

Az UV sugárzás magyarországi eloszlásának vizsgálata és a népesség UV sugárzással kapcsolatos tájékozottságának feltérképezése

SZAKDOLGOZAT
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK
METEOROLÓGUS SZAKIRÁNY



Készítette:
Dávid Réka Ágnes

Témavezető:
Fülöp Andrea
Országos Meteorológiai Szolgálat

Konzulens:
Tóth Zoltán
Országos Meteorológiai Szolgálat

Belső konzulens:
dr. Breuer Hajnalka
ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Földrajz- és Földtudományi Intézet
Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2016

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1 A sugárzás leírásához használt főbb mennyiségek, törvények.....	5
2.2 Az UV sugárzás változása a légkörben	7
2.3 A biológiailag hatékony UV sugárzás	10
2.4 Az UV sugárzás előrejelzése és a lakosság tájékoztatása	12
2.5 Az ultraibolya sugárzás egészségügyi hatásai.....	13
2.6 Lehetőségek a napsugárzás káros hatásainak csökkentésére	15
2.7 A bőrrák és a szürke hályog kapcsolata az UV sugárzással	16
2.8 Az UV sugárzás veszélyeinek kommunikációja	17
3. Módszer	20
3.1 A kérdőív megalkotása és terjesztése	20
3.2 Globálsugárzás és UV-sugárzás mérések.....	22
3.3 A beérkező UV sugárzás számítása a globálsugárzásból	23
3.4 Az UV térképek előállításához használt módszerek és programok	25
4. Eredmények	26
4.1 Kérdőív válaszainak értékelése	26
4.2 Az „élő” Nap	31
4.3 Az UV sugárzás területi eloszlása	32
5. Összefoglalás	35
6. Köszönetnyilvánítás.....	36
7. Irodalomjegyzék	37
8. Függelék	39

1. Bevezetés

A légkör körülveszi a bioszférát, az élőlényekre – legyen az ember, állat vagy növény – hatást gyakorol. A klíma mindig is változott, de az utóbbi időben gyakorivá váltak a szélsőséges, korábban számunkra nem tapasztalt időjárási körülmények, egyre több olyan környezeti tényező változik, amire a szervezetünk nincs felkészülve. Az elektromágneses sugárzásnak is vannak élettani hatásai, ám az összes tartomány közül az ultraibolya sugárzásra koncentrálnak, hiszen ennek a hatásai érintik leginkább a Föld lakosságát. Sokan nincsenek tisztában ezekkel a veszélyekkel és a szükséges védekezési formákkal. A szakdolgozat célja ennek felmérése a magyar lakosságra tekintve, következtetések levonása, és az ibolyántúli-sugárzás hazai eloszlásának vizsgálata.

Az UV sugárzás vizsgálatának témakörében volt két Európai Unió COST projekt (European Cooperation In Science And Technology) [14 – COST 713] [15 – COST 726] és jelenleg is fut egy [16 – COST ES1207], amelyekben részt vett/vesz Magyarország. A COST 713 az UV sugárzás előrejelzésével foglalkozott (UV Forecasting), míg a COST 726 az UV sugárzás hosszú távú változásait vizsgálta Európában (Long Term Changes And Climatology Of UV Radiation Over Europe). Utóbbi egyik eredménye egy e-atlasz készítése volt Európára $1^\circ \cdot 1^\circ$ -os felbontásban, napi dózisosokra, 1958–2002-es idősakra. A COST ES1207 projektnek (EuBREWNet: Európai Brewer Hálózat) döntő fontossága van az egész világ UV sugárzás adatainak pontosításában. Ez egy műszaki jellegű, UV spektroszkópiai és UV spektrofotometriai fejlesztés, céljai: a jelenlegi legpontosabb, referencia UV spektrofotométer (Brewer spektrofotométer) optoelektronikájának az eddigieknél még részletesebb tesztelése; pontosságának, illetve a belőlük álló nemzetközi mérőhálózat pontosságának vizsgálatára új módszerek kifejlesztése; az új módszerek bevitele az operatív alkalmazásba.

A dolgozatban először bemutatjuk a sugárzás leírásához szükséges főbb mennyiségeket, törvényeket, ezek alapvető fontosságuk a folyamatok megértéséhez. Továbbá, bemutatjuk az UV sugárzás változásait a légkörben, hiszen az nem homogén módon történik, különböző okokból kifolyólag (pl. a klímaváltozás és antropogén hatások). Ezáltal a különböző területeken lakókat is különbözőképpen befolyásolja.

Az UV sugárzás különböző hullámhosszokon különböző módon hat az élő szervezetre, továbbá a biológiai rendszerek is eltérően reagálnak a különböző hullámhosszúságú sugárzásokra is. Emiatt került bevezetésre a biológiailag hatékony ultraibolya sugárzás, aminek jelentését áttekintjük a dolgozatban, hiszen ez az a tartomány, amiben a mi témakörünk érdekelt. Gondos odafigyelésre lenne szükség az egészségügyi hatások miatt, melyek éppen úgy lehetnek negatívak, mint pozitívak is, ezeket az 2.5 fejezetben taglaljuk.

A meteorológiáról sokan először az előrejelzésre asszociálnak. Az UV sugárzást is lehet

előre jelezni és az Országos Meteorológiai Szolgálat tájékoztatni is szokta a lakosságot a nyári félévben, ha különös körülményekkel kell lenni a veszélyes napsugárzás miatt.

Napjainkban a médiának nagy hatalma van, így fontos kérdés, hogy az ultraibolya-sugárzás káros vagy éppen kedvező hatásait hogyan lehetne kommunikálni a közéletbe. A káros hatások csökkentésére ismert lehetőségeket is taglalnunk kell, hiszen a mindennapi ember ismereteinek nagy részét innen, a médián keresztül szerzi be.

