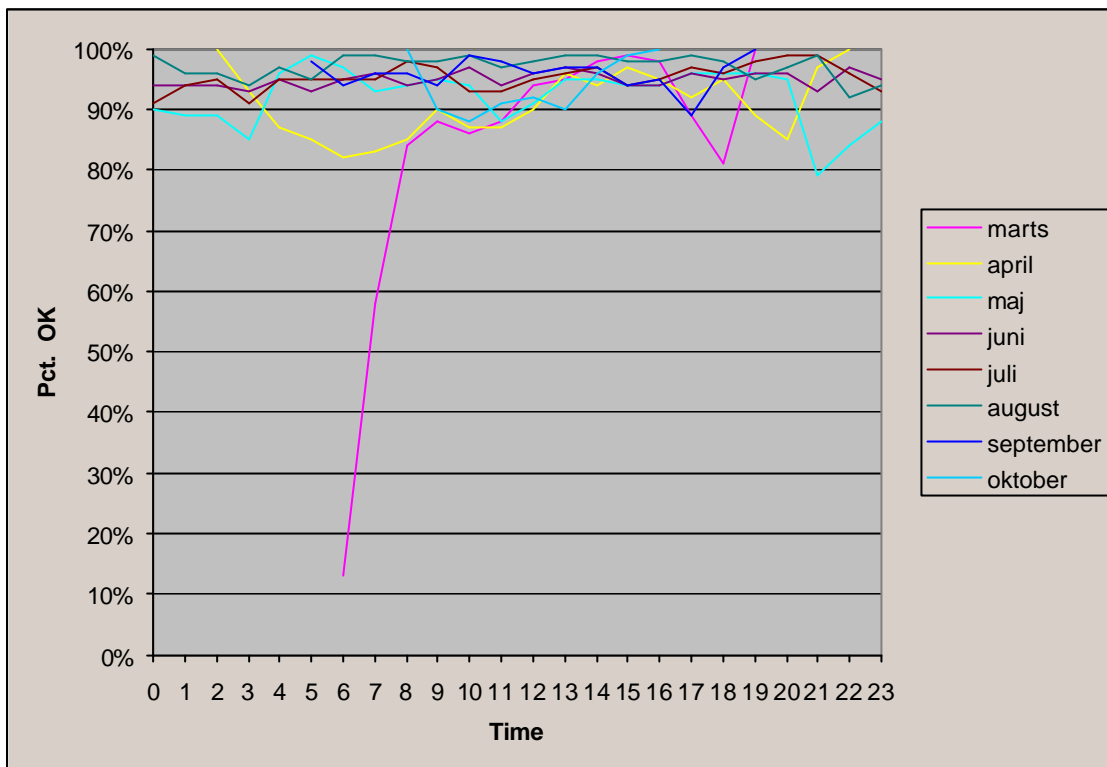
I Figur 5.5 viser søjlerne andelen af tiden hvor der er overensstemmelse mellem de to metoder for hver måned over året.



Figur 5.5: Andelen af sammenligninger, hvor der er overensstemmelse mellem Måling og Model fordelt på hver måned over året.

Det ses at andelen af tiden hvor der er overensstemmelse mellem metoderne varierer fra 89,2% i marts til 97,5% i august, hvilket er tilfredsstillende. De bedste resultater ses i månederne juni – september, mens der er mindre overensstemmelse mellem de to metoder i marts – maj og oktober.

Dette kunne tyde på at der i højere grad er overensstemmelse mellem de to metoder ved høje solhøjder. For at belyse denne teori er der foretaget en opdeling af resultaterne på hver time over døgnet for hver måned, illustreret i Figur 5.6 og Tabel 5.7.



Figur 5.6: Andelen af sammenligninger, hvor der er overensstemmelse mellem Måling og Model fordelt på hver time (lokal tid) over døgnet for hver måned.

Af Figur 5.6 ses at der meget dårlige resultater for 6. og 7. time for marts måned. Det lave tal repræsenterer tidspunkter hvor den direkte indstråling er høj i forhold til globalstrålingen, se eksempler i bilag 1. Der er kun 6 dage med i analysen for marts måned, dermed vil der være større statistisk usikkerhed.

Bortset fra de to timer i marts varierer resultaterne fra 79% til 100%. Ses bort fra 6. og 7. time i marts måned er resultaterne altså igen meget fine, men der ses her ingen tendens til at timer med lave solhøjder i forårs- og efterårsmånederne giver ringere resultat end timer med høj solhøjde.



