

FV anlæg Riga, Latvia

Case study

INLEDNING

I Latvia har man hos oi-electric a/s i mange år haft et tæt samarbejde med Det latviske Farvandsvæsen med henblik på etablering af miljøvenlige energiforsyninger til fyranlæg langs kystområder i Baltikum. Tidligere elektricitetsforsyninger til fyranlæg har blandt andet bestået af plutoniumgeneratorer fra før 1990.

PROBLEMSTILLING

Af praktiske årsager har det været hensigtsmæssig at montere FV-anlæg på de latviske fyranlæg i lodret stilling, jfr. figur 1. Da fyranlæg oftes er placeret på klippeskær eller moler, er de omgivet af vandflader, der i vinterperioden ofte omdannes til snedækkede isflader med høj reflektivitet. Simulationsprogrammet beregner indstrålingen på en lodret, sydvendt modtagerflade, idet der også tages hensyn til den diffuse refleksion fra området syd for fyranlægget.

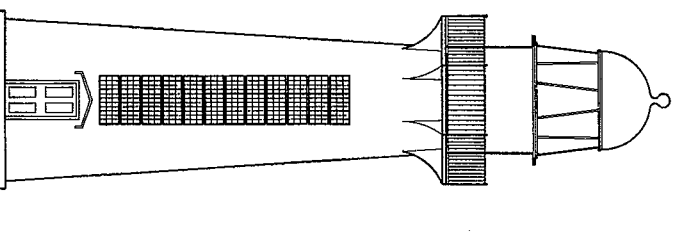
KLARDAGSINDSTRÅLINGEN

Vi beregner klardagsindstrålingen den 21. i hver måned. Disse værdier viser maksimale indstrålingsværdier, der er hensigtsmæssige, når et anlæg skal dimensioneres. Ønsker man værdier for den gennemsnitlige daglige globale indstråling for en given måned, kan den findes ud fra formlen:

$$G(\text{middel}) = F \cdot G(\text{klar}) + (1 - F) \cdot G(\text{overskyet})$$

idet F er lig med det faktiske antal solskinstimer delt med antal mulige solskinstimer for den pågældende måned. $G(\text{klar})$ er programmets beregningsresultat for en klar dag, og størrelsen $G(\text{overskyet})$ er resultatet for en overskyet dag, typisk 10% af $G(\text{klar})$. De årlige vejrvariationer taget i betragtning giver denne fremgangsmåde resultater, der ligger inden for usikkerheden i mere omfattende beregningsprogrammer.

Klardagsindstrålingen er således en meget vigtig størrelse, og kendskab hertil kan være meget nyttig i forbindelse med design, afprøvning eller optimeringen af et fotovoltaisk anlæg.



Figur 1: FV forsyning på et lysfyr anlæg i Latvia.

ATMOSFÆRENS KLARHED

Høj luftfugtighed og/eller atmosfæriske aerosolpartikler kan forårsage, at den atmosfæriske transmittivitet forringes. Fænomenet "Arctic haze", der i betydelig omfang menes at stamme fra menneskeskabt forurening, har i de senere år tiltrukket større opmærksomhed, idet nedsat transmittivitet er blevet iagttaget over store Arktiske områder. Et meget anvendt mål for atmosfærens klarhed er Linkes turbiditetsfaktor T_{LK} , som defineres således:

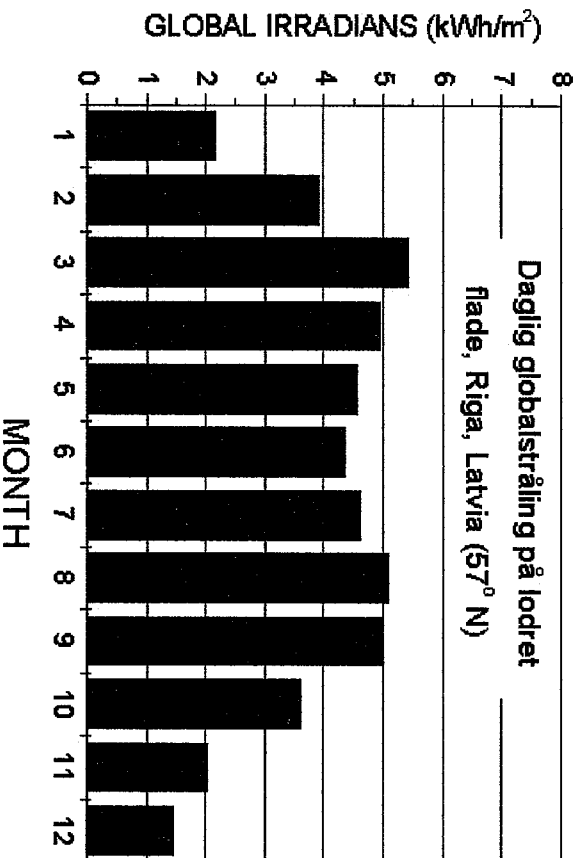
$$T_{LK} = \frac{\text{optisk dybde for aktuell atmosfære}}{\text{optisk dybde for tør og ren atmosfære}}$$

Bemærk, at den optiske dybde svarer til chancen for at en foton spredes fra solens direkte stråler ved passage gennem én atmosfærtykkelse. For en ualmindelig klar atmosfære er $T_{LK} = 2$, og $T_{LK} = 8$ for meget forurenet, diset luft.