A népesség UV sugárzással kapcsolatos tájékozottságának felmérésére választott vizsgálati módszerünk egy kérdőív készítése és a beérkező válaszok feldolgozása volt. Az eredmények könnyebb bemutatására diagramokat készítettünk a válaszok eloszlásának ismeretében.

Az UV sugárzás eloszlásának vizsgálatához adatok összegyűjtésére volt szükség, amelyet az OMSZ mérőhálózatának köszönhetünk. Mivel az országban öt olyan pont van, ahol az UV sugárzás mérése történik, kellett egy módszert találnunk, amivel a globálsugárzási adatokból kinyerhetjük az ultraibolya sugárzást, ezek találhatóak az 3.3 fejezetben.

Az így megkapott adatsoron ezután interpolációs technikával jártunk el, hogy kirajzolhassuk az éves UV sugárzás összegének az eloszlását Magyarországra, ezt követően ezeket elemeztük is. Ezeknek a térképeknek az előállítását jelen pillanatig egyedülálló, korábban nem készültek ilyen térképek hazánkra.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A sugárzás leírásához használt főbb mennyiségek, törvények

A Naptól érkező energia a sugárzási energia vagy sugárzás, amely szinte egyedüli energiabevétele a földi légkörnek. Az elektromágneses sugárzás periodikus térhullámként terjed. Az elektromágneses hullámoknak nincs szükségük közegre a terjedéshez. (Bartholy et al., 2011).

A Planck-törvény adja meg bármely T hőmérsékletű test kibocsátott sugárzásának hullámhossz szerinti eloszlását:





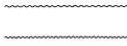


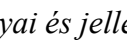
$$B(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 \left[e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1 \right]} \quad (1)$$

ahol λ [m] a hullámhossz, T [K] a hőmérséklet, c [m/s] a fénysebesség, $h=6,62 \cdot 10^{-34}$ Js az univerzális Planck-állandó és $k=1,3806 \cdot 10^{-23}$ J/K a Boltzmann-állandó. A Planck-függvény integrálásával megkapjuk egy adott hőmérsékletű test által kisugárzott teljes energiát. Minél nagyobb hőmérsékletű egy test annál nagyobb lesz az általa kisugárzott energia.

A $\frac{\partial B(\lambda, T)}{\partial \lambda} = 0$ feltételből levezetve kapjuk a Wien-törvényt, amelynek értelmében a Planck-függvény maximális értékéhez tartozó hullámhossz:

$$\lambda_m = \frac{a}{T} \quad (2)$$

ahol $a = 0,2897 \cdot 10^{-2}$ mK. Tehát minél nagyobb hőmérsékletű a forrás, annál inkább a rövidebb hullámhosszokon fog főként kisugározni [1–Légköri sugárzástan jegyzet]. A több ezer fok hőmérsékletű felszínű csillagok (a Nap is) főleg a látható tartományban sugároznak, míg pl. az emberi test felszíne (kb. 32 °C) vagy a Föld felszín főként a távoli-infravörösben. (Tóth, 2009). Az

sugárzás típusa	relatív hullámhossz	jellemző hullámhossz [m]	a fotonáram által szállított energia
rádióhullám		100	a hullámhossz csökkenésével növekszik 
televízióhullám		1	
mikrohullám		10^{-3}	
infravörös hullám		10^{-5}	
látható fény		$5 \cdot 10^{-7}$	
ultraibolya hullám		10^{-7}	
röntgen-sugárzás		10^{-9}	

1. ábra: Az elektromágneses sugárzás tartományai és jellemző hullámhosszai [13 – Meteorológiai alapismeretek]

ember praktikus céljai szerint (érzékelés, keltés) tartományokra osztotta az elektromágneses színeképet. A rövidebbtől a hosszabb hullámhosszig haladva megkülönböztetünk gamma-, röntgen-, ultraibolya-, látható-, infravörös- és rádió tartományt. Az ember benne él az elektromágneses térben, állandó kölcsönhatásban van azzal.

A meteorológiában az alábbi tartományok tanulmányozása fontos:

- ultraibolya sugárzás:
 - UV-C: 0,20–0,28 μm
 - UV-B: 0,28–0,32 μm
 - UV-A: 0,32–0,38 μm
- látható sugárzás: 0,38–0,76
- infravörös tartomány: 0,76–4 μm (közele), 4–100 μm (távoli). [1–Légköri sugárzástan jegyzet]

Az energiát az elektromágneses sugárzás szállítja, többféle mennyiség használatos a sugárzás leírására. Ezek közül számunkra a következők a fontosabbak.

A sugárzási energiának (dE) Joule a mértékegysége, mivel ez egy fajta energia, amit a sugárzás transzponál. Ha az egységnyi időben transzponált sugárzási energiának vesszük a felszíni integrálját akkor a sugárzási áramot kapjuk (f) [W]:

$$f = \frac{dE}{dt} = \int_A F dA, \quad (3)$$

ahol F a sugárzási áramsűrűség vagy irradiancia. [1–Légköri sugárzástan jegyzet].