Time (lokal- tid)	Pct. OK							
	marts	april	maj	juni	juli	aug.	sept.	okt.
0			90	94	91	99		
1			89	94	94	96		
2		100	89	94	95	96		
3		93	85	93	91	94		
4		87	96	95	95	97		
5		85	99	93	95	95	98	
6	13	82	97	95	95	99	94	
7	58	83	93	96	95	99	96	
8	84	85	94	94	98	98	96	100
9	88	90	95	95	97	98	94	90
10	86	87	94	97	93	99	99	88
11	88	87	88	94	93	97	98	91
12	94	90	91	96	95	98	96	92
13	95	96	95	97	96	99	97	90
14	98	94	95	96	97	99	97	96
15	99	97	94	94	94	98	94	99
16	98	95	94	94	95	98	95	100
17	89	92	96	96	97	99	89	
18	81	95	96	95	96	98	97	
19	100	89	96	96	98	95	100	
20		85	95	96	99	97		
21		97	79	93	99	99		
22		100	84	97	96	92		
23			88	95	93	94		

Tabel 5.7: Andelen af sammenligninger, hvor der er overensstemmelse mellem Måling og Model fordelt på hver time (lokal tid) over døgnet for hver måned. Tomme felter betyder at der ikke har indgået data i analysen for den pågældende time den aktuelle måned, da solhøjden konstant har været under 3°.

Nærværende undersøgelse har altså vist gode resultater med de nye konstanter for datasættet fra Pituffik.

Med indførelse af de nye konstanter har der været foretaget en væsentlig korrektion af modellen i forhold til den der benyttes i Danmark. Det kan derfor ikke umiddelbart antages at metoden til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata kan benyttes overalt i Grønland – hverken med de nye eller med de oprindelige konstanter.

Det anbefales derfor at der foretages yderligere undersøgelser af om metoden kan bruges i Grønland, og om det sæt konstanter der er fremkommet ved nærværende undersøgelse kan bruges generelt i Grønland.

Der har siden sommeren 2005 været pyranometer på to af DMI's vejrstationer i Grønland: Ittoqqortoormiit og Tasiilaq. På disse lokaliteter bliver der også registreret solskinstimer med solautografer. Disse parallelmålinger vil være oplagte til en sådan undersøgelse.



6. Konklusion

Der har været foretaget en undersøgelse af om metoden til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata, som benyttes i på danske stationer også kan benyttes på grønlandske stationer.

Metoden, som benyttes til beregning af solskinstid ud fra globalstrålingsdata baserer sig på, at der er en sammenhæng mellem antal solskinstimer og globalstrålingen. I metoden foretages sammenligninger af målinger af globalstrålingen og en model for globalstrålingen, og ifølge metoden skinner solen hvis globalstrålingen overstiger modellen.

Det er ikke givet at metoden umiddelbart kan anvendes på grønlandske data, idet metoden baserer sig på en undersøgelse foretaget på et datasæt fra Sydfrankrig [Oliviéri, 1998] og de empiriske konstanter, der indgår i modellen er justeret således at de har givet det bedste resultat for dette sæt data fra Sydfrankrig. Modellen med de empiriske konstanter, som blev fundet i [Oliviéri, 1998] har vist sig at være velegnet til danske data, men derfor er det ikke sikkert at den også kan tages i anvendelse på grønlandske data, pga. den geografiske placering af Grønland, så langt mod nord i forhold til Danmark og Frankrig og dermed mindre solvinkler og lavere transmissivitet og fordi jordoverfladen er anderledes bl.a. pga. snedække i Pituffik store dele af året, hvilket vil have betydning for den diffuse stråling.

DMI har igennem en årrække foretaget målinger af globalstråling og direkte indstråling på en forskningsmålestation i Pituffik.

I nærværende undersøgelse er data fra hele året 2004 fra Pituffik benyttet til verificering af metoden ved sammenligning af antallet af solskinstimer, der beregnes ud fra globalstrålingsdata med antallet af solskinstimer, der beregnes ud fra den direkte indstråling ved at benytte WMO's definition af at, solen skinner når den direkte indstråling overstiger 120 W/m^2 .

Undersøgelsen viste at det var nødvendigt at justere de empiriske konstanter i forhold til den metode, som benyttes i Danmark, således er der en væsentlig ændring i modellen for globalstrålingen som benyttes i metoden. Dette skyldes sandsynligvis både en større albedo i Pituffik og mindre solvinkler.

