



TEKNOLOGISK
INSTITUT

it's all about innovation





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Solcelleanlæg og blænding Problem eller hysteri?

Ivan Katic, Energi & Klima ik@teknologisk.dk
IDA 7. Oktober 2015



Hvem er vi?

- Teknologisk Institut har arbejdet med solceller siden halvfemserne
- Konsulentopgaver
- Beregninger
- Technical due diligence
- Inspektion, målinger, fejlsøgning
- F&U projekter
- Undervisning

Der er faktisk noget at komme efter!



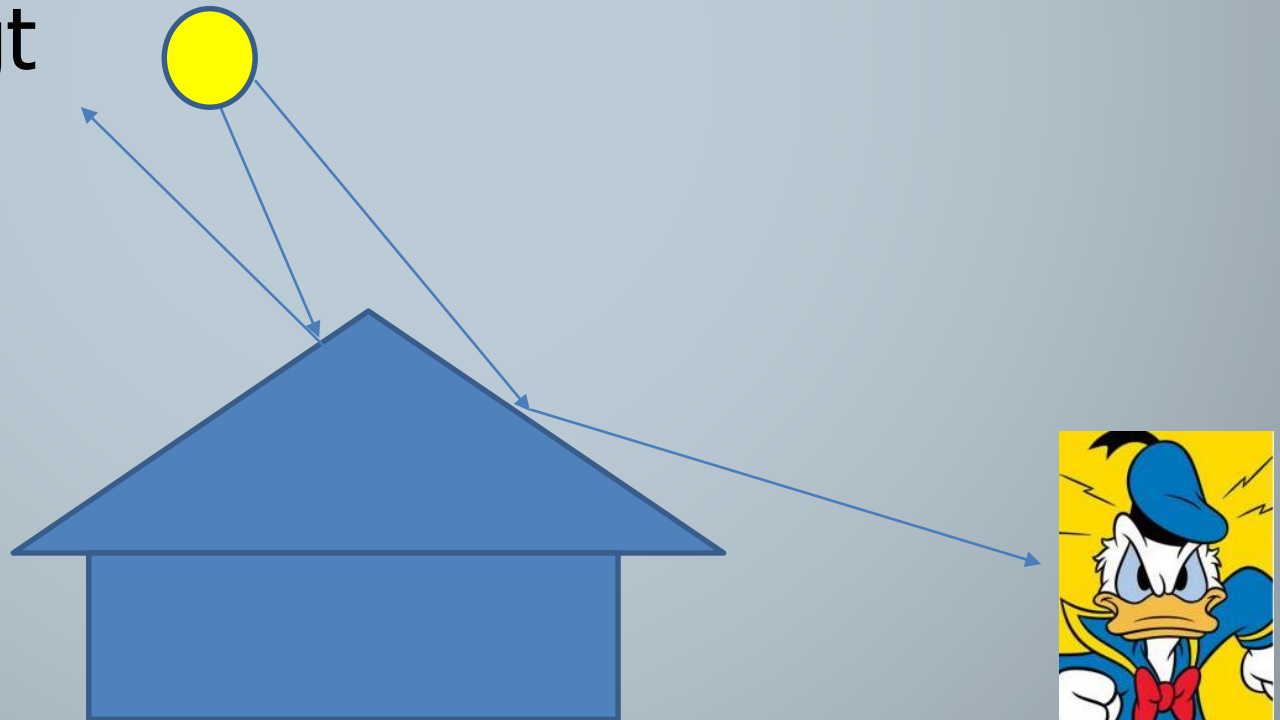
Fig.1 Eksempel på blænding fra et anlæg som vender mod vest sydvest. Taget 5. juni formiddag.[TI]

Men solceller er næppe værre end andre flader



Solcelleanlæg

- Vender oftest mod syd og reflekterer fortrinsvist op i himmelrummet
- Er bygget til at suge så meget lys til sig som muligt



Hvad er blænding?

Fysiologisk blænding som optræder ved en lystæthed $> 10^5$ Candela/m²: Det kaldes absolut-blænding hvor øjet bliver momentant blændet og ude af stand til at se i det samlede synsfelt. Måleenheden for lysstyrke Candela [Cd] er defineret ud fra menneskets synssans, som er mest følsomt for det grønne lys. Solens lystæthed er op til $1,5 * 10^9$ Candela/m², så selv en meget beskeden andel som reflekteres fra en overflade kan overskride værdien for fysiologisk blænding.