A radianciát (spektrális intenzitás, monokromatikus intenzitás) (I_λ) az adott hullámhosszon, adott térszögben, egységnyi területre érkező teljesítménysűrűségként értelmezzük. Ennek integrálja adja a radianciát (I), ahol mértékegységként $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$ használatos:

$$I = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_\lambda d\lambda \quad (4)$$

A fekete testek teljes mértékben elnyelik a beeső sugárzást, ám velük ellentétben a nem fekete testek (mint például a gáz közegek is, amilyen a légkör) csak egy részét. Azonban a nem fekete (realisztikus) testek viselkedése értelmezhető a fekete testre levezetett sugárzási törvényekkel. E célból érdemes bevezetni a monokromatikus emissziót (ϵ_λ), ami a monokromatikus irradiancia és a fekete test által kibocsátott sugárzásnak aránya adott hullámhosszon:

$$\epsilon_\lambda = \frac{I_\lambda(\text{kibocsátott})}{B_\lambda(T)} \quad (5)$$

Továbbá hasonló módon vezettük be a monokromatikus abszorpciót (α_λ), reflektanciát (R_λ) és transzmissziót (T_λ), amelyek a beeső monokromatikus irradiancia elnyelési, visszaverési vagy továbbítási arányát fejezik ki (Wallace & Hobbs, 2006):

$$\alpha_\lambda = \frac{I_\lambda(\text{elnyelt})}{I_\lambda(\text{beeső})} \quad (6)$$

$$R_\lambda = \frac{I_\lambda(\text{visszavert})}{I_\lambda(\text{beeső})} \quad (7)$$

$$T_\lambda = \frac{I_\lambda(\text{transzmittált})}{I_\lambda(\text{beeső})}. \quad (8)$$

2.2 Az UV sugárzás változása a légkörben

A sugárzásátvitel az a kölcsönhatás, ami az elektromágneses sugárzás és azon közeg részecskéi között jön létre, amelyben a sugárzás terjed (esetünkben a légkör). A légköri sugárzási mező három forrása: a Nap, a Föld felszíne és a légkör. A légköri sugárzásátvitelt bonyolítja, hogy a sugárzási mező térben- és időben változik. A radianciát három főbb folyamat változtathatja meg: az emisszió (a közeg saját sugárzáskibocsátása), az abszorpció (a közeg sugárzáselnyelése) és a szórás (a sugárzás haladási irányának megváltozása). Ha meghatározzuk a közeg egy tetszőleges pontjában, tetszőleges irányból beérkező radiancia spektrális sűrűségét, és annak megváltozását a pont kis környezetében, akkor megoldottuk a sugárzásátviteli feladatot. A közeg egy tetszőleges pontjában adott irányba haladó sugárzást a fenti három folyamat egyszerre növeli és csökkenti is. Az adott pontban növekedést okoz a közeg emissziója, amelyet a forrásfüggvény segítségével határozhatunk meg, illetve a más irányokból az adott irányba hozzászórt radiancia. Ugyanakkor csökkenést okoznak a szóban forgó pontbeli abszorpció és a szórás miatt más irányokba továbbhaladó fotonok. A sugárzási mezőt a Schwarzschild-féle integro-differenciálegyenlet írja el, a feladat megoldása ennek megoldását jelenti adott hullámhossz felbontással minden egyes hullámhosszra (azaz ún. „line-by-line” módon), adott felbontással a közeg (légköri sugárzásátvitel esetén a légkör) minden egyes rétegére, az összes abszorbens és szórórészecske figyelembevételével, amelyek mennyisége és vertikális profilja ismert az adott problémában. (Miskolczi & Tóth, 2006)

Szórt sugárzásról akkor beszélünk, ha a beeső sugárzás iránya és polarizáltsága diszperz közeggel történő kölcsönhatás következtében megváltozik. Ilyenkor energiája változatlan marad. Ezek a karakterisztikák minden létrejövő kölcsönhatás során megváltoznak, ezért beszélhetünk egyszeri és többszöri szórásról is [1–Légköri sugárzástan jegyzet]. A szórt sugárzás tulajdonságai nagymértékben függenek a részecske méretétől és a sugárzás hullámhosszától: minél nagyobbak a szóró közeget alkotó részecskék, annál lassabban változik meg a szórás erőssége a hullámhosszal; és annál jelentősebb, minél rövidebb a szóró közegen áthaladó sugárzás hullámhossza (azaz minél nagyobb az energiája). Ezért az UV tartományban a szórás jelentősebb mértékű, mint a látható- vagy infravörös-tartományban (Tóth, 2009). Ha a napsugárzás molekulákon szóródik, amelyek sokkal kisebb méretűek, mint a hullámhossz ($r \ll \lambda$), akkor Rayleigh-szórásról beszélünk. Lorenz és Mie egymástól függetlenül írták le a sugárzás olyan fajta szóródását, amely aeroszol részecskéken történik ($r \geq \lambda$), így (Lorenz-)Mie-szóródásként emlegetjük. A légköri molekulákon Rayleigh-szóródás következik be, az emberi szem ezért látja kék színűnek az égboltot, ám a felhőelemek mérete összemérhető a napsugárzás hullámhosszával, ez okozza a felhők fehér színét. (Liou, 2002, Andrews, 2010)

A napsugárzás elnyelés (abszorpció) révén is gyengül. A különböző gázok hullámhosszonkénti abszorpciója gázzal gázra más és más. Az abszorpcióval és emisszióval keletkező sugárzás spektruma diszkrét, azaz vonalas szerkezetű, mivel az elektronok energiája, valamint az abszorbeált vagy emittált sugárzás energiája is diszkrét. A spektrumvonalak az elektronok egyes energiaállapotok közti átugrása eredményeként jönnek létre. Az átmenetek típusai az atomok, molekulák állapotát leíró jellemzőkkel függenek össze. Azok az állapotok a meghatározók, amelyek az atomok, molekulák elektronehéjait jellemezik, továbbá a vibrációs és rotációs mozgásokhoz kapcsolódó állapotok. Az elektron átmenetekhez kapcsolódó sugárzás energiája a legnagyobb, az így keletkező sugárzás hullámhossza az UV és a látható tartományba esik. A közeli- és a távoli-infravörös tartományba esik a vibrációs és a rotációs átmenetek során keletkező sugárzás. [1–Légköri sugárzástan jegyzet]

