

Optikbordsdata fra Galathea 3

Frank Bason, SolData Instruments/Silkeborg
Amtsgymnasium

Indledning

Nu da Galathea 3 Ekspeditionen er kommet over halvvejs rundt om jorden på sin rejse, er det på tide at beskrive nogle af de indsamlede data, der kan benyttes i fysikundervisningen. Efter en længere ansøgningsprocedure til Dansk Ekspeditionsfond og Undervisningsministeriet, der ikke gav noget særligt opmuntrende resultat, fik jeg besøg en dag i foråret 2006 af, en meget kompetent tekniker fra Danmarks Fiskeriundersøgelse, DFU. Han medbragte en datalogger, som jeg måtte få til låns, hvis jeg ønskede nogle instrumenter med på Vædderen. Jo, det var da et godt tilbud. Finansieringen måtte jeg selv klare, men her var jo en enestående chance for at få en instrument-pakke med på en jordomrejse.

Da jeg i mange år havde samlet rigeligt af måleinstrumenter, monteringsbjælker, skruer, kabler mm. i min lille virksomhed, SolData Instruments, og har et godt samarbejde med Frederiksen A/S i Ølgod, var det ikke noget stort problem at samle et brugbart optikbord, der kunne monteres på

skibet. Min ærinde her er at gøre fysikkolleger bekendt med, at data fra dette optikbord findes og er til rådighed på nettet for alle, der ønsker at bruge dem til naturvidenskabelige grundforløb (NVG), større skriftlige opgaver eller i den daglige undervisning.

Optikbordet

Dataloggeren, en CR10X fra Cambridge Scientific, giver mulighed for en halv snes analoge indgange samt et antal digitale kanaler. Datalogger, spændingsforsyning, mm. er monteret solidt på en væg i Vædderens Hydrologilaboratoriet og tilsluttet en "Skole PC" med et styreprogram til dataloggeren. Ca. 20 meter kabel forbinder dataloggeren med instrumenterne på optikbordet.

Tabel 1 giver et overblik over instrumenterne på optikbordet:

Dataopsamlingen

I lighed med proceduren, der ofte anvendes af Danmarks meteorologiske Institut (DMI), registreres målingernes middelværdier for GM tællerens pulser dog summen hvert 10. minut. Dataloggeren danner en appendfil, der siden kan



Figur 1: Efter at have holdt mig parat til udrykning, kom Vædderen omsider til Aarhus Havn den 21. juli, hvor jeg fik mulighed for at montere optikbordet og dataloggeren på skibet.



Figur 2: Optikbordet er en aluramme monteret på et stålbord, der er svejset fast ovenpå Vædderens hydrologilaboratorium.

Instrument	Måler	Sponsor
Kipp-Zonen CM11 pyranometer	Globalstråling på vandret flade i $\frac{W}{m^2}$	SolData Instruments Silkeborg
SolData 80spc, 2 stk.	Globalstråling på vandret flade i $\frac{W}{m^2}$	SolData Instruments Silkeborg
UVB sonde	Ultraviolet B-båndstråling i UVI	Frederiksen A/S Ølgod
LUX sonde	Illuminans på vandret flade i lux, $\frac{lumen}{m^2}$	Frederiksen A/S Ølgod
GM tæller	Baggrundsstråling i tællinger per 10 min.	Frederiksen A/S Ølgod
Barometer inde i laboratoriet	Atmosfærisk tryk i hektopascal	SolData Instruments Silkeborg
Himmelluminans- sonde	Himlens luminans i $\frac{candela}{m^2}$	SolData Instruments Silkeborg
PAR sonde	Photosynthetically Active Radiation i $\frac{E}{m^2}$	Danmarks Miljøundersøgelse

Tabel 1: Kort beskrivelse af instrumenteringen på optikbordet på Vædderen.

overføres til computeren efter behov. Da skibet har en satellitopkobling til internettet, kan data overføres regelmæssigt til videre analyse. Vi har valgt at anvende data fra mandag kl. 0:00 til søndag kl. 23:50 UTC (universal time coordinated) også kaldet GMT (Greenwich Mean Time) eller Zulu (luftfartssprog). Alt andet vil være meget besværligt, da skibet hele tiden skifter position og dermed tidzone. Appendfilen sendes vedhæftet af DFU's teknikere om bord på skibet i en e-mail til mig normalt hver mandag, når kommunikationsforbindelsen er i orden.

Trods lejlighedsvis afbrydelser har vi indtil nu (januar 2007) modtaget data for hver eneste dag under sejlsadsen.