Derfor er spredningsvinkel/diffusion og afstand til den reflekterende flade af stor betydning.

Spredning

"LIVE" udendørs billeder med direkte sollys.

Måned: Marts, tid: kl. 12

DK Danish Solar Energy LTD - Dansk Solenergi ApS
Flemming 8
DK-4960 Holstebro, Lolland
solen@danishsolarenergy.dk
Homepage: www.danishsolarenergy.dk
Fax: +45 3843 7768
Phone: +45 3843 7767
VAT id.: DK23886323

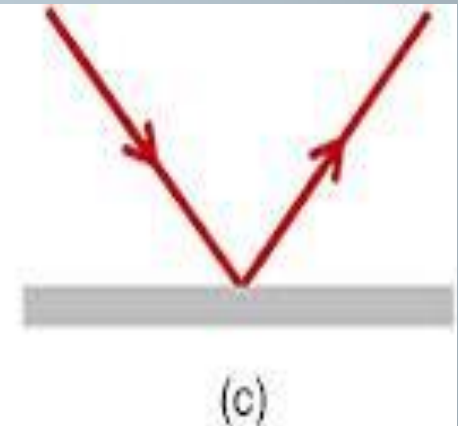
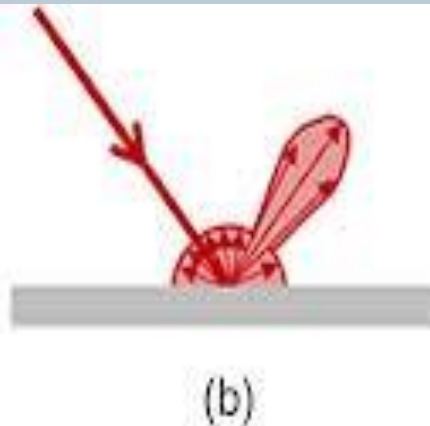
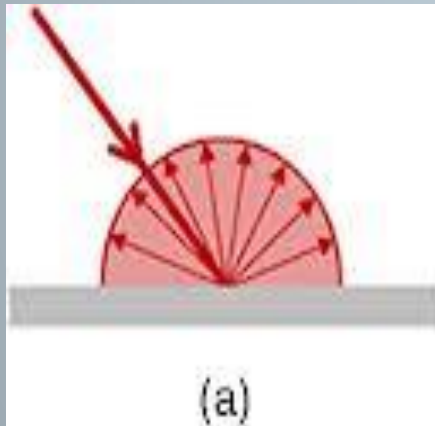
RHEM 200



RHEM 400



RHEM 600



*Illustration af diffus refleksion (a), delvist spejlende(b)
og fuldt spejlende overflade(c)*

Hvad er blænding?

