

UV-sugárzás mérése a napszak, a felhősödés és a tengerszint feletti magasság függvényében

Feladat

Egyszerű zsebműszerrel mérjük az UV-sugárzás intenzitását UV Index (UVI) egységekben különböző körülmények között a tanulmányút programja és az időjárás által lehetővé tett körülmények figyelembe vételével.

1. Egy adott helyen óránként reggeltől estig teljes napsütésben a napi változás követése
2. Az UV-sugárzás összehasonlítása teljes napsütés és az enyhén párás (fátyolfelhős) légkör esetén
3. Az UV-sugárzás intenzitásának növekedése a tengerszint feletti magasság függvényében
4. A közönséges üveg és a kvarcüveg UV-áteresztő/elnyelő képességének demonstrálása

Elméleti háttér és kiértékelés

Az utóbbi időben az ózonlyukjelenség miatt megnőtt a földre érkező napsugárzásban az ultraibolya sugarak hányada. Emiatt a napozás során gyorsabban leégünk, és hamarabb keletkeznek bőrelváltozások. Ha ismerjük a sugárzás aktuális mértékét (az UV Indexet), jól védekezhetünk ezek ellen. Az UV-sugárzás az elektromágneses spektrum 100-400 nm-es része. Ezt három tartományra szokás osztani

UV-A: 400-315 nm

UV-B: 315-280 nm

UV-C: 280-100 nm

Az UV-sugárzás fotonjainak az energiája – és emiatt a biológiai hatás is – függ a hullámhossztól. A legnagyobb energiájú (legrövidebb hullámhosszú) UV-C sugárzást a légkör elnyeli, nem jut a Föld felszínére, a legkisebb energiájú UV-A tartomány az egészségre lényegében nem ártalmas. A Naptól érkező UV-sugárzás az egészségre részben hasznos, de ártalmas is lehet, ha meghalad egy bizonyos értéket.

Hasznos: D-vitamin-képződés, fertőtlenítés, gyógyászat

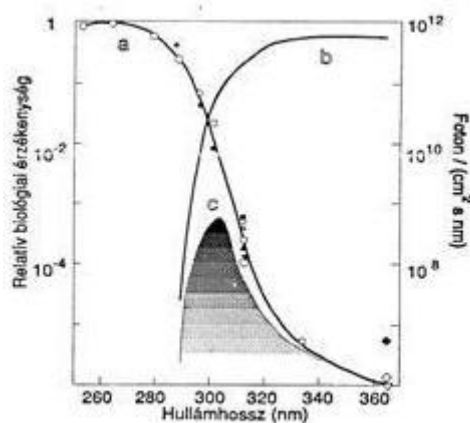
Káros: gyulladás, bőregés, bőroregedés, bőrdaganatok, szürke hályog, a DNS károsodása

A nyári napsütés során a Föld felszínére érkező UV-sugárzás intenzitásának átlagos értékét 3 különböző (jellemző) hullámhosszra az alábbi táblázat második oszlopa mutatja. A különböző hullámhosszúságú UV spektrumrészletek hasznos vagy károsító biológiai hatása nagyon különböző. Ezt mutatja a táblázat 3. oszlopa.

Hullámhossz nm	Intenzitás W/m ²	McKinlay-Diffey-féle súlyfaktor (óra)	Szorzat (W/m ²)óra 1 nm széles sávra
295,0	0,0006	1,00	0,0006
305,0	0,074	0,22	0,0163
325,0	0,478	0,03	0,0138

Az emberek különbözőképpen érzékenyek az UV-sugárzás mennyiségére. A bőr típusa szerint az emberiséget négy csoportba szokás sorolni. Az UV-sugárzás intenzitását (W/m² egységben, a hullámhossz függvényében) súlyozzák (azaz szorozzák) az empirikus, a bőrtípustól is függő McKinlay-Diffey-féle „erythema action spectrum” függvényvel (1987). Ez azt az időt adja meg az adott bőrtípusra vonatkoztatva (órában), ami már éppen bőrpirosodást okoz az adott hullámhosszúságú UV-sugárzásból. Megjegyzendő, hogy a különböző forrásokban kissé különböző értékek is találhatóak.

biológiai hatás



UV-intenzitás

A két függvény szorzatát integrálják a 290 ... 330 nm tartományra, és így kapható meg a MED (minimal erythemal dose, minimális bőrpirosodást okozó dózis). Ez az a minimális besugárzási energia a teljes UV-tartományban (J/m^2 egységben), ami már éppen bőrpirosodást (gyulladást, erythemát) okoz.

Bőrtípus	Jellemzők	1 MED értéke az adott típusra J/m^2
I	vörös hajú, kék szemű	200
II	szőke, kék/zöld szem	250
III	barna haj, szürke/barna szem	350
IV	fekete haj, barna szem	450

Ennek alapján az aktuálisan mért UV-intenzitásból a különböző bőrtípusokra kiszámítható az a maximális napozási idő, ami alatt már éppen bekövetkezik a bőr „leégése” (bőrpirosodás). Például a 3 MED/óra sugárintenzitás annyit jelent, hogy a maximális biztonságos napozási idő 1/3 óra, azaz 20 perc.

A Nap UV-sugárzásának jellemzésére definiálják az UV Indexet (UVI). Ez a nagyközönség számára is könnyen kezelhető mennyiség, amely 0-tól kezdődő skálán arányos az UV-sugárzás Földfelszínén mérhető intenzitásával (W/m^2). Az UVI-t Kanadában vezették be 1992-ben, majd WHO standardizálta, így az UV Index fogalma és meghatározása az egész világon egységes. A tapasztalat szerint Európában az UV Index 0 és 8 közötti értékeket vesz fel, az ózonréteg csökkenése miatt azonban esetenként nagyobb is lehet. A trópusokon az 12 sem ritka. Az UV Index nagysága nő a tengerszint feletti magassággal, 1000 méterenként mintegy 8 - 10%-al. Ezért a magas hegységekben általában nagyobb UVI értékekkel kell számolnunk.