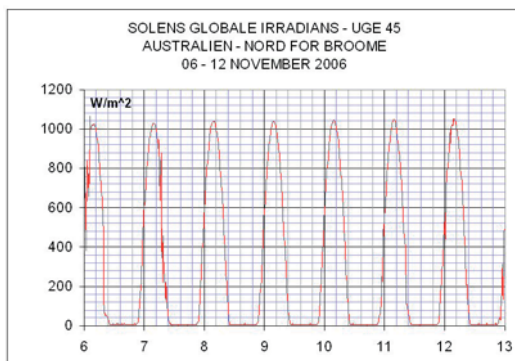
Instrumenterne var blevet kalibreret og testet sammen med dataloggeren i maj-juni 2006 hos SolData. Ugevis datablokke overføres til Excel regneark med passende kalibreringsformler og omregninger, således at grafer og tabeller med de korrekte fysiske enheder kommer hurtigt frem, når først man har fat i de ugevis rådata. Det er disse bearbejdede data, der vises i det følgende.

Solens globalstråling

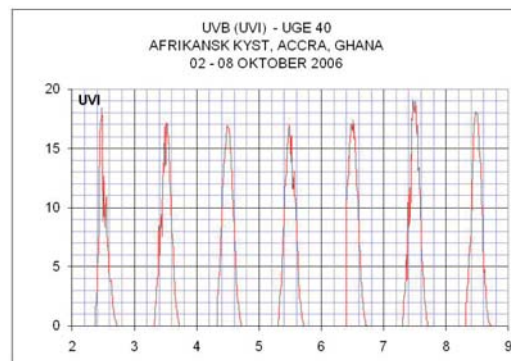
Det har været interessant at notere sig, at der kun meget sjældent har været perioder med overskyethed. Mange dage har været "perfekte" altså klare dage, hvor solen har skinnet fra morgen til aften. Figur 3 viser et eksempel herpå fra Australiens nordvestlige kyst nær byen Broome. En perfekt dag giver gode muligheder for at afprøve strålingsmodeller, der søger at forudsige globalstrålingen på det vandrette plan som funktion af tiden dagen igennem. Følgende hypotese er brugbar, og den er anvendt i forbindelse med et NVG-forløb på Silkeborg Gymnasium, hvor fagene naturgeografi og fysik har arbejdet sammen.

$$I_G = I_0 a^L \cdot \sin(V) + I_F$$

Solens globalstråling I_G på en vandret flade er her givet ved solarkonstanten $I_0 = 1367 \frac{W}{m^2}$ multipliceret med to faktorer: den ene a^L tager hensyn til den direkte solstrålings attenuation, dvs. absorption plus spredning, gennem atmosfæren, idet L er luftmassen (antal atmosfærelag), som de



Figur 3: Vædderens rejse har budt på enestående gode betingelser for målinger af solens globalstråling, direkte plus diffus solindfald.



Figur 4: Ved ækvatoren viser data fra optikbordet, at UVB-indstrålingen midt på dagen er over dobbelt så stor som på en fin sommerdag i Danmark.

direkte stråler passerer. Den anden faktor $\sin(V)$ er en geometrisk faktor, der tager hensyn til solens elevationsvinkel V . Elevationsvinklen kan til enhver tid beregnes, når man har kendskab til breddegradstallet B , jordens deklinationsvinkel D og klokkeslættet. Til det første led skal lægges I_p , der svarer til den diffuse stråling fra himlen og skyer.

Galathea data fra optikbordet giver mulighed for at beregne atmosfærens attenuation på et givet tidspunkt forskellige steder på jorden. Undervisningsmaterialet strålingsmodel.pdf findes på www.soldata.dk under DOWNLOAD DOCUMENTS. Kik i menuen til venstre.

Ultraviolet B stråling, UVB

Variationen i solens ultraviolette stråler er meget større end globalstrålingen, idet de korte bølgelængder spredes kraftigt af Rayleigh-spredning. Figur 4 viser et eksempel på data fra omkring ækvator. Bemærk, at UV intensiteten, UVI, er på ca. 8 UVI på en fin dansk sommerdag. I figur 4 ser vi, at UVB indstrålingen på en vandret flade midt på dagen i Accra, Ghana, der ligger tæt på ækvator, er over dobbelt så stor. Det vil sige, at man kan blive solbrændt eller solskoldet ved dosering i halv så lang tid, som man kan herhjemme. Disse observationer gav også anledning til et varsel til personalet på Vædderen om at gøre flittig brug af hatte, skjorter og solcreme. Det bliver også interessant at følge UVB strålingen under Vædderens rejse fra New Zealand mod Antarktis.

Barometrisk tryk

Det har vist sig, at vore målinger af det barometriske tryk har været mere interessante at følge, end man ellers ville forvente. Der er flere spændende "opdagelser", som lærere og elever har mulighed for at gøre. Den ene er sammenhængen mellem det atmosfæriske tryk og den radioaktive baggrundsstråling. Figur 5 viser sammenhængen mellem baggrundsstrålingen og det atmosfæriske tryk i en periode, hvor skibet lå ved kajen i Frederikshavn.