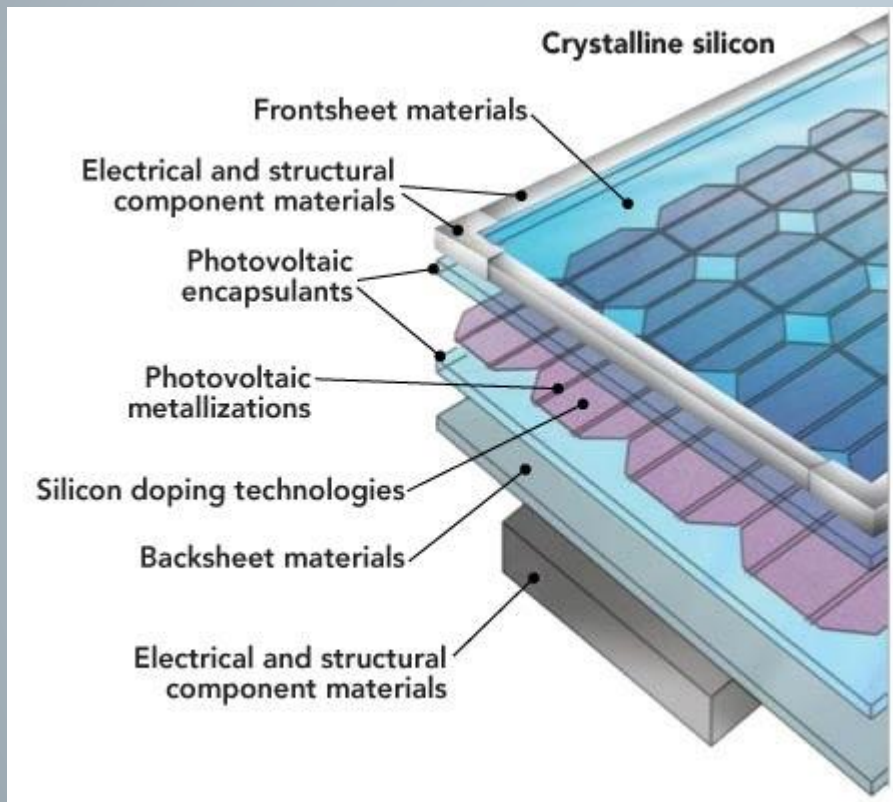


TEKNOLOGISK
INSTITUT

Psykologisk blænding: Optræder ved lavere lystætheder end ovenfor og er synsforstyrrelse på grund af store kontraster indenfor synsfeltet. Her er det bestemmende hvordan samspillet er mellem lystæthed af den betragtede lyskilde(refleks) og omgivelserne, samt lyskildens rumvinkel set fra øjet. Reflekser fra et solcelleanlæg på en snedækket mark vil derfor ikke være så generende som reflekser fra et anlæg på en pløjemark.



Opbygning af et PV modul

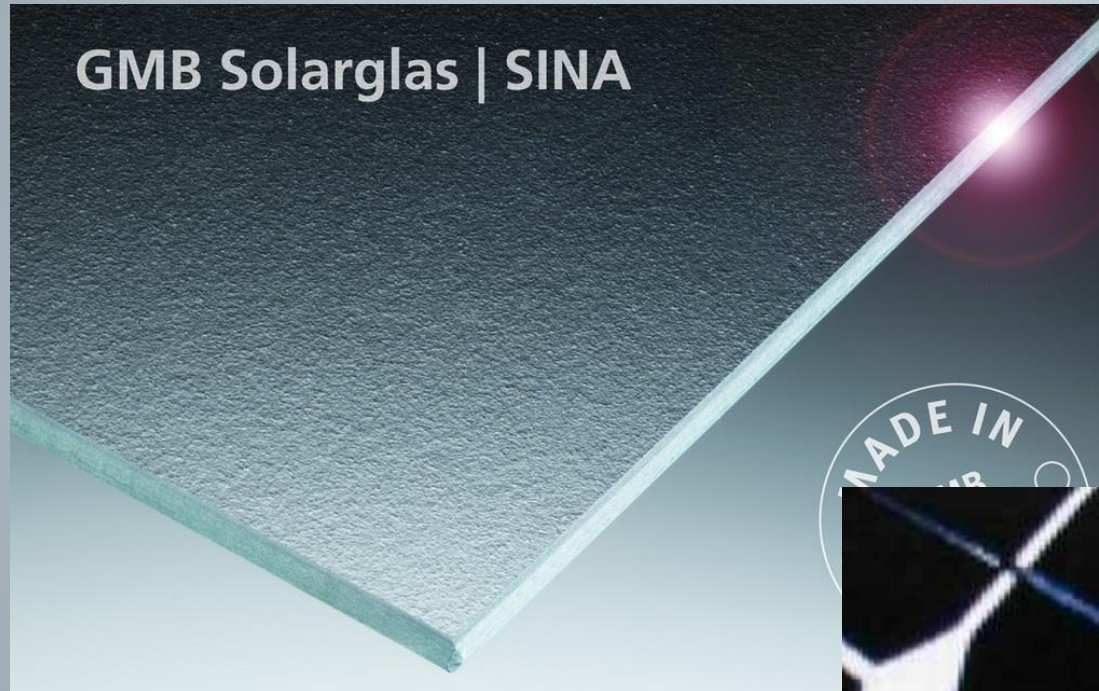


- Hærdet glasfront
- UV stabil EVA plast beskytter cellerne mod fugt og ilt
- Ridsefast og UV stabil teflon bagside
- "Bages" i vakuum laminator
- Alu ramme

