

Workshop og temadag om solceller

Teknologisk Institut, Aarhus

24-11-2014

Nyt om glans-refleksion
Feltundersøgelser af refleksion



Workshop og temadag om solceller

- Nyt om glans-refleksion
- Feltundersøgelser af reflektion

Dagsorden for oplægget

- Introduktion til refleksionsproblematikken (eksempler)
- Teorien
- Myndighedernes problemer (kommuner og styrelser)
- Standarder
- Beregningsværktøj
- On-site målemetode



Nabokrig: Sur nabos nyplantede træer tager lyset fra solcelleanlæg

Et tiårigt naboskab i Skive har udviklet sig til en uforsonlig hegnsynssag.



<http://politiken.dk/indland/ECE1766679/na-bokrig-sur-nabos-nyplantede-traeer-tager-lyset-fra-solcelleanlaeg/>

Først klagede den ene over, at hans nabo havde placeret et solcelleanlæg for tæt på skel. Skive Kommune gav ejeren af solcellerne dispensation, så anlægget kunne blive stående - bortset fra fire paneler, der skulle flyttes.

Så gik hans nabo i gang med at plante en hæk på sin grund samt fire cirka 3,5 meter høje ahorntræer.

Det fik ejeren af solcelleanlægget til at rejse sag ved hegnsynet med krav om at få de høje ahorn beskåret ned til 1,80 meter.

Hegnsynssag gav 'træmanden' ret

Villaejeren med solcellerne må leve med, at hans nabo har plantet fire høje træer, der står spredt på grunden

Nu er huset sat til salg

Introduktion til refleksionsproblematikken



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Refleksion fra solceller på tag



Eksempel på blænding fra et anlæg som vender mod vest sydvest. Taget 5. juni formiddag.[TI]

Introduktion til refleksionsproblematikken



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Refleksion fra tag med glaserede teglsten



Eksempel på blænding fra tegltag. Billede er lånt fra Energi og Sol A/S hjemmeside

Introduktion til refleksionsproblematikken



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Morgenblænding mod syd/vest (!)



Teori - Problemstillingen



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Følgende ting har betydning for blændingen:

- Tidspunktet
- Varigheden
- Anvendelsesområdet hvor blændingen rammer
- Intensitet
- Indfaldsvinklen
- Kontrasten
- Sensibiliteten af beskueren



Teori - Blænding



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Der findes to typer af blænding:

Synsnedsættende blænding (Fysiologisk blænding)

Det kaldes absolut-blænding hvor øjet bliver momentant blændet og ude af stand til at se i det samlede synsfelt.

En meget beskeden andel som reflekteres fra en overflade kan overskride værdien for fysiologisk blænding.

Ubehagsblænding (Psykologisk blænding)

Optræder ved lavere lystætheder og er synsforstyrrelse på grund af store kontraster indenfor synsfeltet.

Handler om samspillet mellem lystæthed af den betragtede lyskilde(refleks) og omgivelserne, samt lyskildens rumvinkel set fra øjet.

Teori - Blænding fra solen



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Solens lystæthed er op til
 $1,5 * 10^9$ Candela/m²