Figur 5 viser målinger af det barometriske tryk, mens Vædderen lå på værft i Frederikshavn. Hvis man afbilder baggrundsstrålingen som funktion af det barometriske tryk i en periode, hvor trykket har ændret sig væsentligt, kan man se, at højere tryk betyder lidt mindre baggrundsstråling på grund af øget absorption i jordens atmosfære. Et godt projekt: Find perioder, hvor skibet er langt fra land samtidig med at trykket laver større udsving. Undersøg korrelationen mellem tælleletal og trykket.

I denne forbindelse er det nødvendigt at gennemløbe databasens uger for at finde frem til de uger, hvor dette fænomen kan studeres. I litteraturen findes der også henvisninger til andre, der har lavet denne type undersøgelse med lignende resultater [1].

Et andet aspekt af de barometriske trykmålinger, der har givet nogle overraskelser, har været vore observationer af små trykssvingninger med en periode på 12 timer. Disse ses tydeligt i figur

7 optaget ved ækvator. I første omgang mistænkte vi en instrumentfejl, trykændringer på grund af daglige temperaturudsving eller landbrise og søbrise i kystområder. Alle disse hypoteser viste sig at være forkerte!

Vore målinger har vist, at i trykmålingerne fra de højere breddegrader, jfr. figur 6, forekommer der ikke væsentlige småbølger. Derimod ser man i figur 7, der viser trykvariationer målt i nærheden af Accra, Ghana, nær ækvator, meget regelmæssige og markante tryksvingninger med en periode meget tæt på 12 timer. Det viser sig, at disse svingninger kan observeres mange steder på jorden især i middelbreddegraderne. Ved jordens overflade har svingningerne en amplitude på 3-4 hPa, men trykvariationerne menes at være større højt oppe i atmosfæren (30-50 km).

Disse "tidevande" i atmosfæren skyldes - i lighed med tidevandene i havene - blandt andet tiltrækningskræfter fra solen og månen [2]. Kolleger på DMI oplyser, at de på dansk kaldes "tidelufts-bølger".

Radioaktiv stråling

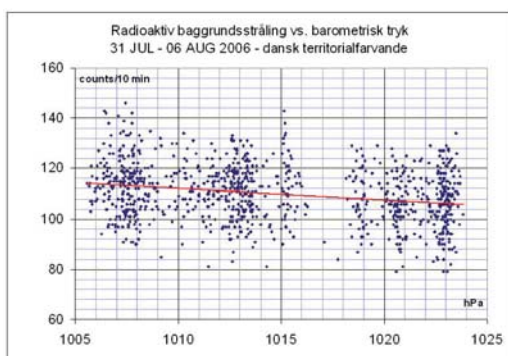
Ud over sammenhængen mellem trykket og baggrundsstrålingen nævnt tidligere, er der flere aspekter af radioaktivitetsmålingerne, der er interessante.

Da der nu var plads på optikbordet og ledige kanaler på dataloggeren, valgte vi også at mon-

tere et GM-rør til registrering af den radioaktive baggrundsstråling. Der bliver talt partikler i 10 minutter ad gangen, og tællertallene lagres sammen med de øvrige data. Figur 8 viser flere interessante ting. Mens Vædderen lå ved kajen i Frederikshavn blev der kun registreret omkring 100 tællinger per 10 minutter i modsætning til målingerne på havet, hvor der konsekvent måles 75-80 tællinger. Mens Vædderen sejlede over Kattegat fra Frederikshavn til København den 9. august faldt strålingsniveauet til 75-80. Straks da skibet lagde til ved Amaliekaen, steg strålingsniveauet med 50% til ca. 120 counts. Dette skyldes de radioaktive isotoper, som byggematerialerne i Amalienborg Slot og Slotspladsen indeholder. Da skibet sejlede om aftenen den 11. august, faldt strålingsniveauet straks igen.

Kikker man på vores data fra Stavanger i uge 33, hvor skibet lå i tørdok til reparation af skruen i et par dage omkring den 15. august, steg baggrundsstrålingen til det dobbelte af værdien på havet.