Az ózon (O₃) három oxigén atomot tartalmazó molekula, amely oxidatív, instabil, toxikus gáz. Azonban nélküle nem alakulhatott volna ki élet a Földön, ugyanis elnyeli a bioszférára káros nagyenergiájú UV sugárzás legnagyobb részét. Az ózon jelentős abszorbens az infravörös tartományban is, így fontos üvegházgáz is. A légköri ózontartalom 10%-a a troposzférában található. A többi része a felsőbb légrétegekben, de túlnyomó része a kb. 15–25 km magasságú tartományban, ezt nevezik ózonrétegnek vagy ózonpajzsnek. Ennek oka a keletkezési mechanizmusa. Légköri keletkezésére Sydney Chapman találta meg a magyarázatot 1930-ban. Elmélete a következő fotokémiai folyamatot jelenti.

Az ózon keletkezése és fogyása a természetben egy állandó körforgás, melyhez egy oxigén atom (O), oxigén molekula (O₂) és egy katalizáló anyag (M) szükséges:



Ahhoz, hogy egyatomos oxigén jöjjön létre 242 nm-nél rövidebb hullámhosszú sugárzás szükséges (ahol h a Planck-állandó, ν pedig a foton frekvenciája):



Hasonlóan az ózon molekula kötése nagy energiájú napsugárzás hatására egy oxigén molekulává és egy oxigén atommá bomlik. Mivel az ózonban található kötések kisebb energiájúak, mint ami az oxigén molekulában található, ezért kisebb energia is elég a felbomlásukhoz (240–320 nm):



A (9) és (11) reakció kevesebb, mint 100 s alatt megy végbe a sztratoszférában. Összesítve a folyamat során az UV sugárzás felbontja az ózon molekulát, amely oxigén atommal reagál, így két oxigén molekulát hoz létre. A kötések felszakadásával energia szabadul fel, így melegítve a sztratoszférát és csökkentve a felszín felé tartó UV sugárzást:



Ez a folyamat az ózon fentebb említett vertikális eloszlására is magyarázatul szolgál. Ahogy az „ózon gyártó” UV-C fotonok egyre lejjebb jutnak a légkörben, egyre több oxigén-molekula áll rendelkezésre az ózonképzéshez, így az ózonképződés hatékonysága nő. Lefelé haladva azonban egyre csökken az UV-C fotonok száma, így hiába nő az oxigén-molekulák mennyisége, az ózonképződés hatékonysága csökkenni fog. Ezért jön létre egy magasságtartomány, ahol a két feltétel (az UV-C fotonok és az oxigén) optimális mennyiségben van jelen. Ám az 1960-as években rájöttek, hogy a Chapman-mechanizmussal számolt ózonmennyiség túl magas a mérthez képest. A megoldást az a katalitikus reakció jelentette, amelyben egy katalizáló anyag (X= H, OH, NO, Cl, Br vagy F) több ózonmolekula bontására is képes [2 – Levegőkémia jegyzet]:



Ezeknek a katalizáló anyagoknak a mennyisége az 1980-as évektől antropogén hatások következtében kezdett megnövekedni. 2003-as felmérés szerint az ózon lokális elvékonyodása elkezdett csökkenni, ami valószínűsíthetően a CFC gázok kibocsátásának megszűnésének köszönhető. (Wallace & Hobbs, 2006)

Az előbbieket szerint, alacsonyabb ózontartalom mellett magasabb az UV besugárzás mértéke. A RAF (Radiation Amplification Factor, sugárzás-erősítési tényező) azt mutatja meg, hogy 1% ózontartalom-csökkenés hány százalékos UV besugárzás növekedéssel jár együtt. A spektrális RAF-ot (SRAF) egy adott hullámhosszra számítjuk, nem a teljes UV sugárzásra, ez a mérőszám ad képet arról, hogy az eddig elhanyagolhatónak tartott hullámhosszokon beérkező UV dózis többszörösére nőtt az elmúlt években. (Tóth et al., 2008)

A légkör felfelé haladva egyre ritkább, és a szennyezőanyagok nagy része elsősorban az alsóbb rétegekben helyezkedik el. Ezekből az következik, hogy nagyobb tengerszint feletti magasságokban erősebben vagyunk kitéve az UV-sugárzásnak. Például 1000 méteres magasságban már 10%-kal nagyobb UV besugárzás éri a bőrünket, mint a lakott területeken általában. (Tóth et al., 2008)

A Föld felszínére érkező sugárzás egy részét a talaj elnyeli, a többit reflektálja, ez a visszaverő-képesség a felszín fajtájától függ (víz \approx 10%, friss hó \approx 80%). A homokos vízparton tartózkodók UV sugárzásnak való kitétségét a homok 25%-os albedója növeli tovább, ugyanis a víz 10 cm mélységéig már csak a sugárzás 95%-a jut be, míg 3 méter mélységig már csak 50%. (Tóth et al., 2008)

A felszínt elérő intenzitás függ a napsugarak beesési szögétől. Az alacsonyabb szélességek felé nő a besugárzás.