Glas er mange ting

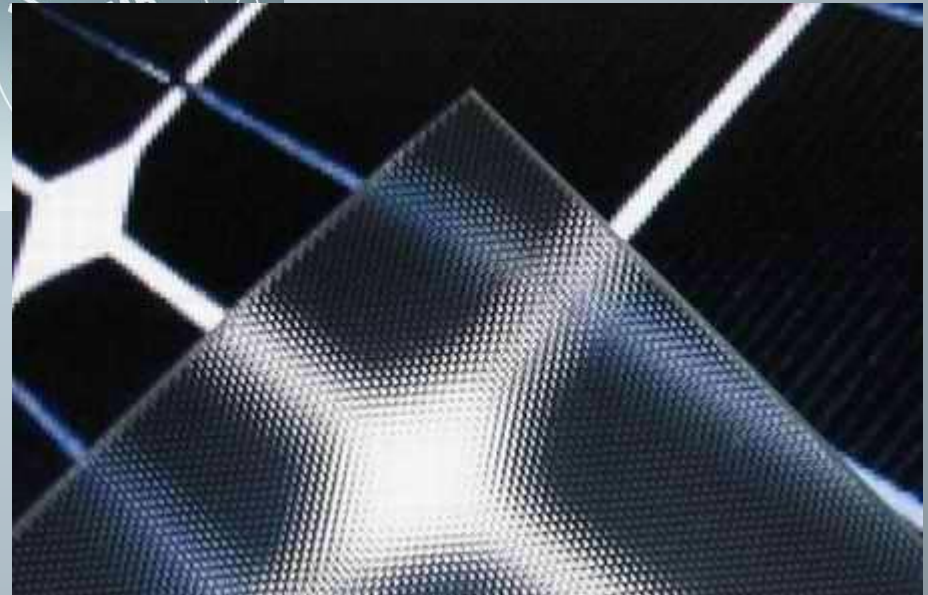


TEKNOLOGISK
INSTITUT



Solcelleglas leder så vidt muligt
al solenergi igennem (inclusive
det synlige lys)