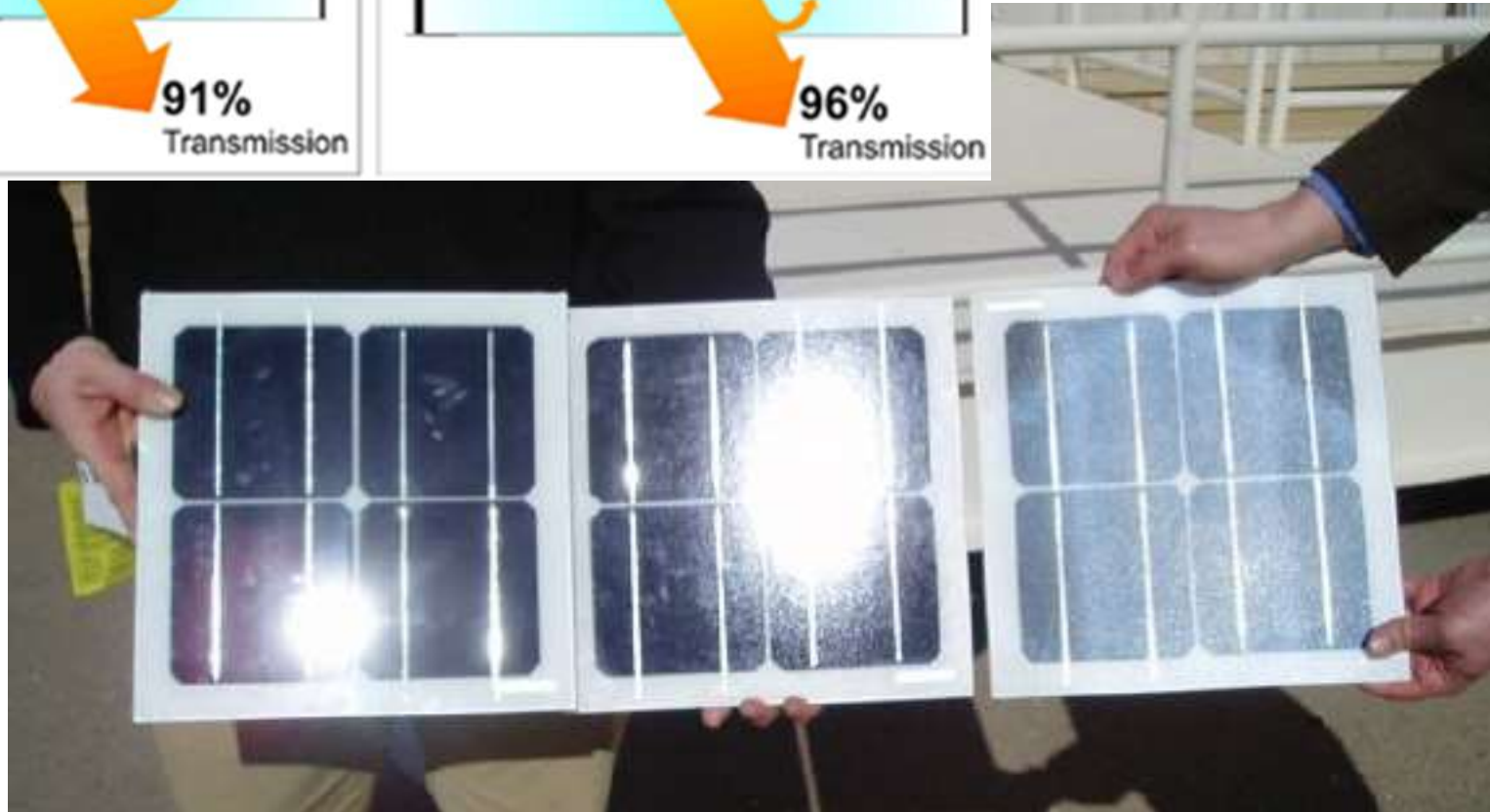
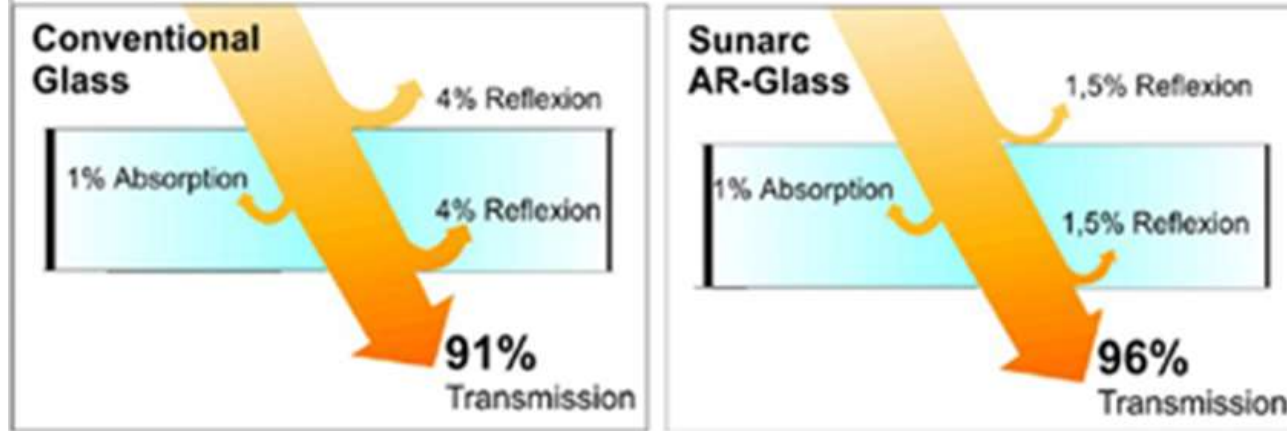
Fysiologisk blænding som optræder ved
en lystæthed $> 10^5$ Candela/m² altså
15.000 gange mindre styrke end solens.

Selv en meget beskednen andel som
reflekteres fra en overflade kan overskride
værdien for fysiologisk blænding

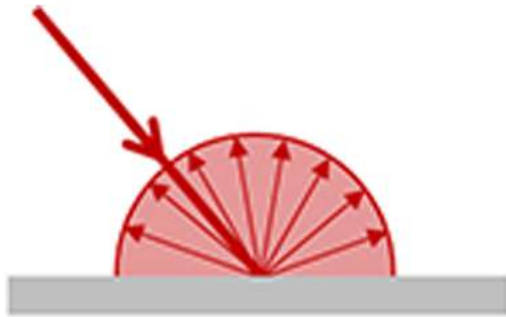
Teori - Overflader for solceller



Transmission of Glass



Rumlig fordeling af overfladens lysreflektans



(a)



(b)