A Nap horizont feletti szögmagassága az év folyamán periodikusan változik, nyáron

magasabban delel, mint télen, ezáltal a napmagasság is hatással van a besugárzásra. Továbbá, a Nap aktivitás 11 éves ciklusa során a mágneses terével kapcsolatban lévő napfoltokkal való borítottság változik. A napfoltok a Nap fotoszférájánál közelítőleg 1000 K-nel hidegebb területek. A napaktivitás maximumának idején a Nap felszínén több napfolt van, a sugárzási törvények következtében pedig, az alacsonyabb hőmérsékletű test kevesebb energiát sugároz, így a napkorong Földről mért átlaghőmérséklete alacsonyabb lesz, azaz a teljes kisugárzása is. Azonban ezzel párhuzamosan egy ellentétes hatás is létrejön: szűk hullámhossztartományon a kilépő sugárzás intenzitása megnövekszik. Ez utóbbi hatás erősebb, így a napaktivitás maximumának idején az átlagosnál egy kissé erősebb UV sugárzás éri a Föld felszínét, azonban ez nem számottevő.

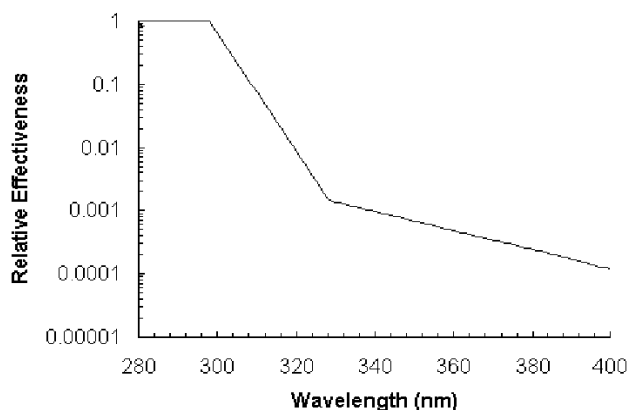
A felhőzetnek is van természetesen gyengítő hatása, de ez eléggé komplex, abszorbeálja és szórja a sugárzást, hatása első sorban nagyobb borultságok idején válik számottevővé. Egyes felhőfajták különböző módon módosítják a földfelszínre érő sugárzást. Egy zárt felhőzet csökkenti a besugárzást, ám 10–30%-os borultság idején (nagyobb eséllyel 30°-nál alacsonyabb napmagasság esetén) az UV-B sugárzás erőssége meghaladja a derült ég esetén mérhető sugárzásmennyiséget. (Tóth *et al.*, 2008)

A Föld felszínét kevesebb UV-B sugárzás éri, mint UV-A, és sokkal változékonyabb is annak intenzitása és eloszlása. Körülbelül tizenötször annyi 320–380 nm hullámhosszú UV-A éri a felszínét, mint 280–320 nm-es UV-B. A legtöbb UV-B sugárzás az Egyenlítő környékét éri, illetve a magasabb, szárazabb régiókat (pl. a Tibeti-fennsíkot). A Föld felszínét elérő sugárzást több tényező befolyásolja. Már a 18. században John Mitchell megállapította, hogy a naptevékenység, a földrajzi szélesség és az emberi bőr pigmentációja kapcsolatban vannak, majd a 20. század második felében ezt még inkább pontosította Samuel Stanhope Smith, amikor kimutatta, hogy a pigmentáció erősen korrelál az ultraibolya sugárzással. (Jablonski *et al.*, 2010)

2.3 A biológiailag hatékony UV sugárzás

Ahhoz, hogy meg lehessen állapítani, milyen hatással van az elektromágneses sugárzás az élő szervezetre, pontosan meg kell mérni a beeső sugárzás mértékét, és ismerni kell az adott szervezet érzékenységét a vizsgálandó hullámhosszra. A biológiai rendszerek nem egyformán érzékenyek a sugárzásra az érzékenységi tartományukon. Az érzékenység hullámhossz szerinti eloszlását akciós spektrumnak hívják. Például az emberi szem a zöld színre a legérzékenyebb, 550 nm környékén, ugyanígy a bőr is érzékenyebb az UV tartomány bizonyos hullámhosszaira. A bőrpírért (erythema) az UV-B sugárzás a felelős, az UV-A, amely borult időben és télen is eléri a felszínét, a bőr mélyebb rétegeibe behatolva, hosszabb távon okozhat károsodást. (Tóth *et al.*, 2008)

Az UV sugárzás biológiai hatékonyságát legegyszerűbben a bőrön keresztül lehet bemutatni,



2. ábra: McKinlay-Diffey-féle erythema akciós spektrum függvény, x-tengely: hullámhossz [nm], y-tengely: relatív hatékonyság
https://www.researchgate.net/figure/262068230_fig1
 Figure-1-Standard-erythemal-action-spectrum-adopted-by-the-Commision-Internationale-de

mivel ez van kiteve közvetlenül az UV sugárzásnak. Erythema Akciós Spektrumnak nevezzük az emberi bőr hullámhossztól való függését, ezt a függvényt McKinlay és Diffey írta le 1987-ben (2. ábra). Ha az adott hullámhosszon beérkező irradianciát, megszorozzuk az erre a hullámhosszra érvényes érzékenységi értékkel, megkapjuk a biológiailag hatékony dózist. Ha ezt összegezzük az egész UV tartományra, akkor

kapjuk a teljes effektív dózist. A bőrérzékenységnek erős a hullámhosszfüggése, 330 nm-en csak ezred annyira érzékeny, mint a 30 nm-rel rövidebb hullámhosszú sugárzásra. Ezért

van, hogy a rövidebb hullámhosszú, nagy energiájú sugárzás, már gyenge intenzitás esetén is komoly roncsoló hatással rendelkezik.