Med de nye konstanter ses gode resultater. Således ses en gennemsnitlig overensstemmelse mellem de to metoder på 94,2%, og en årstidsvariation på månedsbasis på mellem 88,1% i marts til 97,5% i august.

Der ses ingen tendens til at der er forskel i hvor godt metoden virker ved høje eller lave solhøjder.

Med indførelse af de nye konstanter har der således været foretaget en væsentlig korrektion af modellen i forhold til den der benyttes i Danmark. Det kan derfor ikke umiddelbart antages at metoden til beregning af solskinstimer ud fra globalstrålingsdata kan benyttes overalt i Grønland – hverken med de nye eller med de oprindelige konstanter.

Det anbefales derfor at det undersøges yderligere om metoden kan bruges i Grønland, og om det sæt konstanter der er fremkommet ved nærværende undersøgelse kan bruges generelt i Grønland.

Der har siden sommeren 2005 været pyranometer på to af DMI's vejrstationer i Grønland: Ittoqqortoormiit og Tasiilaq, på disse lokaliteter bliver der også registreret solskinstimer med solautografer. Disse parallelmålinger vil være oplagte til en sådan undersøgelse.

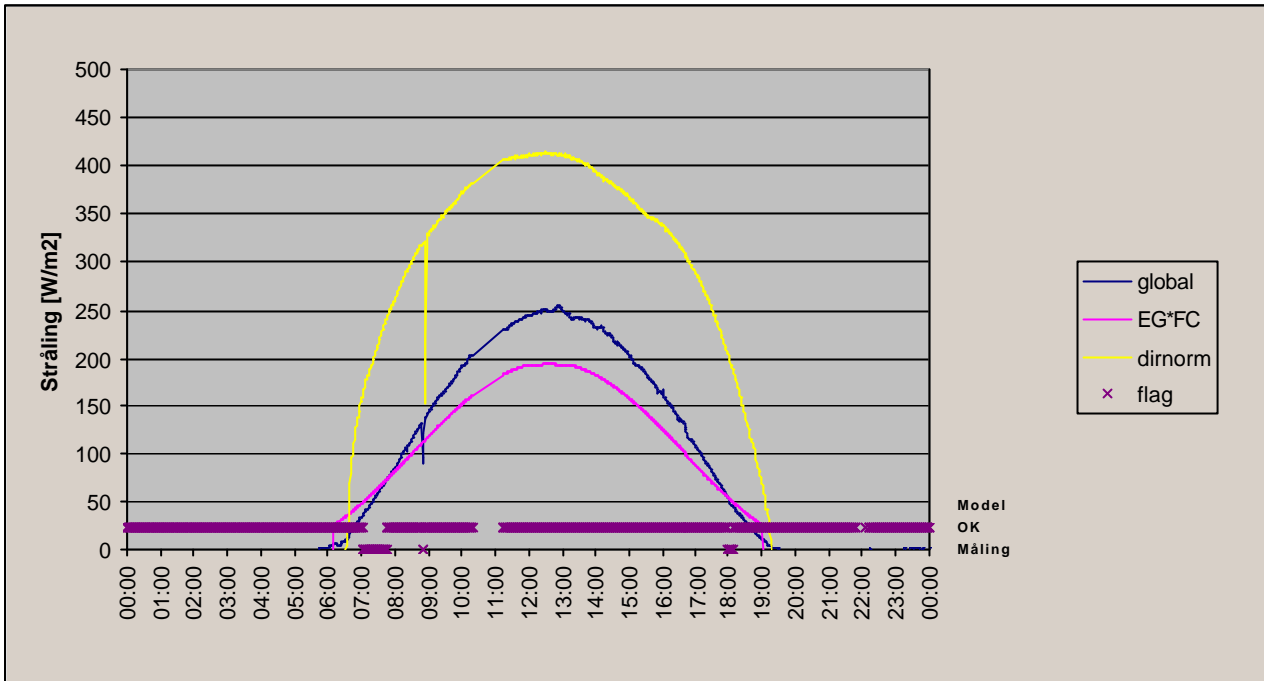


7. Referencer

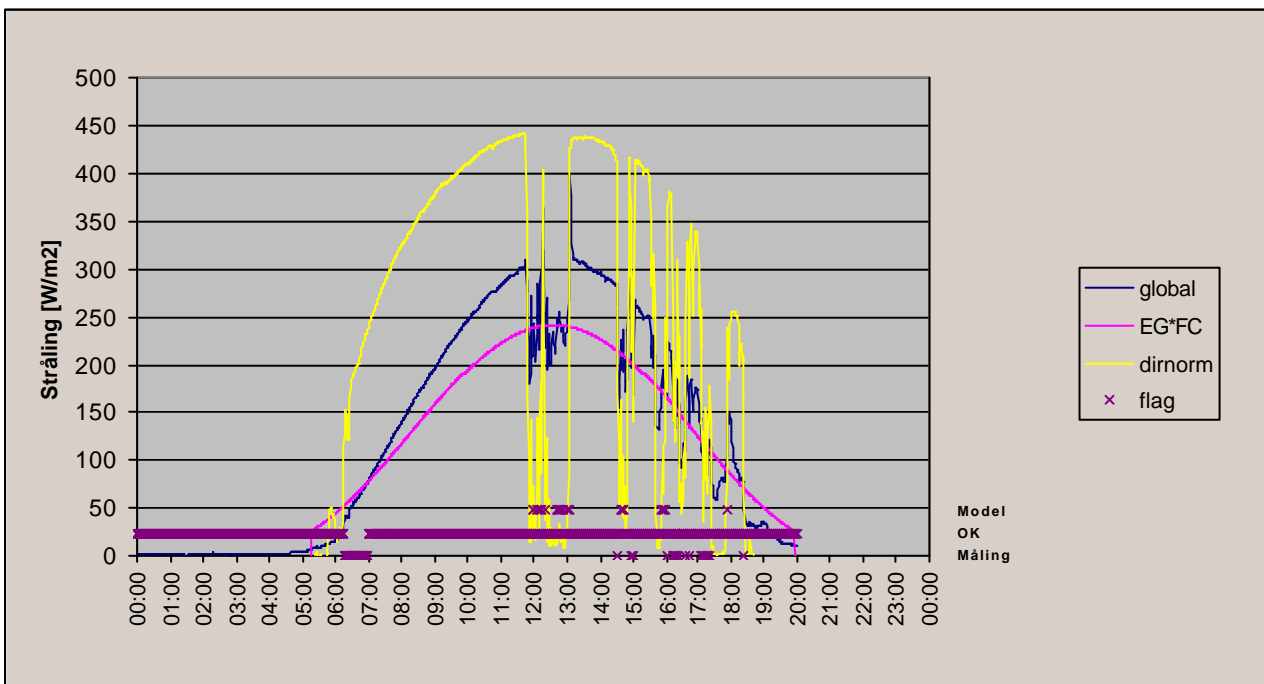
- Laursen, E.V. & Rosenørn, S.: Landstal af solskinstimer for Danmark;1920-2002, Teknisk Rapport Nr. 03-19, DMI, 2003
- Nielsen, M.K.: Måling af Soltimer, Teknisk Rapport Nr. 99-8, DMI, 1999