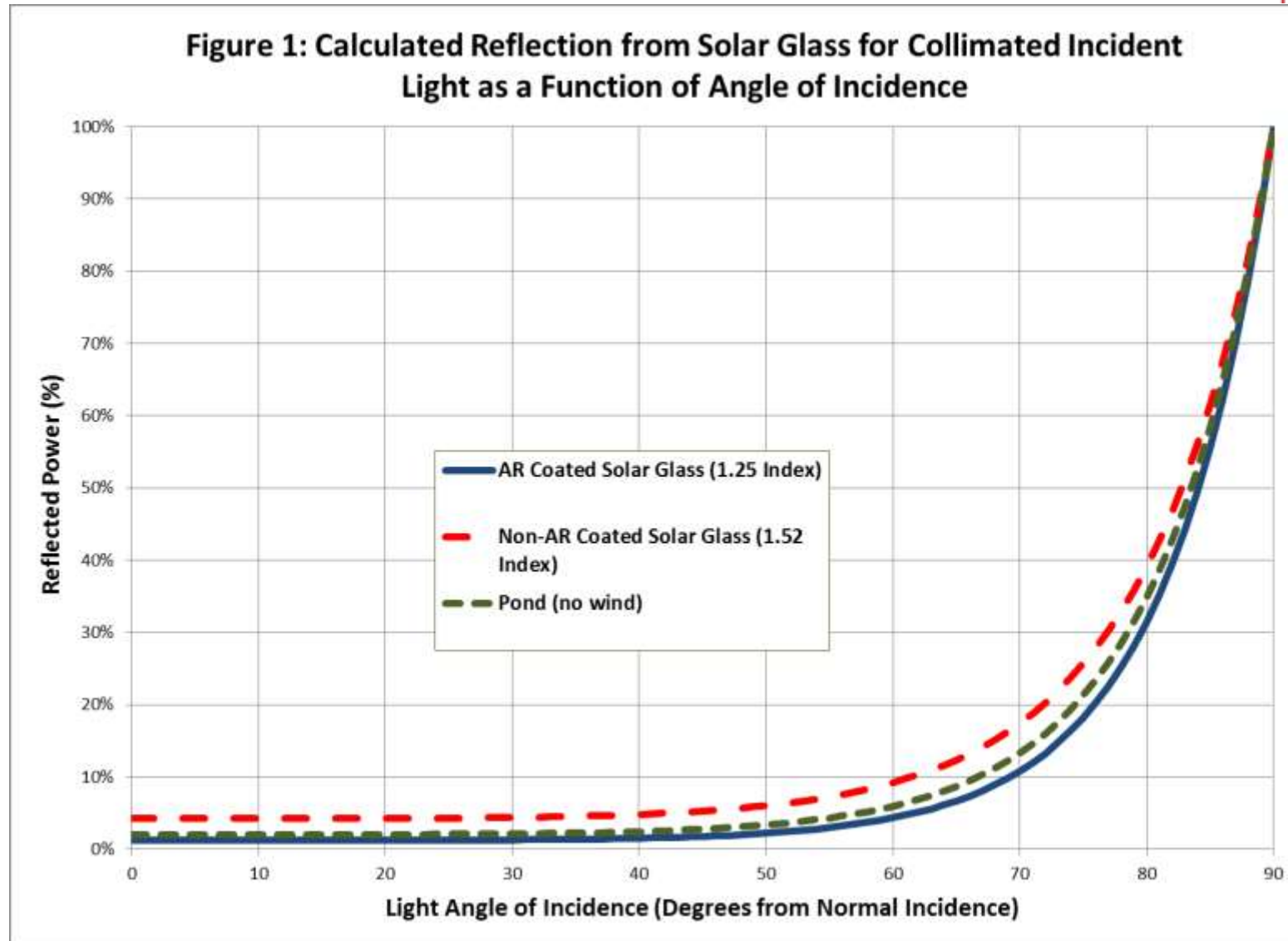
(c)

(a) Illustration af diffus refleksion

(b) Delvist spejlende

(c) Fuldt spejlende overflade

Teori - Overflader for solceller



Teori – Glans for overflader



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Glansværdien er en opmålingsparameter for lysrefleksion

Malingens glans går i en skala fra 0 til 100.

Lave tal er matte malinger og høje tal er blanke.

Skala for glans

Helmat:	0 - 5
Mat:	5 - 10
Halvmat:	10 - 30
Halvblank:	30 - 60
Blank:	60 - 90
Helblank:	90 - 100

”Det har imidlertid vist sig, at glansmålinger iht. ISO 2813 ikke giver et dækkende udtryk for refleksioner fra solceller.

Der er ikke altid en logisk sammenhæng mellem måleresultatet og det visuelle indtryk af genskinnet.

Dette skyldes forskellige forhold såsom:

- Mikrostrukturen
- Materialevalg
- Transparens
- Antirefleksbehandling
- Samspillet mellem refleksion, diffus refleksion og interferens.

Måling af reflektans fra solceller



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Udmelding fra Teknologisk Institut

Det er vores erfaring, at der fra flere interessenters side i stigende grad eksisterer et ønske om at kunne karakterisere genskin fra solceller monteret på tage. Det er vores erfaring, at man i en række kommuner har adopteret den gængse praksis kendt fra tegl, hvor glansværdier måles efter metoden beskrevet i ISO 2813.

Det har imidlertid vist sig, at glansmålinger iht. ISO 2813 ikke giver et dækkende udtryk for refleksioner fra solceller, da der ikke altid er en logisk sammenhæng mellem måleresultatet og det visuelle indtryk af genskinnet. Dette skyldes forskellige forhold såsom mikrostrukturering af solcelleroverflader, materialevalg, transparens, antirefleksbehandling og samspillet mellem refleksion, diffus refleksion og interferens.

Generelt set er der dog, ifølge vores viden, endnu ikke opnået konsensus i branchen om retningslinjer for anvendelse af nationale eller internationale standarder, der er mere velegnede til måling af refleksion og evt. genevirkning for de mange forskellige typer solcellemoduler, som introduceres på markedet.

Vi vil derfor foreslå, at man går i dialog med den pågældende kommune og andre relevante interessenter og evt. supplerer dokumentationen med billeder, der viser refleksionen i et givet panel under nogle bestemte lysforhold og i en relevant betragtningsvinkel (som naturligvis kan afhænge af monteringen, herunder tagets hældning og orientering).

DS/EN ISO 2813

Bestemmelse af
spejlgans af film af ikke-
metalliske malinger.

“This International Standard specifies a method for determining the gloss of coatings using the three geometries of 20° , 60° , or 85° . The method is suitable for the gloss measurement of non-textured coatings on plane, opaque substrates. NOTE On test specimens different from these mentioned above comparative gloss measurements are possible. However, it is not ensured that the obtained gloss values correspond to the visual gloss perception (see annex A).”