Bygningsglas kan bevidst være
solreflekterende



Transmittans, absorbtans og reflektans

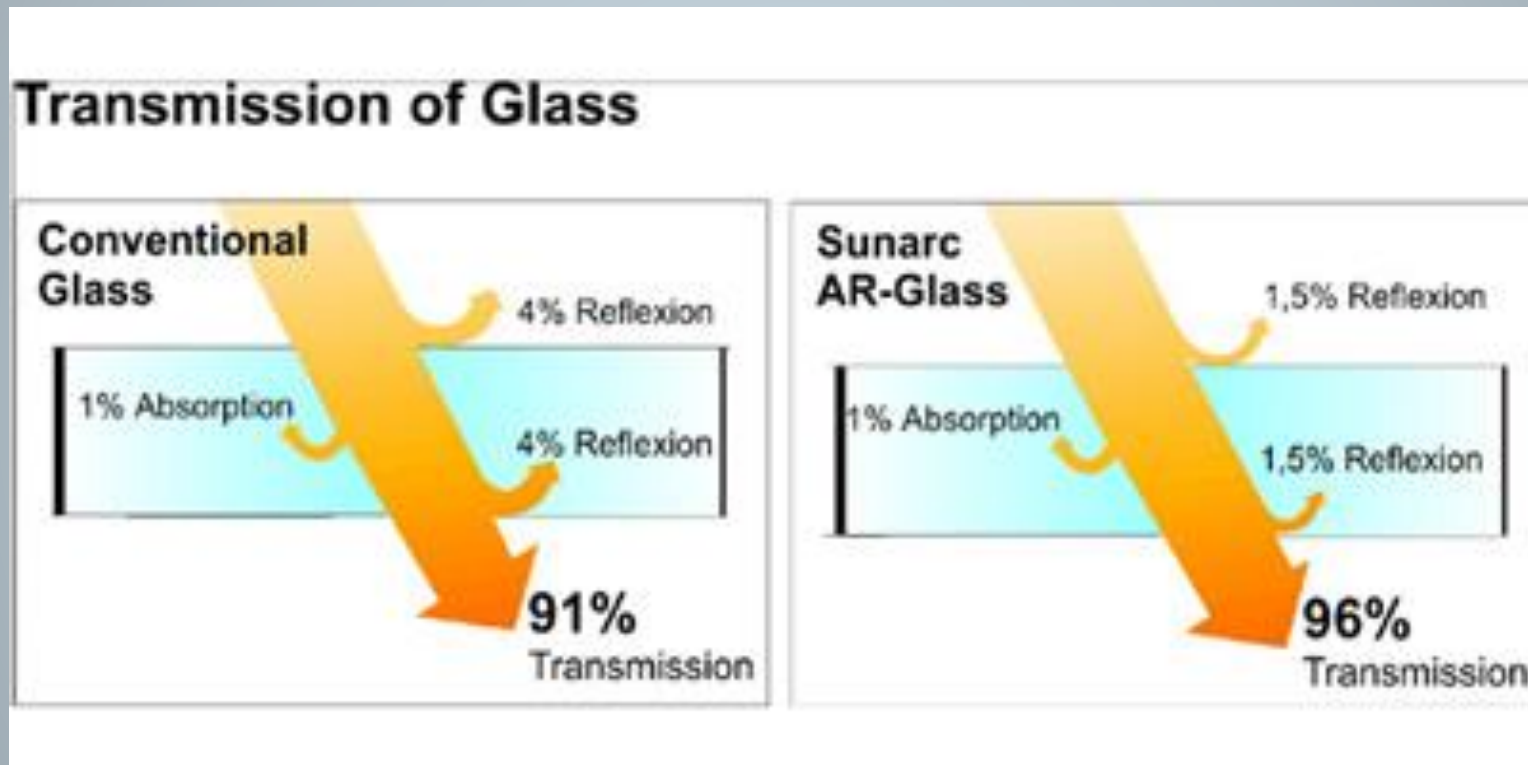


Fig.2 Lysets vej gennem glas. Solcelleglas er optimeret for maksimal transmittans af hensyn til virkningsgraden. (Kilde: Sunarc)

EN/DS 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.”*

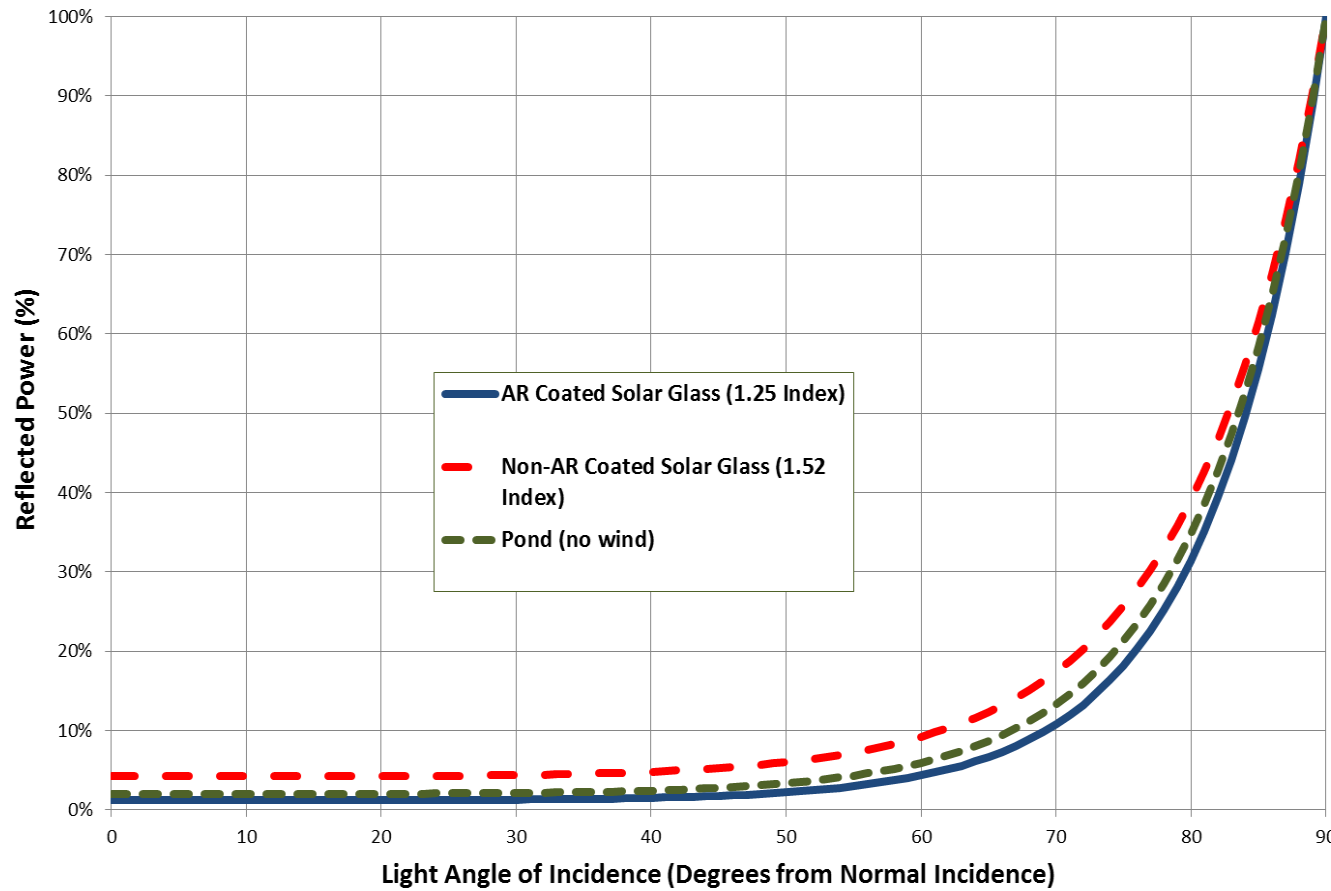
Måler kun egenskaber ved vinkelret indstråling

