AZ UV-B SUGÁRZÁS HAZAI ELŐREJELZÉSE

A HungaroMet jogelődje, az Országos Meteorológiai Szolgálat 1995-ben kezdte el az UV-B sugárzás előrejelzését a Környezetvédelmi Minisztérium támogatásával. Ennek során a másnapra várható maximális UV-B intenzitást 2021-től egész évben prognosztizáljuk (korábbi években az előrejelzés májustól szeptemberig történt).

Az előrejelzéshez először is tudnunk kell, milyen paramétereket vegyünk figyelembe. A földfelszínre érkező UV-B irradiancia erősen függ a napmagasságtól, emellett figyelembe kell venni azokat a paramétereket, amelyek általában minden légköri sugárzásátviteli problémában szerepet játszanak, mint a Nap zenittávolsága és a relatív optikai légtömeg, illetve ez esetben ennek egy speciális változata, a relatív optikai ózontömeg. Ezeken felül az UV-B sugárzást erősen befolyásolja az ózontartalom és a légkör aeroszol tartalma.

Az előrejelzéshez empirikus modellt használunk, amelyben a csillagászati paraméterek, az ózontartalom, és a felhőzet hatása van figyelembe véve. Ehhez az ózontartalom előrejelzése egy, a sztratoszférikus hőmérséklet és az ózontartalom közti kapcsolatra kapott empirikus összefüggés alapján történik. A felhőzet hatásának előrejelzése a borultság, a felhő típus és a felszínre érkező UV-B intenzitás kapcsolatára korábbi vizsgálatainkból kapott összefüggés alapján történik, melyhez az előrejelzett borultság értékeket és felhő típusokat az AROME előrejelzésekből vesszük. A várható maximális UV-B értéket a lakosság tájékoztatásra bevezetett speciális egységben, az ún. UV Index egységben adjuk meg. Az UV index nem más, mint az effektív irradiancia, amelyet a spektrális irradiancia 400 nm-ig tartó, Erythema Akciós Spektrummal való súlyozásával kapunk úgy, hogy a súlyozás 1-es értéke 297 nm-nél van.

Az UV előrejelzés folyamata

Az előrejelzés három lépésben történik: (1) az ózontartalom előrejelzése, (2) a földfelszínre érkező UV-B irradiancia előrejelzése felhőtlen égbolt esetére, (3) az UV-B irradiancia előrejelzése a várható felhőzet mennyiségétől függően. A rendszerhez a mérési hátteret Brewer-spektrofotométerrel végzett rendszeres teljes ózontartalom mérések szolgáltatják (nyáron kb. napi 50 mérés, a téli időszakban valamivel kevesebb). Az HungaroMet hazai UV-B monitoring hálózata (- mely a 3. pontban említett eredményekhez vezet, illetve verifikációhoz használatos -) 5 állomásból áll (Budapest, Sármellék, Siófok, Kékestető, K-puszta). Detektorként mind az 5 mérőállomáson ún. Robertson-Berger UV-Biométereket használunk, amelyek mért adatai számítógépes adatgyűjtéssel kerülnek rögzítésre. A vidéki adatok órás átlag értékei elérhetők bármikor. A monitoring rendszer Budapesten kiegészül a Brewer spektrofotométerrel, amely a nyári

időszakban naponta kb. 30 spektrumot vesz fel (télen valamivel kevesebbet) 0.5 nm felbontással.

1. Az ózontartalom előrejelzése

A másnapra várható ózontartalom előrejelzése egyszerű empirikus módszerrel történik. A módszer azon alapul, hogy a teljes ózontartalom rövidtávú változása (ΔX) empirikus kapcsolatba hozható a légkör termális struktúrájával, azaz a troposzférikus hőmérséklet (TTP) és a sztratoszférikus hőmérséklet (TSP) változásával.

$$\Delta X = A^* \Delta TTP + B * \Delta TSP$$

ahol:

ΔX: a teljes ózontartalom megváltozása

ΔTTP: a troposzférikus hőmérséklet megváltozása

ΔTSP: a sztratoszférikus hőmérséklet megváltozása

A, B: empirikus konstansok

A troposzféra és a sztratoszféra hőmérsékletének jellemzésére a meteorológiai gyakorlatban relatív topográfia használatos. Elméleti meggondolások alapján a relatív topográfia arányos a kiválasztott nyomásszintek közötti réteg közepes virtuális hőmérsékletével. A troposzféra hőmérsékletét K-ben megadott leírására az 1000 hPa és a 300 hPa szintek közötti közepes virtuális hőmérséklettel jellemezzük, a következő módon:

$$TTP = 0.0286 (H300 - H1000)$$

ahol H300, H1000 rendre a 300 és 1000 hPa szintek geopotenciáljai. Ugyanígy az alsó sztratoszféra hőmérséklete pedig:

$$TSP = 0.0493 (H100 - H200)$$

ahol H100, H200 rendre a 100 és 200 hPa szintek geopotenciáljai.