A bőrre hatékony UV sugárzás mértékegysége a MED/h (óránkénti minimális Erythema dózis), 1 MED/h az effektív UV dózis, ami egy addig UV sugárzásnak nem kitett bőrön 1 óra alatt okoz szabad szemmel látható bőrpírt folyamatos és egyenletes besugárzás esetén. Ha az effektív dózis 2 MED/h, akkor a bőrpír fél óra besugárzás után jelentkezik. A bőr UV sugárzásra való érzékenysége a népességben belül bőrtípusonként változik, de még az adott bőrtípuson belül sem teljesen ugyanaz egyedről egyedre (Tóth et al., 2008). A személyenként változó pigmentáció miatt az UV sugárzásra való érzékenység nem azonos mindenkinél. 1 MED értéke az európai populáción belül 200–500 J/m²-es tartományon mozog. Az emberi bőrt védekezőképesség szerint négy fő csoportba szokták sorolni [3 – UV Index for the Public], (Tóth, et al., 2008):

- I. Soha nem barnul le, hamar jelentkezik a bőrpír, vörösés haj, kék szem.
1 MED=200 J/m²
- II. Könnyen leég, nagyon nehezen barnul, világos haj, zöldes-kék szem
1 MED=250 J/m²
- III. Jól barnul, csak intenzív napsugárzásban ég le, sötétszőke vagy barnás haj.
1 MED=350 J/m²
- IV. Könnyen barnul, ritkán ég le, sötét haj és szem.
1 MED=450 J/m²

2.4 Az UV sugárzás előrejelzése és a lakosság tájékoztatása

Az UV sugárzás erősségének tájékoztatására az UV Index (UVI) használatos az egész világon. Eredetileg minden ország különállóan határozta meg és használta a lakosság informálására, ám a WHO (World Health Organization), a WMO (World Meteorological Organization), az UNEP (United Nations Environment Programme) és az ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation) egységesítette [3 – UV Index for the Public]. Az UVI a bőrre ható UV dózis mennyisége, amely a mindennapi ember számára is könnyen érthető skálán alapul. Ez az érték az effektív besugárzásból számítható: a W/m^2 -ben megadott értéket meg kell szorozni 40-nel. Például $0,2 W/m^2$ effektív irradianciának, 8-as UV Indexnek felel meg. Alacsonyabb szélességeken 10 fölötti értékek is előfordulnak, míg a Kárpát-medencében nagyjából tízig tartó skálán mozognak az értékek. (Tóth *et al.*, 2008)

Korábban nem volt igény az UV sugárzás előrejelzésére, az alapkutatásokat leszámítva. Az UV sugárzás pontos detektálása gondot okoz, mivel, egyrészt a nagyobb energiájú sugárzások fotonjai roncsolják az érzékelőket, másrészt a mérendő irradianciák alacsony volta több megoldandó mérés technikai problémát vet föl, így a megbízható mérés igen drága. Ezért korábban nem folyt sehol a világon az UV sugárzás folyamatos monitorozása, mindössze eseti vagy rövid ideig tartó mérések történtek. Ám az ózonprobléma és az UV sugárzás élettani hatásainak megismerésével elkerülhetlenné vált az állandóan működő, nagy pontosságú méréseket végző hálózatok kiépítése. Az Országos Meteorológiai Szolgálat az egész világot tekintve is az első intézmények közé tartozik, ahol operatíván működő UV sugárzás monitoring hálózatot létesítettek. A mérőhálózat 1994-ben kezdte meg működését négy mérőállomással. Az ötödiket jóval később, 2009-ben installálták. Az Országos Meteorológiai Szolgálat az UV sugárzás operatív előrejelzését is az elsők közt kezdte, 1995-ben. Az előrejelzés alapjait Kanadában fejlesztették ki (Tóth, *et al.*, 2008); a világon ezt a módszert alkalmazzák, a helyi sajátosságokat is figyelembe véve.

Az előrejelzés azt jelenti, hogy az UV-B sugárzás másnapi várható maximális értéke egy számítási modell segítségével adható meg, UV Index-egységekben megadva. A modell a másnapra várható maximális UV Index területi eloszlását adja meg hazánk területére. A számítás két lépésben történik. Első lépésben a csillagászati geometria (Nap-Föld pozíció) és az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kifejlesztett ózon előrejelző módszer segítségével meghatározott másnapra várható ózontartalom figyelembevételével derült esetre és sugárzásátbocsátás szempontjából átlagosan tiszta légkörre történik meg az UV Index kiszámítása. Második lépésben a rácspontonkénti előrejelzett borultságnak és felhőtípusnak megfelelő szorzófaktorral (CMI = Cloud Modification Factor) történő korrekció, valamint az átbecsátási tényező kerül bele a számításba.

A várható ózontartalom a sztratoszféra hőmérsékleti profiljából, azaz két adott magassági

szintjének potenciális hőmérséklete között és a légoszlop teljes ózontartalma közt parametrizációval meghatározott kapcsolat alapján, egy tapasztalati modell szerint becsülhető. A légkör sugárzásátbocsátási állapota leginkább a szennyezettségtől függ, ennek a hatása a végeredményre jóval kisebb, mint a felhőzeté vagy ózontartalomé, az előrejelzési modellben megadása nehezen kivitelezhető, mert nem áll rendelkezésre elég pontos előrejelzés. [3 – UV Index for the Public] (Tóth, et al., 2008)

Az UV-sugárzás előrejelzés május 1-jétől szeptember 30-ig tart. Az OMSZ és az ÁNTSZ UV figyelmeztetést ad ki a lakosság számára, ha a másnapra várható maximális UV Index eléri a 7,5-t (1) legalább az ország területének 50%-án, vagy (2) a Dunántúl vagy a Dunától keletre eső területek valamelyikének 75%-án. [4 – OMSZ humánmeteorológia]