Vinkelafhængighed



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Figure 1: Calculated Reflection from Solar Glass for Collimated Incident Light as a Function of Angle of Incidence



Glans begrebet



- Visse kommuner stiller specifikke krav til glansværdi!
- I forbindelse med fx maling og tagsten ses ofte en inddeling i glanstal:
 - Helmat: 0 – 5
 - Mat: 5 - 10
 - Halvmat: 5 – 30
 - Halvblank: 30 – 60
 - Blankt: 60 – 90
 - Højglans: 90 +

**METODEN UEGNET TIL
SOLCELLEMODULER!**



DS/EN ISO 2813 : Bestemmelse af spejlgans af film af ikke-metalliske maling.

- Det engelske abstract for standarden lyder:
-
- *"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)."*

Tyske anbefalinger

Et anlæg som ligger mere end 100 m væk fra betragteren giver ifølge undersøgelsen kun kortvarig blænding, for store solcelleparker kan afstandskravet dog være større.

Den mest kritiske position for blænding er hvis man befinder sig øst eller vest for anlægget og med en afstand under 100 m.

I anvisningen er det foreslået at man kan acceptere blænding i op til 30 minutter pr dag eller 30 timer pr år fra alle omgivende solcelleanlæg til en bestemt position, f.eks. en terrasse.

Som afværgeforanstaltninger mod blænding foreslås:

- Beplantning eller hegn rundt om jordplacerede anlæg
- Optimering af hældning og orientering
- Valg af moduler med lav/diffus refleksion