DS/EN 410

Bygningsglas -
Bestemmelse af lys- og
solstrålingskarakteristika

”Denne europæiske standard specificerer metoder til bestemmelse af egenskaber for lys- og solstråling i bygningsglas. Disse egenskaber tjener som basis beregninger for belysning, opvarming og køling af rum og tillader sammenligning mellem forskellige typer glas. Denne europæiske standard anvendes for både konventionelle glas og til absorberende eller reflekterende solkontrollerende glas anvendt i lodrette eller vandrette glaspartier.”



Afgørelser fra Natur- og Miljøklagenævnet

Afgørelse i sag om opstilling af fritstående solfangere indenfor strandbeskyttelseslinjen på en ejendom i Vejle Kommune

Sag: NMK-500-00104

Natur- og Miljøklagenævnet finder, at opstilling af alternative energiforsyningsanlæg som udgangspunkt bør behandles lempeligere end andre typer anlæg indenfor strandbeskyttelseslinjen, men at dette formål dog ikke ubetinget kan tilsidesætte de landskabelige interesser, der skal varetages indenfor strandbeskyttelseslinjen.

Afgørelse i sag om opsætning af solcelleanlæg på stativ på jorden inden for strandbeskyttelseslinjen i Slagelse Kommune

Sag: NMK-500-00177

Solenergianlæg, der ønskes opsat indenfor strandbeskyttelseslinjen, fordrer dispensation fra Naturbeskyttelsesloven. Myndighed er Naturstyrelsen.

Afgørelser fra retten i Aarhus



Retten i Århus har 1. november 2010 afsagt dom i en sag (BS 13-490/2010), som drejede sig om genskinsgener fra et nabetag, der var forsynet med sortglaseredetagsten.

Sag: BS 13-490/2010

Århussagen: Civilretlig dom (BS 13-490/2010) om genskinsgener fra et nabetag, der var forsynet med sort glaserede tagsten. I et parcelhusområde blev der klaget over genskin. Der var ikke overtrådt byggeforeskrifter. **Dommen sagde at den "naboretlige tålegrænse" var overskredet.** Vurderingen skete ved uvildig skønsmand/lysekspert. Sagsøger fik medhold i at nabo skulle fjerne sortglaserede tagsten på del af tag som vendte mod sagsøgers ejendom.

Vejledning til opsætning af solceller og solfangere

Randers Kommune 2012

Stadsarkitektens kontor



<https://planlaegning.randers.dk/FrontEnd.aspx?id=93909>

Vejledende retningslinjer

- Solcelle/solfangeranlæg må ikke udgøre mere end 50 % af den tagflade, de ligger på
- Solcelle/solfangeranlæg skal opsættes i en samlet geometrisk form som rektangel eller et kvadrat
- Solcelle/solfangeranlæggets afstand til henholdsvis tagfod og tagryg skal svare til en afstand af minimum én række tagsten
- Solcelle/solfangeranlæg afstand fra vindskede skal svare til en afstand af minimum 3 rækker tag sten
- Synlige bæreskinneprofiler skal afproppes med indfarvet plastprop
- Materiale til bæreskinner, holdere og lignende skal i farvesætningen svare til solcelle/solfangeranlæg generelle farvesætning
- **Solcelle/solfangeranlæggets overflade må ikke overstige en lysrefleksionsværdi på 7 %**
- Solcelle/solfangeranlæg kan i særlige tilfælde, hvor husets arkitektoniske udtryk tillader det, placeres fordelt på flere tagflader. Om fanget af et delpanel må højst være 50 % af den anvendte tagflade. Udformningen skal godkendes af Randers Kommune
- På bygninger med ensidig taghældning skal panelerne placeres med samme hældning som taget
- Opsætning af solcelle/solfangeranlæg på stråtage tillades ikke, med mindre der er særlig for hold der gør sig gældende
- Opsætning af solcelle/solfangeranlæg på kviste tillades kun i særlige tilfælde, for eksempel på store taskekviste

Notat vedr. refleksion fra solcelleanlæg



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Indholdsfortegnelse

Baggrund

Glansværdi

Standarder for bygningsglas

Målinger på solcellepaneler

Geometriske forhold

Beregning af blændingsrisiko

Anbefalinger

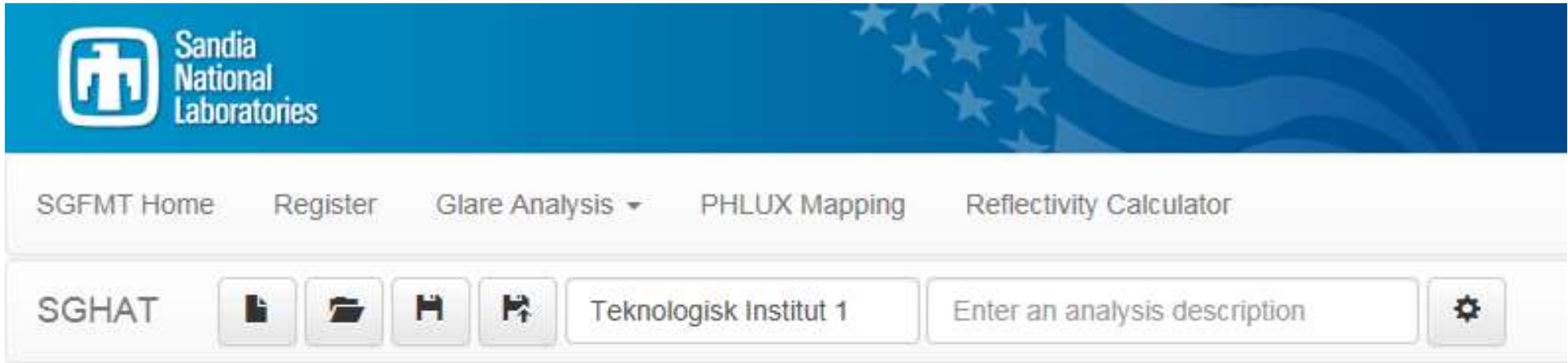
Eksempler

Beregningsprogram for refleksion

Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT)