2.5 Az ultraibolya sugárzás egészségügyi hatásai

A Napból érkező UV sugárzás az emberre a bőrön és a szemén keresztül fejt ki pozitív vagy negatív hatását, hiszen ezeket éri közvetlenül. Extrém esetekben a bőr veszít rugalmasságából, értágulatok, ércsomók, festékfoltok, szaru megvastagodások és akár rosszindulatú daganatok (pl. melanoma) is létrejöhetnek. (Tóth et al., 2008) Ám normál dózisban kapott UV sugárzás kedvező, hiszen nélkülözhetetlen a D-vitamin termelésben, továbbá olyan betegségek kúrálásánál – természetesen orvosi felügyelet alatt –, mint az angolkór, pikkelysömör, ekcéma vagy sárgaság. (Gao et al., 2010)

Amikor az ultraibolya sugárzás áthatol a bőrön, az epidermiszben és a dermiszben fotolitikus reakció eredményeként alakul ki a D₃-provitamin. Ez a reakció csak akkor jön létre, ha 280–320 nm (UV-B) hullámhosszú sugárzás éri a testet, a provitaminból hő hatására D₃-vitamin keletkezik. A D₃-vitamin részt vesz az endokrin-rendszer szabályzásaiban és olyan egyéb biológiai folyamatokban, mint a veleszületett immunválasz, a csontanyagcsere, a kalcium felszívódása. Magasabb szélességeken, ahol kevesebb a napsütéses órák száma, már régebben felismerték a D-vitamin kapcsolatát a napfénnel, hiszen kevesebb napfénytartalom mellett csontritkulás (angolkór) és egyéb autoimmun betegségek, például 1-es típusú cukorbetegség alakult ki. (Jablonski & Chaplin, 2010)

A látható hullámhossznál rövidebb hullámhosszúságú, azaz nagy energiájú sugárzások (röntgen, gamma és UV) roncsoló hatással vannak az élő szervezetekre. Ez abban nyilvánul meg, hogy megváltoztatják, illetve roncsolják az örökítőanyag szerkezetét, aminek következtében a biológiai rendszer nem tud megfelelően működni. Az UV sugárzás hidrogénkötéseket, kénhidakat képes felbontani, ezzel megváltoztatva a fehérjék térszerkezetét, így azok nem tudják enzim funkciójukat betölteni. A nagy energiájú fotonok nemcsak kötések felbontására, de azok

létrehozására is képesek, így jönnek létre a dimerek (két molekulából keletkezett nagyobb molekula). Ezek a mutánsok megzavarják a sejtosztódás menetét, mivel sem ez a sejt, sem utódsejtjei nem lesznek képesek az érintett DNS-szakasz által kódolt fehérjét előállítani. Ez a hatás akár ki is használható víztisztításkor vagy az UV sugárzás biológiai hatásának meghatározására. (Gao et al., 2010)

A sűrű szőrzettel fedett emlősök ezzel (is) tudnak védekezni számtalan fizikai, kémiai és biológiai kihívás ellen, amit a környezet produkál. Ezzel szemben az emberi testet nem fedi számottevő szőrzet, a bőr több százezer éve meztelen, ez az egyetlen felület testünk és a környezet között. A bőr barnulása elsősorban az UV-B sugárzás következménye. Ha a szabad bőrünket napsugárzás éri, védekező reakció indul meg, kétféle mechanizmussal. A kültakaró legfelső rétegében lévő melanin nevű festékanyag kezd termelődni, ami elnyeli az UV sugárzást, így megvédi az alsóbb, érzékenyebb bőrrétegeket. A bőr azonnal elkezd pigmentálódni (IPD, Immediate Pigment Darkening), sötétebb bőrszín az eredmény. A másik válasz a késleltetett pigmentáció (DTR, Delayed Tanning Reaction), ami szürkés-barna színt ad, ez a reakció még kevésbé ismert a tudomány számára, de valószínűsíthető, hogy magában foglalja a sejtek térbeli átrendeződését, azaz a melanint újra elosztja többfelé a bőr felszínén. A pigmentációval a bőr ellenálló képessége 10-szeresére is megnőhet, míg a szaruréteg megvastagodása 4-szeres védelmet biztosít. (Jablonski & Chaplin, 2010)

A fejlődésben lévő szervezet sokkal érzékenyebb. Az alapvető funkciók, mint például az immunrendszer még nem fejlődött ki teljesen, a környezeti ártalmak, így a túlzott UV sugárzás is gátolja a normális fejlődést. Mivel a gyermekek szívesen tartózkodnak a szabadban, ezért az embereket érő UV besugárzás 80%-a 18 éves koruk előtt éri őket.