MED, MED/h, UVI átszámolások

$$1 \text{ MED} = 250 \text{ J/m}^2$$

$$1 \text{ UVI} = 0,025 \text{ W/m}^2 = 25 \text{ mW/m}^2$$

Pl. $5 \text{ UVI} = 125 \text{ mW/m}^2$. Ilyen UV intenzitás esetén $0,125 \text{ mW/m}^2 \times 2000 \text{ s} = 250 \text{ J/m}^2 = 1 \text{ MED}$, azaz 33 perc napozás már bőrpirosodást okoz (a II típusú bőr esetén).

$$1 \text{ MED/h} = 250 \text{ J/(m}^2 \text{ h)} = 0,0694 \text{ W/m}^2 = 69,4 \text{ mW/m}^2$$

$$1 \text{ UVI} = 0,36 \text{ MED/h}$$

UV sugárzást mérő eszköz

A kísérletekhez egyszerű, olcsó (tulajdonképpen strandolási célokat szolgáló) mérőeszközt használunk. Az eszköz az UV-sugárzás átlagos értékét méri egy plexibe ágyazott AlGaIn fotodióda segítségével. Érzékenységi tartománya: 240-320 nm. A műszer négy

másodperc időtartam alatt méri meg a sugárzás intenzitását, eközben hangjelet ad ki, végül a kijelzőn megjelenik az UVI értéke (egész számként).

Méréskor fordítsuk az UV-mérőt úgy, hogy az érzékelő a nap irányába nézzen. A szögbeállítást kis irányzótüskével könnyíthetjük meg. Ismételjük meg többször a mérést. Helyes mérés esetén az adatoknak egyezniük kell, átlagolás nem szükséges. Ha eltérés mutatkozik, a maximális értéket fogadjuk el.

Mérési feladatok

Ezek közül azt végezzük el, amire a légköri viszonyok lehetőséget adnak.

1. Az UV-intenzitás napi változásának követése egy adott helyen óránként reggeltől estig teljes napsütésben

Mérjük meg egy adott helyen, a nap folyamán többször (ha mód van rá óránként) az UVI-t reggeltől estig. A mérést csak akkor érdemes elvégezni, ha várhatóan teljes napsütés lesz egész nap, legfeljebb egy-egy átfutó felhő rövid időre eltakarja Napot. Az adatokat gyűjtsük táblázatba

óra	UV Index	megjegyzés a körülményekre vonatkozóan

2. Enyhén párás (fátyolfelhős) légkör UV szűrőhatásának vizsgálata

A mérést akkor célszerű elvégezni, ha rövid időn belül felhőmentes, ill. fátyolfelhővel borított égboltra számíthatunk. Az adatokat gyűjtsük táblázatba

időpont	UV Index	megjegyzés a felhősödésre vonatkozóan

3. Az UV sugárzás intenzitása a tengerszint feletti magasság függvényében

A mérést csak akkor érdemes elvégezni, ha várhatóan teljes napsütés lesz az egész idő alatt, legfeljebb egy-egy átfutó felhő rövid időre eltakarja Napot, és ha elég gyorsan tesszük meg a 2000 m szintkülönbséget (lásd 1 mérési feladat). Mérjük meg az UVI-t az utazás során a tengerszint feletti magasság függvényében több helyen (pl. 500 m szintkülönbségeknél, összesen legalább 2000 m szintkülönbség esetén). A tengerszint feletti magasságot GPS segítségével állapítsuk meg. Az adatokat gyűjtsük táblázatba.

magasság /m	időpont	UV Index	megjegyzés

4. A közönséges üveg és a kvarcüveg UV-áteresztő/elnyelő képessége

Erős napsütésnél mérjük meg az UVI-t úgy, hogy a szenzor elé üveglemezeket majd úgy, hogy kvarcüveg-lemezeket teszünk különböző vastagságban. Az adatokat gyűjtsük táblázatba.

lemez fajtája és db	UV Index

Kiértékelés

A kiértékelést valamely, rendelkezésünkre álló számítógépes programmal (pl. az ORIGIN 3.5 verziója) végezzük. A grafikont lássuk el megfelelő tengelyfeliratokkal.

1. mérés

1. Az összegyűjtött adatokból szerkesszük meg (ábrázoljuk) az UVI – időpont (óra) függvényt, és illesszünk rá másodfokú függvényt.

ORIGIN 3.5 használata esetén a lépések:

Plot / scatter /

Fit / polynomial regression /order 2

Tengelyfeliratok, vonalvastagság beállítása

Időszakos felhősödés esetén célszerű negyedfokú polinomot illeszteni.

2. Számoljuk ki az ajánlott napozási időt a napszak (óra) függvényében.

3. Számoljuk át a maximális UVI-ban mért intenzitást mW/m^2 és MED/h egységekbe.

3. mérés

Az összegyűjtött adatokból szerkesszük meg (ábrázoljuk) az UVI – magasság függvényt, és illesszünk rá egyenest. A grafikont lássuk el megfelelő tengelyfeliratokkal.

ORIGIN 3.5 használata esetén a lépések:

Plot / scatter /

Fit linear regression

Tengelyfeliratok, vonalvastagság beállítása

Megjegyzés

Az UV-mérő eszközzel a napsugárzáson kívül más UV-források sugárzását is megvizsgálhatjuk. Pl. kvarclámpa, szolárium, fogorvosi polimerizációs lámpa, bankjegyzsgáló, UV-fénycső, ívhegesztés.