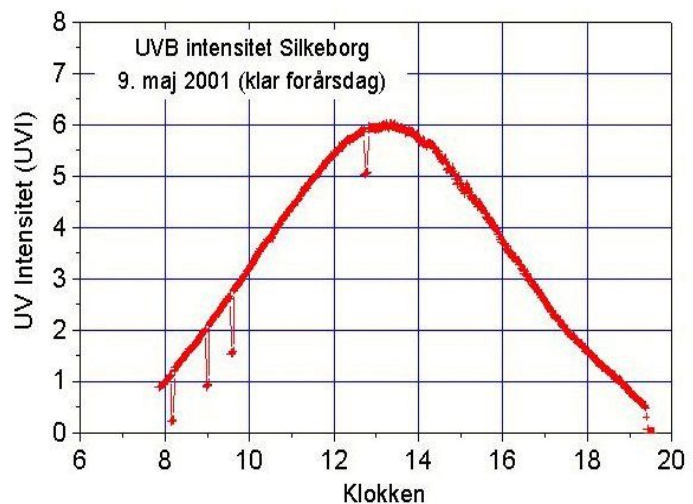


Ultraviolet stråling

Opgaver og øvelser

UVB MÅLINGER

Ved hjælp af en UVB-sensor (Frederiksen type 2872.61) og en Science Workshop datalogger blev hosstående data indsamlet på en klar solskinsdag. Grafen viser, at UVB-indstrålingen på en vandret flade stiger til ca. 6 UVI (ultraviolet intensitetsenheder) midt på dagen på denne forårsdag i Danmark (56,1° N).



Figur 1: Målinger af UVB stråling på en vandret flade på en klar dansk forårsdag.

En UVB indstråling på én UVI svarer til 25 mW/m^2 og udgør således en meget lille del af solens indstrålingseffekt, som er på ca. 1000 W/m^2 , når alle bølgelængder medregnes. UVB strålingen har dog en væsentlig skadevirkning, fordi fotonenergiene er høje, og der er en sammenhæng mellem UVB-doseringen og skader (solskoldning eller hudkræft) på ubeskyttet menneskehud.

Erfaringsmæssigt giver en total UVB dosering på 210 J/m^2 en synlig påvirkning af sart hud, idet huden lige begynder at rødme. En sådan dosering kaldes også for én MED (minimal erythemisk dosering) eller én rødm dosering.

UVI og MED

Der er en sammenhæng mellem UVI og MED. Man kan forstå denne sammenhæng, hvis man lige husker på, at 1 watt svarer til 1 joule/sekund, og at $1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$:

$$1 \text{ UVI} = 25 \text{ mW/m}^2 \text{ svarer til } 90 \text{ J/m}^2 \text{ på én time}$$

ØVELSE 1

Vis nu, at 1 MED/time svarer til 2,33 UVI.

ØVELSE 2

Figur 1 viser, at der mellem kl. 08:30 og kl. 09:30 om morgenen var en gennemsnitlig påvirkning på ca. 2 UVI på en vandret flade. Ligger man i vandret stilling, vil man i alt modtage en dosis på ca. $2 \cdot 90 \text{ J/m}^2 = 180 \text{ J/m}^2$. Er dette nok til en rødm dosering (1 MED)?

ØVELSE 3

Nu ligger man sig i vandret stilling under middagssolen fra kl. 13:00 til 14:00, hvor intensiteten er på ca. 6 UVI. Find doseringen i joule/kvadratmeter. Hvor mange rødmedoseringer svarer dette til?

ØVELSE 4

Hvor længe bør man maksimalt opholde sig i solen mellem kl. 13 og 14 for at holde UVB doseringen nede på under én MED?

ØVELSE 5

På internettet kan man finde data fra Lauder, New Zealand, der viser, at en graf som figur 1 optaget den 12. januar (højsommer i den sydlige halvkugle) har et maksimum på ca. 11 UVI. Besvar øvelserne 3 og 4 for dette tilfælde.

ØVELSE 6

En turist i Danmark opholder sig uden hudbeskyttelse på overkroppen fra morgen til aften (kl. 08 til kl. 18). Vi antager at et vandret hudstykke på en skulder har været udsat for solens stråler i hele perioden, og at indstrålingsgrafen fra figur 1 gælder. Find den samlede UVB dosering i MED.