Luftens klarhed har betydelig indflydelse på fordelingen af indstrålingen. For større værdier af T_{LK} øges den diffuse himmelstråling og lyset fra området uden om solskiven, solens aureole.

KLARDAGSINDSTRÅLING ÅRET IGENNEM

Figur 2 viser den årlige variation i klardagsindstrålingen, idet Linkes turbiditetsfaktor er sat til typiske værdier året igennem (4-5 om vinteren, 3-4 om sommeren). Læg mærke til, at største klardagsindstrålingen på den lodrette modtagerflade opnås i marts og august på grund af solens på disse årstider gunstige elevationsvinkel i forhold til fladerne.

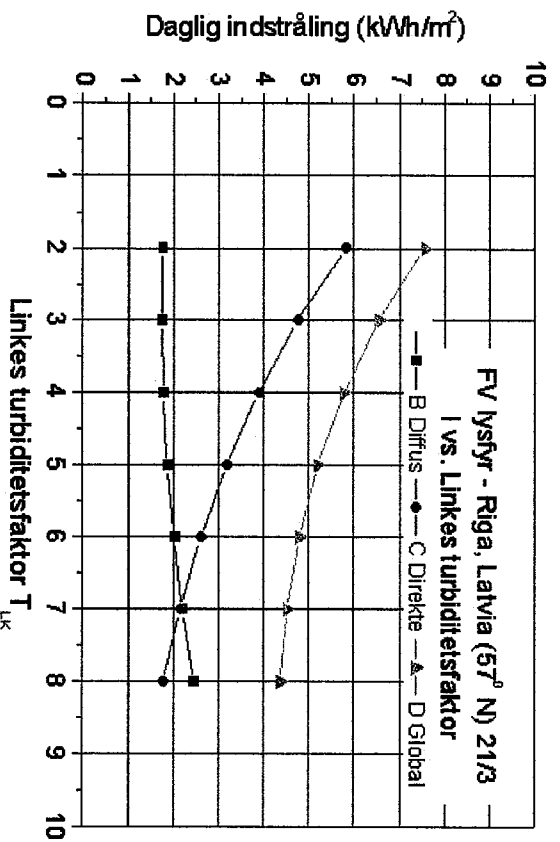
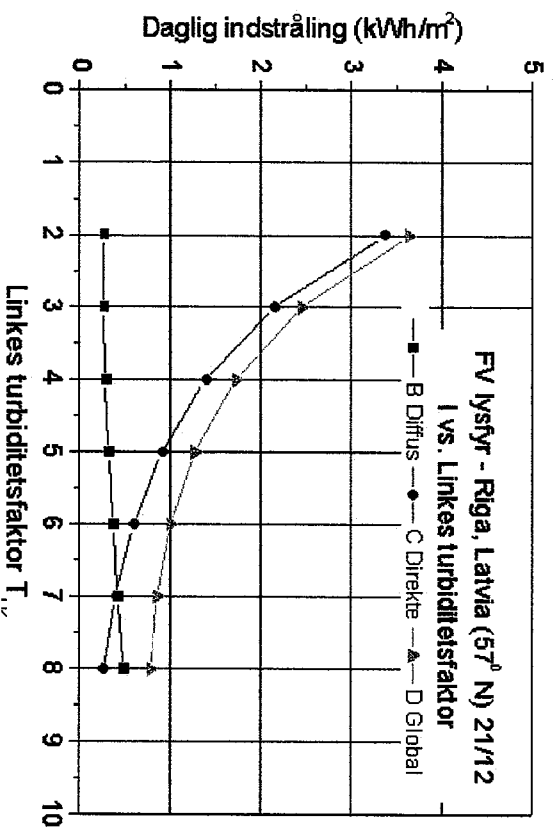


Figur 2: Månedsvis klardagsindstråling den 21. i hver måned for en lodret, sydvendt flade i Riga (57° N).

Bemærk, at indstrålingen på en klar dag er ca. fire gange større i den bedste måned (marts) i forhold til den ringeste måned (december).

TURBIDITETSFAKTOR I DECEMBER OG MARTS

For di solens direkte stråling skal passere gennem mange atmosfærelag (luftmasser), når elevationsvinklen er lav, har Linkes turbiditetsfaktor størst betydning ved mid-vinter, når solen er lav hele dagen. Figur 3 viser fordelingen mellem den diffuse og den direkte indstråling for forskellige atmosfæriske turbiditeter for december (øverst) og marts (nederst).