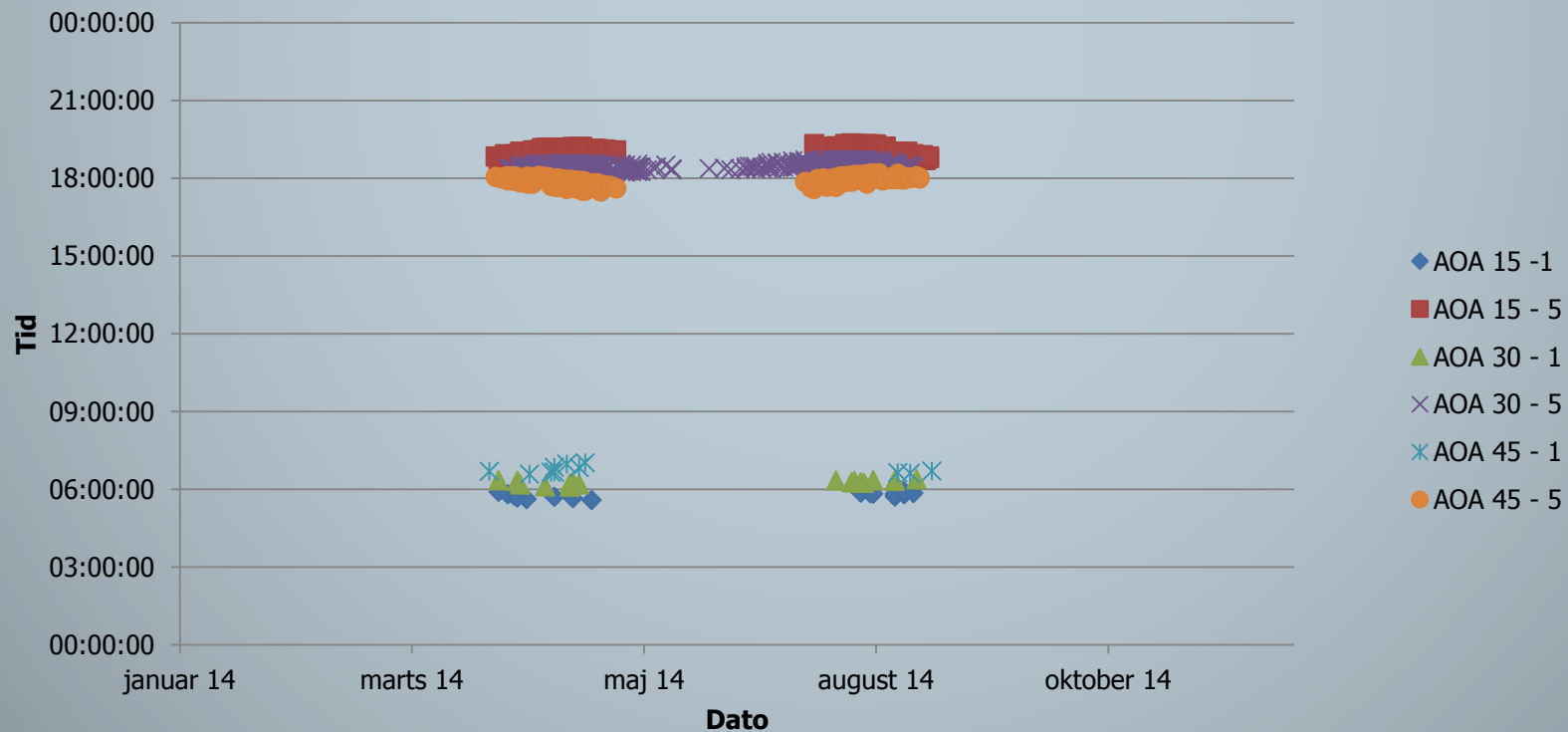
[Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) Beschluss der LAI vom 13.09.2012]

Beregningsprogram

Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT)
User's Manual v. 2.0 . Clifford K. Ho and Cieran
A. Sims , Sandia National Laboratories



Orientering 180, ved forskellige vinkler



Dansk guideline



www.bis.teknologisk.dk

På hjemmesiden
findes også andre
vejledninger og
baggrundsmateriale

Risikovurdering (Anlæg på bygning)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

	Anlæggets hældning			
Risikovurdering for reflekteret sollys i jordniveau	Vandret	Lav hældning	Stejl hældning	Lodret (facade)
Sydvendt anlæg	Ingen	morgen/aften omkring jævndøgn	Ved høj sommersol 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

Opsummering

- Reflektion fra solceller er mindre generende end refleksion fra mange andre bygningsdele
- Refleksion er i høj grad et geometrisk bestemt fænomen
- Solcelleglas findes i mange afskygninger med forskellige refleksionsegenskaber
- Blænding er ikke entydigt bestemt
- Der mangler en ordentlig målemetode



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tak for jeres opmærksomhed!
Spørgsmål?



www.teknologisk.dk

ik@teknologisk.dk