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Online beregningsprogram:

<https://sharesandiagov/phlux/sghat>



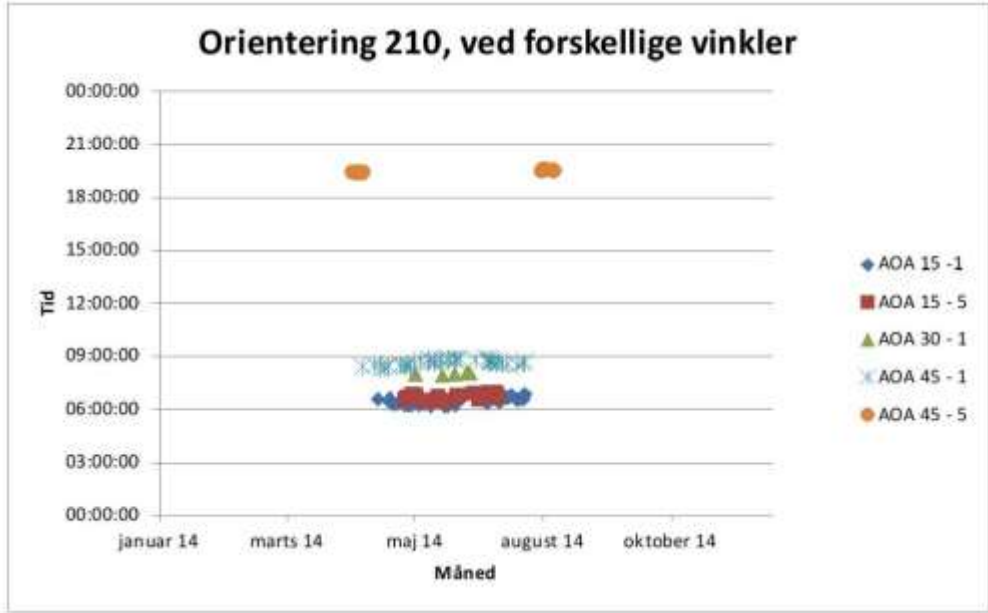
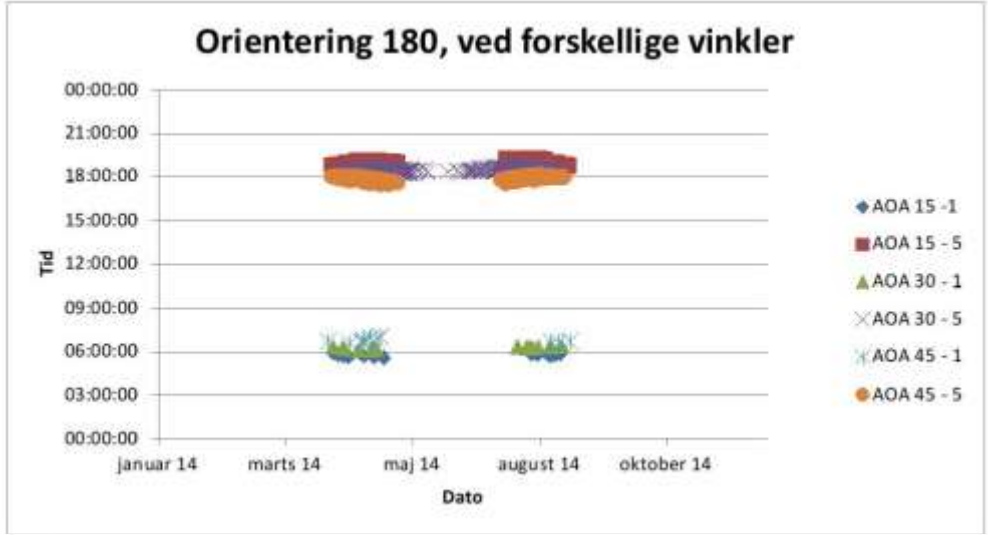
Programbeskrivelse:

- Kan finde blænding for et givet sted både over år og dagn.
- Kan bestemme den maksimale årlige energiproduktion fra anlæg.