- Nielsen, M.K.: Evaluering af Soltimer, Teknisk Rapport Nr. 01-16, DMI, 2001
- Oliviéri, J. C.: Sunshine Duration Measurement Using a Pyranometer, World Meteorological Organisation, Instruments and Observing Methods report No. 70, WMO/TD – No. 877, 1998.
- World Meteorological Organisation: Commission for Instruments and Methods of Observation. Abridged final Report of the Eighth Session, Mexico City, 19-30 October 1981, WMO-No. 590, 1981.

8. Tidligere rapporter

Tidligere rapporter fra Danmarks Meteorologiske Institut kan findes på adressen:
<http://www.dmi.dk/dmi/dmi-publikationer.htm>



D. 23. marts



D. 31. marts

Definition

Globalstråling, E_G

Den totale strålingseffekt pr. arealenhed på en horizontal flade for stråling med en bølgelængde kortere end ca. $3\mu\text{m}$ SI-enhed W/m^2 . Kaldes også for totalstråling og kortbølget stråling. Globalstråling er summen af den diffuse himmelstråling (E_{diffus}) og bidraget fra den direkte stråling fra solen (E_{direkte}).

Direkte indstråling, E_{direkte}

Strålingseffekten pr. arealenhed af en flade vinkelret på retningen til solen. Den direkte indstrålings bidrag til globalstrålingen er $\cos \mathbf{q} \cdot E_{\text{direkte}}$, hvor \mathbf{q} er solens zenitvinkel.

Diffus stråling, E_{diffus}

Strålingen fra himlen undtaget den direkte stråling fra solen.

$$E_G = \cos \mathbf{q} \cdot E_{\text{direkte}} + E_{\text{diffus}}$$

hvor \mathbf{q} er solens zenitvinkel