HUDFAKTOREN

For at tage hensyn til forskellige hudtyper, har man indført begrebet *hudfaktor* (Skin Factor). Referenceværdien er sat til 8. En værdi på 4 svarer til hud, der er dobbelt så følsom over for UVB, og en værdi på 16 vil svare til hud, der er halv så følsom. Tabel I viser en oversigt over hudtyper og hudfaktorer.

Hudtype	Hudfarve/beskrivelse	Hudfaktor
bruner aldrig, brænder altid	meget lys mælkefarvet hud, bliver meget let solbrændt	4-10
bruner af og til men oftest brænder	lidt brun, ofte fregner, brænder ofte, lyserød, rød hudfarve udvikler til lysebrun	10-12
bruner normalt brænder sjældent	lysebrun, brun eller olivenfarvet, brænder sjældent, bliver hurtigt brun	11-14
bruner altid, brænder næsten aldrig	brun, mørkebrun eller sort hud, der sjældent brænder og bliver hurtigt brun	12-16

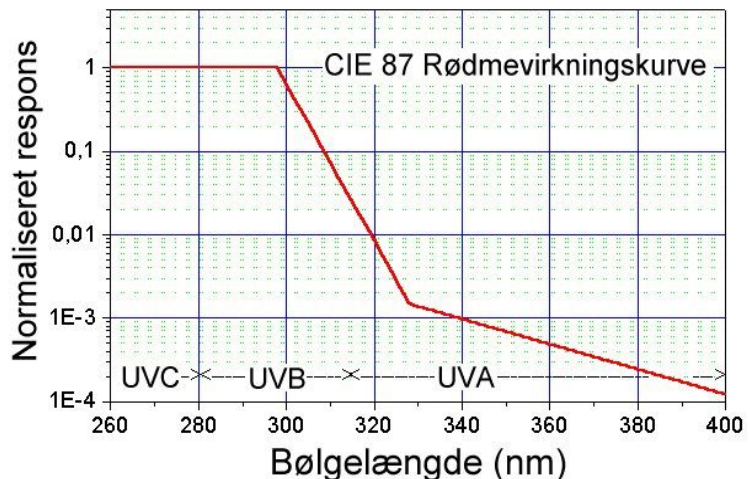
Tabel I: EPA (Environmental Protection Agency, USA) hudklassifikationer og hudfaktorer.

ØVELSE 7

En person med hudfaktor 12 udsættes for UVB indstrålingen vist i figur 1. Hvor længe skal vedkommende opholde sig ubeskyttet for at blive udsat for 1 MED midt på dagen i Danmark?

CIE 87 RESPONSKURVEN

Figur 2 viser, hvordan ubeskyttet menneskehud erfaringsmæssigt påvirkes af forskellige UV bølgelængder. Jo kortere bølgelængden, jo højere energien. Desuden har forskellige bølgelængder forskellige evner til at gennemtrænge og til at skade hudcellerne.



Figur 2: Grafen viser de forskellige UV bølgelængders evne til at skade ubeskyttet menneskehud. Bemærk, at andenaksen er logaritmisk.

Heldigvis kommer der kun meget lidt UVC strålingen ned til os ved havoverfladen selv på den klareste dag. UVA stråling over 340 er flere tusinde gange mindre skadelig end UVC. Responskurven viser, at den største risiko stammer fra UVB strålingen i området fra ca. 300-320 nanometer.