Beregningsprogram for refleksion



Eksempel med solceller placeret på mark



	Anlæggets hældning			
Risikovurdering for reflekteret sollys i jordniveau	Vandret	Lav hældning	Stejl hældning	Lodret (facade)
Sydvendt anlæg	Ingen	morgen/aften omkring jævndøgn	Ved høj sommersonne hvis anlægget er stejlere end 58 grader	Mest ved lav sol, bortset fra umiddelbart syd for anlægget hvor høj sol også kan genere
Øst/vest anlæg	Ingen	Ved lav sol midt på dagen (vinter) samt sommer morgen/aften hvor solen går om mod nord	Midt på dagen når solen står omtrent i syd	Vintersol midt på dagen samt solopgang/nedgang

Beregningsprogram for refleksion



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Eksempel på Teknologisk Institut i Aarhus



Beregningsprogram for refleksion



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Eksempel på Teknologisk Institut i Aarhus

PV Array

Array name
PV-Vest Bygning 1

Description

Axis tracking: None
Rated power: 75 kW

Panel tilt: 20 deg
Slope error: 10 mrad

Orientation (Calculate declination): 280 deg
 Reflectivity varies with incidence angle (view data)

Module surface material: Smooth glass without ARC

Vertices click to expand/collapse

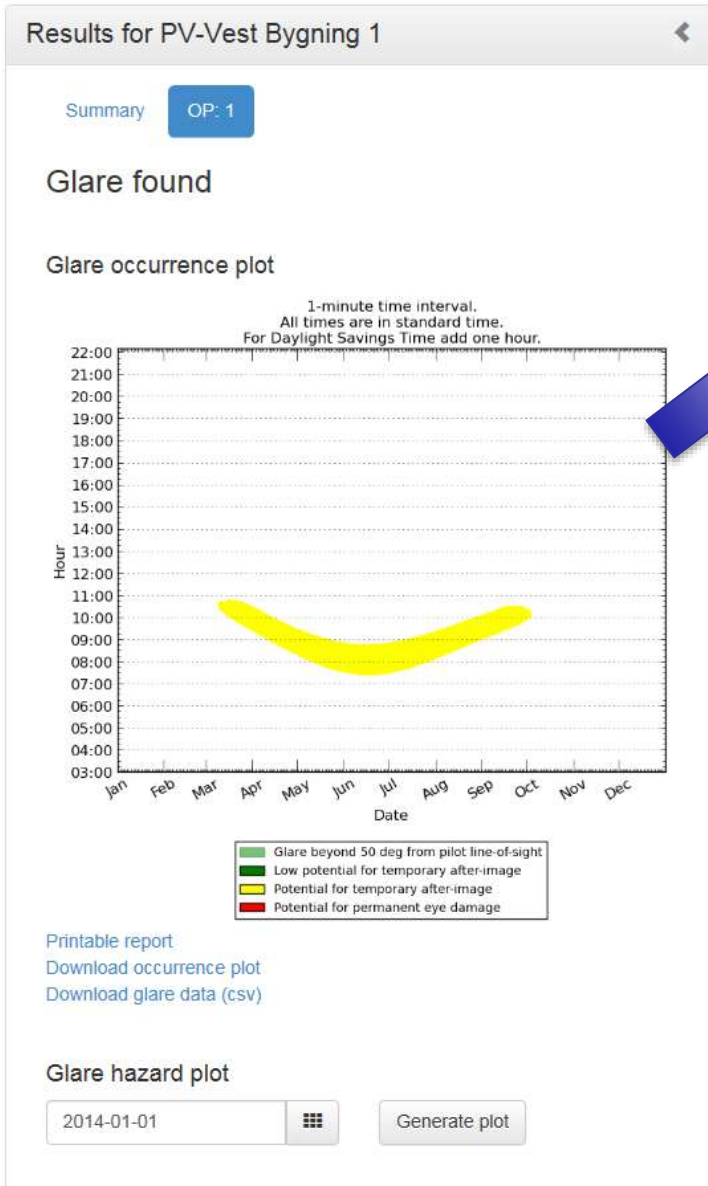
id	Latitude	Longitude	Ground Elevation	Height of panels above ground	Total elevation
	deg	deg	ft	ft	ft
1	56.13877	10.18633	52.59	45	97.59
2	56.13877	10.18649	52.59	55	107.59
3	56.13932	10.18657	60.47	55	115.47
4	56.13933	10.1864	60.61	45	105.61



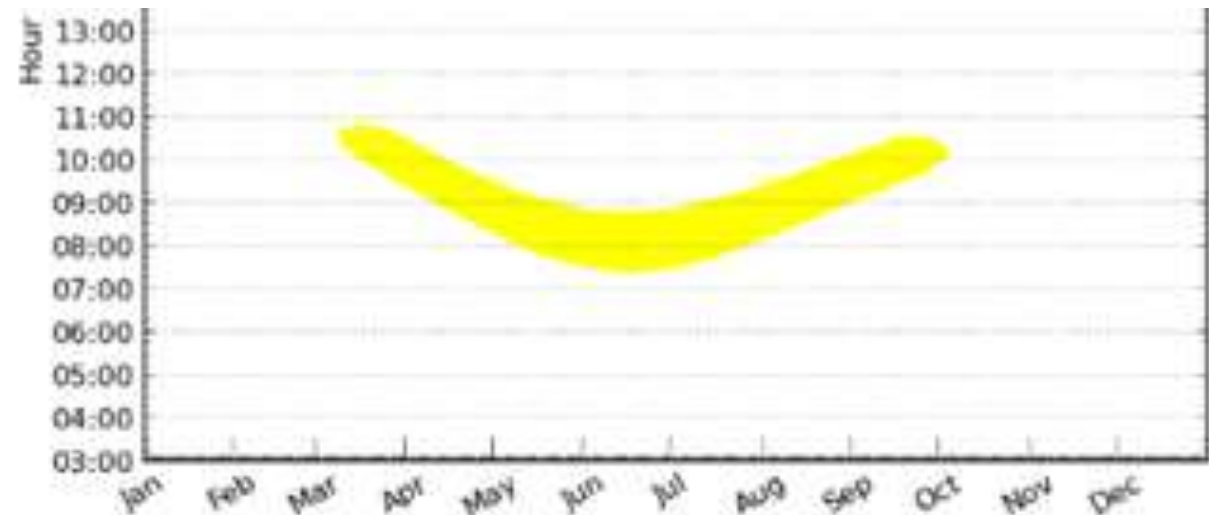
Beregningsprogram for refleksion



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Eksempel på Teknologisk Institut i Aarhus