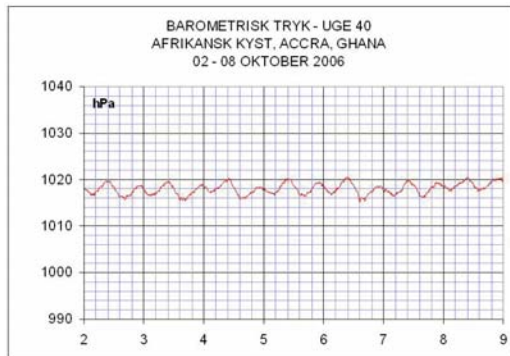
Der er mange flere interessante undersøgelser, der kan laves ved at studere vores data fra Vædderen. For eksempel kan man undersøge forskellen på den radioaktive stråling mellem nat og dag. Dette bør gøres, mens skibet er ude på havet og dermed ingen forstyrrelser fra radioaktive kilder på land. Om dagen er der stråling fra såvel solen som fra verdensrummet. Om natten er



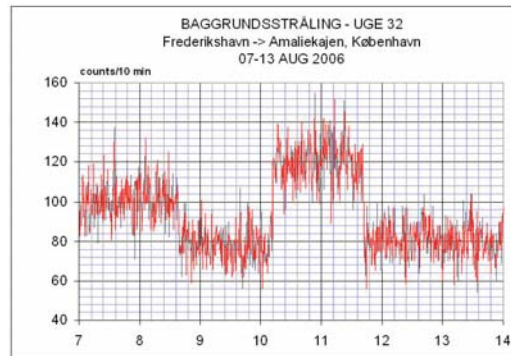
Figur 5: I perioder, hvor andre faktorer, der påvirker baggrundsstrålingen, er konstante, kan man undersøge sammenhængen mellem baggrundsstrålingen og det barometriske tryk.



Figur 6: I uge 31, august 2006, var der et større udsving i det barometriske tryk, samtidig med at skibet lå stille på Flådestationen i Frederikshavn.



Figur 7: Disse svingninger var meget tydelige på de fleste af vore målinger af lufttrykket i mellem-breddegraderne fra 25 grader N til 25 S. Bemærk, at perioden er tæt på 12 timer med en amplitude på 3 til 4 hPa.



Figur 8: Den radioaktive baggrundsstråling har været en meget interessant størrelse at følge. Ved anløb af Amaliekaajen den 10. august var der en kraftig stigning i baggrundsstrålingen på grund af granitten i byggematerialerne i og omkring slotet. Bemærk skibets afsejlingstidspunkt ved aftenhøder den 11.

kosmisk stråling fra solen stort set afskærmet af jorden. Hvor stor er denne forskel?

Der er mange flere data end dem, der omtales her. På hjemmesiden ligger der en rubrik under Excel-filerne med "Meddelelser", der påpeger særlige interessante observationer.

Databasen ligger på nettet

Ved at klikke på "Data week by week" på www.soldata.dk får man adgang til PowerPoint filer, der viser grafer over de indsamlede data. Disse grafer er fremstillet af bearbejdede data, idet instrumenternes kalibreringsfaktorer, nulpunktsfejl, mm. er

indkodet. Ønsker man adgang til de rå Excelfiler, kan dette ske ved at klikke på menupunktet Excel Files nederst i skærbilledet Galathea 3 DATA. Kontakt mig på soldata@soldata.dk, hvis der er spørgsmål til databasen. God fornøjelse!

Litteraturhenvisninger og noter

- [1] T. Wibig, R. Pierzynski, R. Sobczak; *Educational studies of cosmic rays with a telescope of GM-counters*, Physics Education, nov. 2006, side 542-545.
- [2] For mere om tideluftsølger se, f.eks. www.answers.com/topic/atmospheric-tide. ◇

GALATHEA 3

Forskning | Nyheder | **Ekspeditionen** | Historien | Om os | English | Forsiden

Søg

Links | Oversigt | Kontakt

EKSPEDITIONEN

Her kan du læse om den vision, der er drivkraften bag Galathea 3, om skibet, der skal sejle ekspeditionen Jorden rundt, om ruten og om forskningen ombord.

Baggrund
Vision
Forskning
Undervisning
Formidling
Ruten
Skibet
Billeder

Forskning, formidling, undervisning - og godt sømandskab

Galathea 3 er den største danske forskningsekspedition i mere end 50 år. Dens formål er at styrke dansk forskning - ikke alene i kraft af de forskningsprojekter, som har fået plads på ekspeditionen, men også i forhold til rekrutteringen af den kommende forskergeneration.

Fundamentet for Galathea 3 og alle undervisnings- og formidlingsaktiviteterne omkring ekspeditionen, er de i alt 71 forskningsprojekter, som er med, når Forsvarets inspektionsskib VÆDDEREN fra august 2006 til april 2007 sejler Jorden rundt. Der er plads til ca. 35 forskere ombord - dertil kommer en halv snes journalister, fotografer og TV-folk, et par skolebørn og deres lærer - og så den 50 mand store besætning, som skal sørge for at skibet sejler, kursen holdes - og mange, mange andre af de opgaver, som skal løses på et skib med plads til næsten 100 mennesker...