A fentiek alapján az ózontartalom megváltozását a következőképpen írhatjuk le:

$$\Delta X = - 0.090 \ (\Delta H300 - \Delta H1000) + 0.073 \ (\Delta H100 - \Delta H200)$$

A Δ mindkét oldalon 24 óra alatti megváltozást jelent, a formula konstansai empirikusan lettek meghatározva 1969 és 1993 közötti budapesti teljes ózontartalom- és rádiószondás adatokból. A becslés hibája (szórása) a fenti formulával 13 DU (Dobson-egység, az ózonréteg oszlopsűrűségének mértékegysége). Összehasonlításként: az ózon éves menetéből való becslés hibája 22 DU.

Az előrejelzés gyakorlatában a ΔH300, ΔH1000, ΔH100, ΔH200 geopotenciál-változások AROME előrejelzésekből származnak. Az ózontartalom 24 óra alatti megváltozását a következőképpen definiáljuk:

$$\Delta X = X(t+24) - X(t)$$

ahol:

X (t+24): a másnapra előrejelzett ózontartalom

X(t): a mért ózontartalom

2. Az UV-B sugárzás előrejelzése felhőtlen égbolt esetére

Az földfelszínre érkező UV-B intenzitás ózontartalomtól és a csillagászati paraméterektől való függését szintén empirikus modell alapján végezzük *(Kerr et al., 1992),* a következő formulával:

$$\ln I - \ln \cos(z) = A + B\,\mu X + C\,\mu + D\,(\mu X)2 + E\,\mu 2$$

ahol:

I: erythemával súlyozott UV-B intenzitás

z: zenittávolság

μ: relatív optikai ózontömeg ($\mu = 1 / \sin h$, ahol h a napmagasság)

X: teljes ózontartalom

A = 7.093

B = -3.927

C = -0.636

D = 1.525

E = 0.1183

(Az UV-B napi menetét 10 perces lépésekben számítjuk)

3. Az UV-B sugárzás előrejelzése a várható felhőzet mennyiségétől függően:

A felhőzet figyelembevétele meglehetősen problémás és ráadásul a probléma sajátja, hogy a felhőzet döntő fontosságú. Ugyanakkor a borultság-előrejelzésben elég nagy a bizonytalanság. Megvizsgáltuk többéves adatsorból a földfelszínre érkező UV-B irradiancia borultságtól való empirikus függését *(Németh, Tóth and Nagy, 1996); (COST 713 Final Riport, 2003)*, melyet az alábbi táblázat foglalja össze.

Borultság*	Alacsony	Középmagas	Magas
0,0	1,0	1,0	1,0
0,1	1,0	1,0	1,0
0,2	1,0	1,0	1,0
0,3	0,9	1,0	1,0
0,4	0,8	1,0	1,0
0,5	0,7	0,9	1,0
0,6	0,6	0,9	1,0
0,7	0,5	0,8	1,0
0,8	0,4	0,7	1,0
0,9	0,3	0,6	0,9
1,0	0,2	0,5	0,9

Az átbocsátási együttható 0 és 1 között változik, és megmondja, hogy az adott típusú felhőzet és a borultság esetén hanyadrészére csökken a teljesen derült esetben érvényes irradiancia.

*Égbolt borultságának hányada decimális értékben kifejezve

Az előrejelzés becsült hibája (szórása) 12%. A hiba elsődleges forrása a borultság előrejelzés bizonytalansága, valamint az, hogy felhőtlen égbolt esetén nincs figyelembe véve az aeroszol tartalom változása.

UV figyelmeztetés kiadása:

2021-től Magyarországon 7 statisztikai régióira (Nyugat-Dunántúl, Közép-Dunántúl, Dél-Dunántúl, Pest és Budapest, Észak-Magyarország, Észak-Alföld, Dél-Alföld) készülnek el a másnapra előrejelzett maximális UV Index legmagasabb, legalacsonyabb, illetve átlagos értékei. UV figyelmeztetés abban az esetben kerül kiadásra, ha az előrejelzett UV Index egy adott régió területének legalább **50%** -án eléri a **7.0** értéket. Ebben az esetben *nagyon erős* UV sugárzásra adunk figyelmeztetést, illetve, ha ez az érték eléri a **8.0***, extrém riasztás* kerül kiadásra.

Magyarországon jelenleg érvényes – mely eltér a WHO által megadott értékektől, de OMSZ és ÁNTSZ közös megállapodása szerint került kategorizálásra – UV indexek kategorizálása az alábbi linken elérhetőek:

https://www.met.hu/idojaras/humanmeteorologia/uv-b/ismerteto/

A 0-tól 10-ig terjedő skála több kategóriába van sorolva, amelyekhez az ajánlott védekezési formákat a SOTE Biofizikai Intézetének munkatársai dolgozták ki.

Hivatkozások:

Kerr, J.B., McElroy, C.T., Tarasick, D.W., Wardle, D.I., (1992): The Canadian Ozone Watch and UV-B Advisory Programs. Ozone in the Stratosphere – Proceedings of the Quadr. Ozone Symp. 1992. NASA Conference Publ. No. 3266, 794 – 797

Németh, P., Tóth, Z and Nagy, Z., 1996: Effect of weather conditions on UV-B radiation reaching the earth's surface. J. Photochemistry and Photobiology B: Biology 32, 177-181

COST 713, 2003: UV-B Forecasting. Final Report. European Commission, Directorate-General for Research.