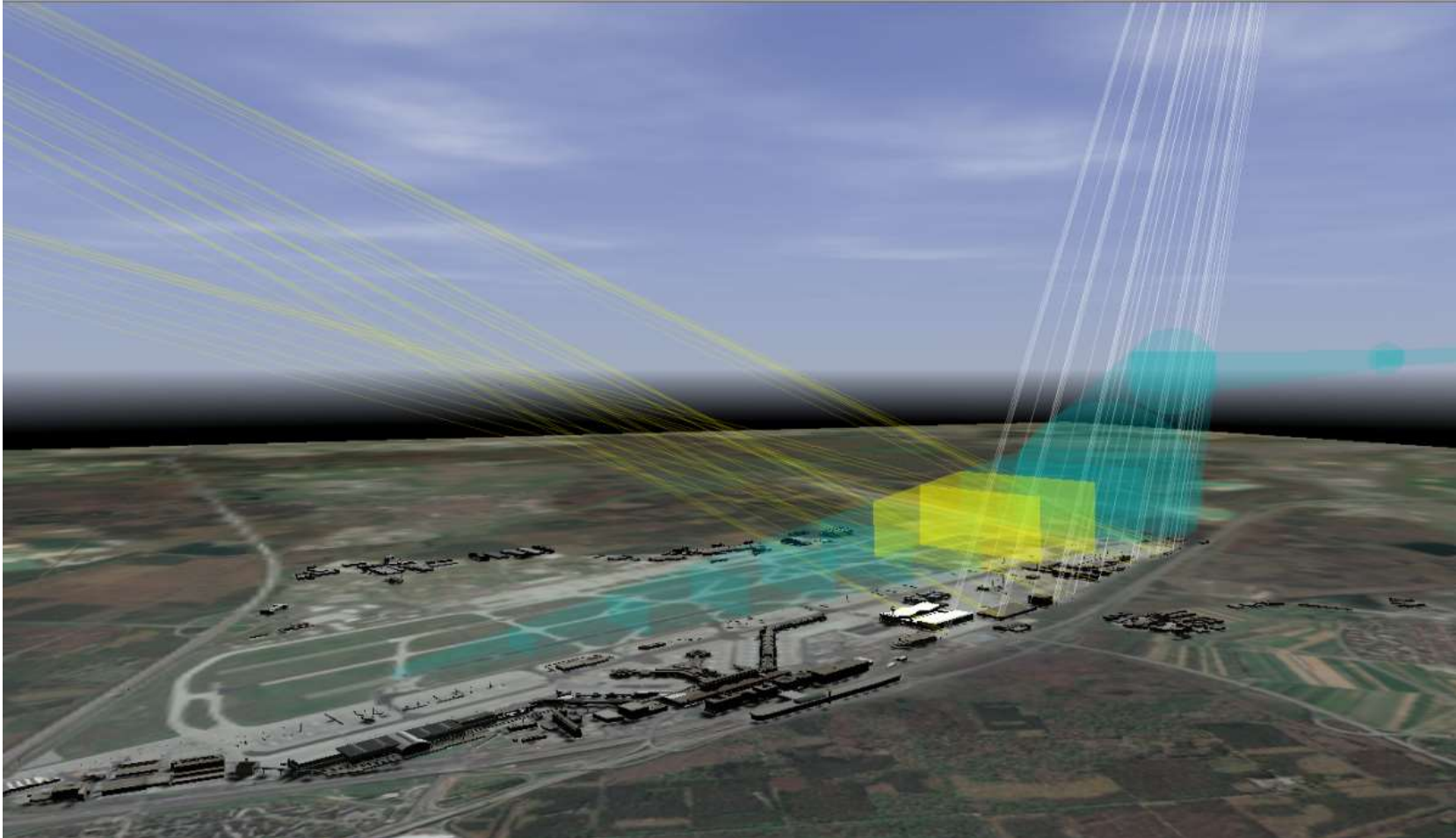


Beregningsprogram for refleksion



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Software til refleksioner fra Fraunhofer i Tyskland