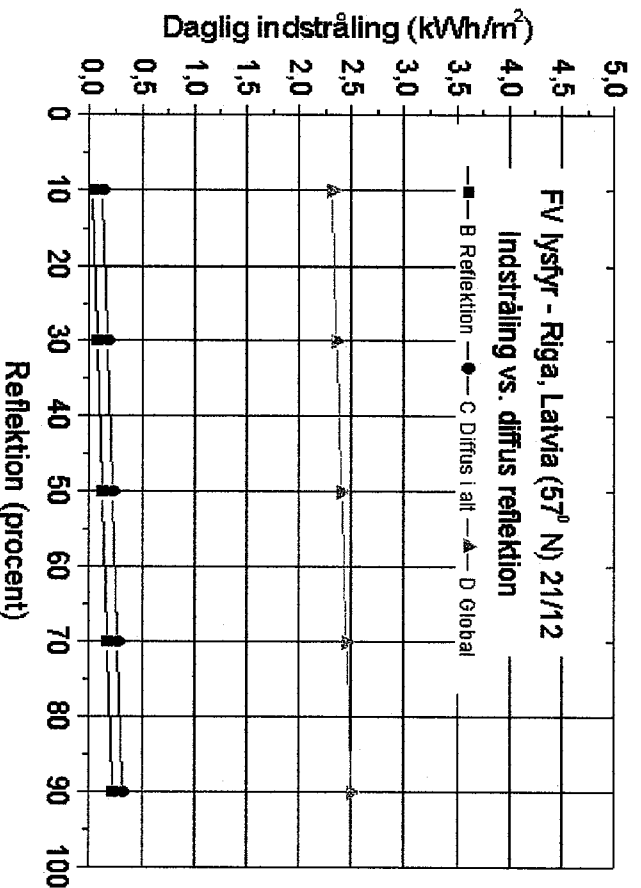
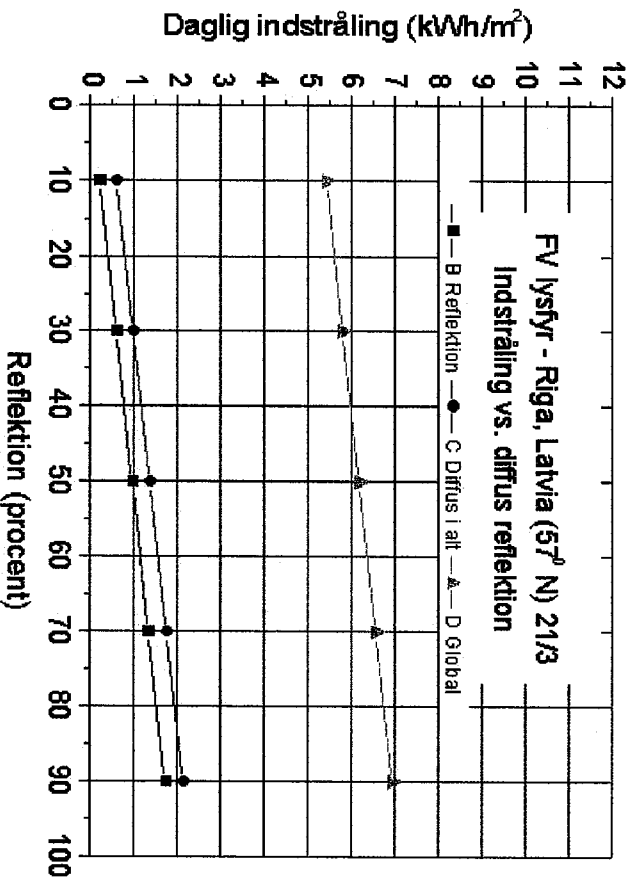


Figur 3: Den atmosfæriske turbiditet har større indflydelse på globalstrålingen i december, når solens elevationsvinkel er meget lav, end den har i marts.

SNEREFLEKTIONER I DECEMBER OG MARTS

Fordi disse fyranlæg ligger ud til vandet, og der typisk i vintermånederne vil være tale om snedækkede isflader, er det interessant at betragte virkningen af den reflekterede diffuse indstrålingen. Især fordi FV-modulerne normalt monteres næsten lodret for at udnytte solindstrålingen optimalt i vinterperioden, et bidraget fra den diffuse refleksion interessant.

Figur 4 viser de diffuse og direkte bidrag samt globalstrålingen på dage med relativt klar atmosfære ($T_{Lk} = 3$).



Figur 4: Diffus refleksion yder ikke noget særligt stort bidrag til indstrålingen i december, da solindfaldet på de vandrette sneflader er minimal ved lave elevationsvinkler. Derimod er det reflekterede diffuse bidrag betydelig i marts måned, da solelevationsvinklerne er større.