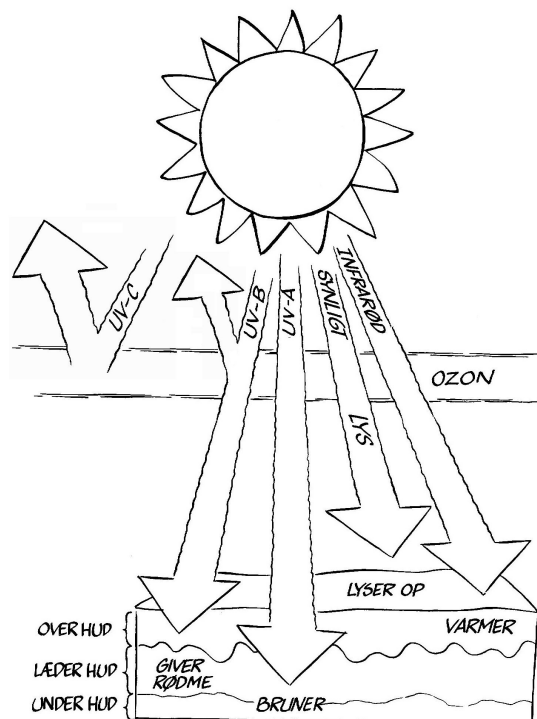
ØVELSE 8

Hvor meget mere skadelig er UVB stråling med en bølgelængde på 310 nm i forhold til 320 nm stråling?

ATMOSFÆRENS BESKYTTELSE

Vi er af flere grunde heldige, dels fordi solens spektrum indeholder relativt lidt UVB stråling, og dels fordi ozonlaget absorberer meget af solens UVB. Figur 3 illustrerer, hvordan solindstrålingens forskellige bølgelængder trænger gennem atmosfæren.

UVC opbremses effektivt af strålingens vekselvirkning med almindelig ilt og med ozon i stratosfæren. Den påvirker kun mennesker, når man befinder sig i stor højde, eller ved udstråling fra kunstige lyskilder (højtryks kviksølvslamper). Ozonlaget absorberer meget men ikke al UVB indstråling fra solen. Variationer i ozonlagets tykkelse kan derfor få betydelig indflydelse på skadevirkningen fra UVB. I Australia og New Zealand, hvor der bor



Figur 3: Solens indstråling (fra ca. 280-3000 nm), ozonlaget og huden. (adapteret fra bogen Solsikker, s 11)

mange mennesker med lys hud, der udsættes for høje indstrålingsværdier, er man meget opmærksom på ændringer i ozonlaget.

Forskellige ozonabsorptionsbånd i atmosfæren går under forskellige betegnelser og er ofte kaldt op efter forskerne, der først beskæftigede sig med dem. UVC absorptionsbåndet kaldes således for *Hartley-båndet*. *Huggins-båndet* ligger fra 280-320 nm og er meget vigtigt for UVB-absorptionen. Desuden absorberer ozonlaget omend i nogen mindre grad synlig stråling i området fra 400-600 nm, *Chappuis-absorptionsbåndet*.

UVB STRÅLING I SKYGGE

Det overrasker mange at opdage, at man godt kan blive brun eller solbrændt, selv om man ikke udsættes for solens direkte indstråling. Dette kan skyldes refleksion eller spredning af UVB stråling. Sand (R 25%), sne (R 80%) og vand (R 50%) er gode til at reflektere UVB stråling, idet R betegner brøkdelen af UVB strålingen, der kastes tilbage. Sidder man på en strand under en parasol, kan man således stadigvæk godt brunes eller skoldes, hvis huden ikke beskyttes.

Desuden spreder luftmolekyler UV stråling meget effektivt, idet lys med korte bølgelængder spredes bedst. Lysets spredning vokser med $1/\lambda^4$, så stråling ved 300 nm spredes 16 gange bedre end rødt lys ved 600 nm. Står man på ski i bjergene bliver man således meget udsat for UVB stråling: højden øger mængden af UVB, UVB reflekteres godt fra sneen og UVB spredes af luftmolekyler. Uden UV-beskyttende briller, kan man risikere alvorlig øjenskader på grund af den kraftige UVB.

ØVELSE 9

Benyt en følsom UVB-sonde, og undersøg mængden af UVB i forskellige situationer. Lav evt. en collimator af et stykke sort pap, og undersøg refleksioner fra sand, sne, græs, vand og andre materialer.

LITTERATUR

Per Bøge, Morten Strunge Madsen; **Solsikker, et undervisningsmateriale om sol og hud til 8. og 10. klasse**, Kræftens Bekæmpelse, Strandboulevarden 49, 2100 København Ø

Paul Eriksen; UV-stråling og UV-indeks, Forskningsafdelingen, Danmarks Meteorologiske Institut. Fra internettet.