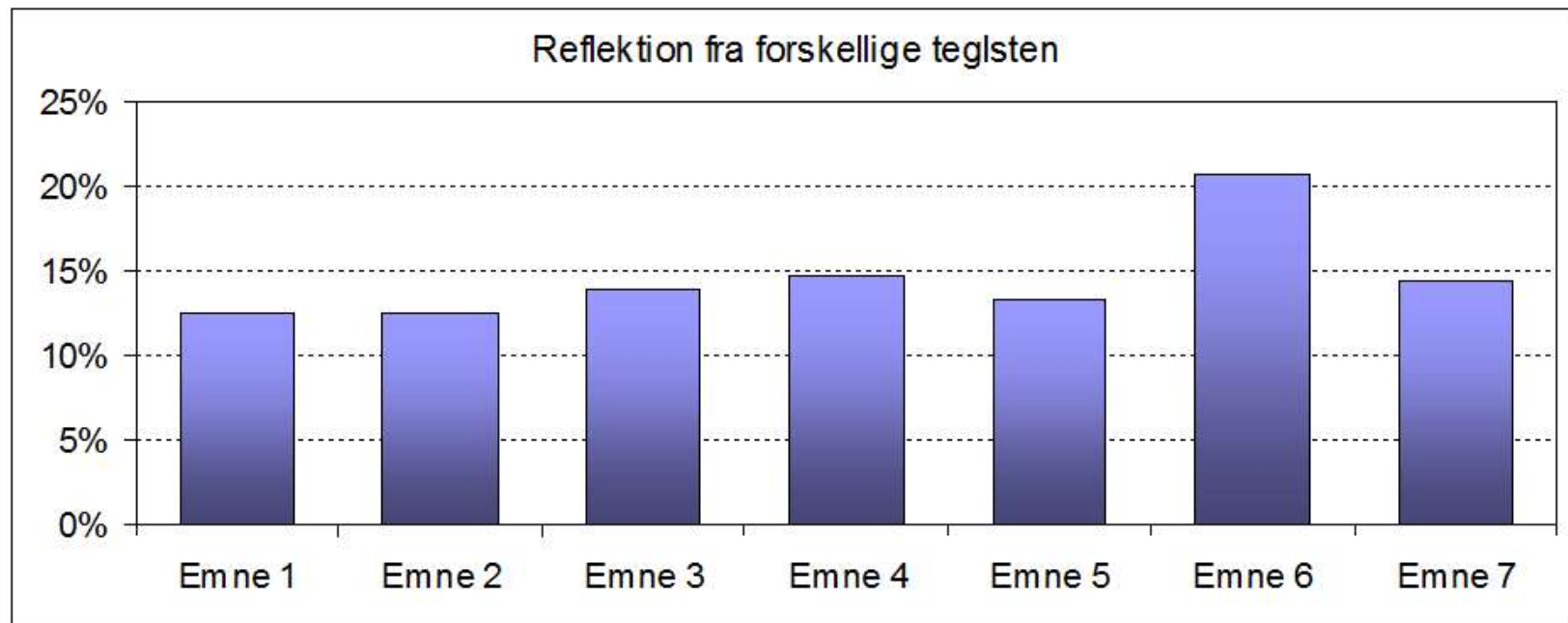
<http://www.fit.fraunhofer.de/de/fb/risk/projects/blendungen-durch-photovoltaik-anlagen.html>

Reflektansmålinger på teglsten



TEKNOLOGISK
INSTITUT

						
Emne 1	Emne 2	Emne 3	Emne 4	Emne 5	Emne 6	Emne 7
12%	12%	14%	15%	13%	21%	14%



Udstyr til måling af reflektans i tre forskellige vinkler

Gloss measurement



**Gloss Meter
Picogloss 503**

- Portable three-angle measuring instrument 20°/60°/85°
- User-friendly PC evaluation software
- Integrated USB interface (Mini)
- Integrated Bluetooth®-interface
- Extensive statistical evaluations within the instrument

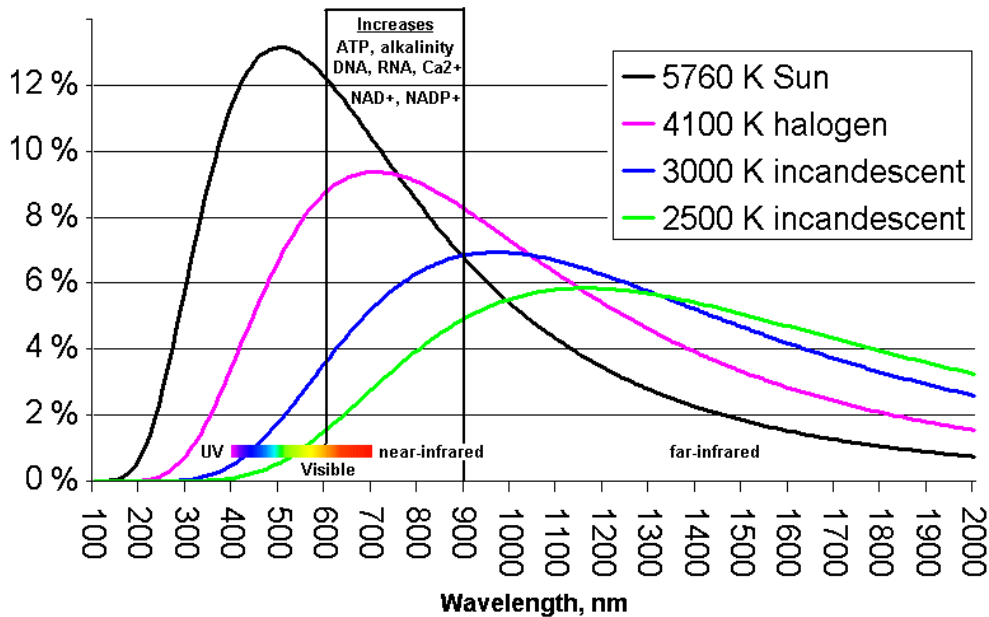
Kan ikke anvendes på solceller

On-site målinger



Goniospectrometer

Black Body Radiation
% of total Watts per 100 nm



Afrunding

Konklusionerne helt kort

Introduktion til refleksionsproblematikken (eksempler)

- Der er et reelt problem!

Myndighedernes problemer (kommuner og styrelser)

- Myndighederne anerkender problemet

Teorien

- Refleksion kan ikke helt undgås

Standarder

- Fortsat uklarhed om hvilke standarder der kan anvendes

Beregningsværktøj

- Online værktøj: Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT)

On-site målemetode

- Black box metode under udvikling



Tak for
opmærksomheden

Ivan Katić



7220 2482
ik@teknologisk.dk

Lars Thomsen Nielsen



7220 1116
ltn@teknologisk.dk