A bőr öregedése 80–90%-ban fényöregedés (a maradék hányad genetikus). Ha a bőr kivörösödik, az gyulladást jelent, ilyenkor intenzívebbé válik a vérkeringés, a hajszálerek kitérülnek, hogy fokozzák a nedvesítőanyagok szállítását, ám ez maradandó értágulathoz is vezethet. A bőr ráncosodik, pigmentfoltok alakulnak ki rajta, károsan vízhiányossá válik, csökken a faggyútermelés, az elasztin szint - ami a rugalmasságért felel - és a kollagén szint - ami pedig a feszségért. A bőr immunrendszere gyengül, ami a szervezet első védelmi vonala, csökken a sejtosztódás, lassul a bőr megújulása, sejtdegenerálódás alakul ki, fokozódik a szabadgyök képződés, a DNS-lánc megsérülésével pedig bőrrák alakulhat ki. (Tóth et al., 2008)

Az UV egyik további hatása, hogy csökkenti az emberben a folsav szintet. A folsav, hétköznapi nevén B₉-, vagy M-vitamin. Fontos szerepe van a szervezetben, részt vesz a gének működésének szabályozásában, fehérjék és ingerület-átvivő anyagok szintézisében, az aminosavak és nukleinsavak anyagcseréjében, DNS-replikációban, sejtek osztódásában, főleg a gyors osztódásnál (például egy embrió esetében). Továbbá fehér-, és vörösvértesteket, illetve

vérlemezkéket képez. Hiánya az imént említett folyamatok rendellenes működéséhez vezet, úgy mint vérszegénység, idegrendszeri rendellenességek és velőcső záródási problémák. Ezek pedig összefüggenek az UV sugárzással, mivel ennek következtében a folsav kicsapódik a szervezetből. A hatás erős, a terhesség első heteiben végzett intenzív napozás vagy szolárium használat következménye lehet a nyitott gerinc vagy velőcső záródás. (*Jablonski & Chaplin, 2010*)

A túlzott UV sugárzás sejtpusztító hatása az immunrendszer esetében is jelentkezik. A nagy energiájú fotonok a mechanizmusokban résztvevő szerveink részeit károsítják, tehát gyengítik az immunrendszert. Az evolúció során az emberi szervezet alkalmazkodott egy bizonyos mennyiséghez, és lassú, klimatikus változás során továbbra is tudna alkalmazkodni, ám az elmúlt néhány évtizedben túl gyors volt a változás a szervezet válaszreakciójához képest.

A napsugárzás a bőrön kívül a szemet éri még közvetlenül, de ezen kívül más sugárzásforrások is érik, például egyes típusú lámpák, hegesztési fény, szolárium. Az UV-B és UV-C sugárzás legnagyobb részét a szaruhártya nyeli el, így ebben a rétegben okozhat panaszokat. A szaruhártya hámrétege fellazul, kisebb hámsiányok lépnek fel sejtpusztulás következtében, ám ezek a panaszok megfelelő kezeléssel 1–2 nap alatt megszüntethetők. A leghatásosabb védőeszköz a megfelelő szűrőképességű védőszemüveg. Nem elég a sötétített szemüveg, ez még károsabb hatást fejt ki, ugyanis a sötétben kitágul a pupilla, így még több UV sugárzás éri a szaruhártyát. (*Tóth et al., 2008*)

2.6 Lehetőségek a napsugárzás káros hatásainak csökkentésére

Az élő szervezet az UV besugárzásra a pigmentanyagok termelésével, UV elleni védőszövetrétegek fejlesztésével válaszol. A védekezés mértéke genetikailag meghatározott, egyénfüggő. A nyár előrehaladtával mindenkinek csökken a védettsége az UV kumulatív jellegű hatása miatt, ám hogy ez a védettség mennyivel csökken, az egyénenként változik.

Ajánlatos követni az Országos Meteorológiai Szolgálat által kiadott UV Indexet és betartani a javasolt viselkedést. Ha elkerülhetetlen a napon tartózkodás, akkor ajánlatos a sugárzásnak kitett testrészeket lefedni, ezért szalmakalap vagy könnyű póló használata javasolt, vagy vízparton napernyő. Ha ezek nem megoldhatók, csak akkor ajánlatos fényvédő krémeket használni, amelyek csökkentik a sugárzás káros hatásait. Azt, hogy mennyi ideig véd a krém a leégéstől, a fényvédő faktora (Sun Protection Factor) mutatja meg, ugyanis ez azt jelenti, hogy a bőrpír kialakulásához szükséges idő kb. annyszorosára növekszik, amennyi a faktorszám. (*Tóth et al., 2008*) A fényvédő krémeket két csoportba sorolhatjuk: fizikai és kémiai fényvédők. A kémiai elnyeli, a fizikai pedig visszaveri a sugárzást. A fizikai fényvédők olyan természetben is előforduló szervesetlen vegyületeket tartalmaznak (titán-dioxid, cink-oxid), amelyek a visszaverik az UV sugárzást, ezzel szemben a

kémiai fényvédőkrémek felszívódnak a bőrben és elnyelik a sugárzást, amit szerves vegyületekkel érnek el pl.: benzofenonok. (Latha et al., 2013)

2.7 A bőrrák és a szürke hályog kapcsolata az UV sugárzással

A bőrrák és a szürke hályog kapcsolatának vizsgálata az UV sugárzással nehézkes, mivel nem áll rendelkezésre hosszú időszakra visszamenően adatsor, ezért a betegségek kapcsolatát az sztratoszférikus ózonnal vizsgálták. Annak ismeretében, hogy a borultság a tapasztalat szerint nem változott jelentős mértékben, mondhatjuk, hogy az UV sugárzás hosszú távú trendjét az ózontartalom határozza meg, semmi olyan egyéb hatást egyelőre nem ismerünk az ózon csökkenésén kívül, ami az UV besugárzás növekedése és a drasztikusan megemelkedett bőrdaganatos betegségek háttérében állhat. A daganatos megbetegedések 40%-át a bőrrák teszi ki az I. vagy a II. bőrtípusba tartozó populáció esetében. (Tóth et al., 2008)

A daganatos megbetegedések előfordulásában nagy különbségek tapasztalhatók földrajzi helyzet, rasszok és szociális-gazdasági fejlettség alapján. Bizonyos csoportokra, térségekre jellemzők lehetnek egyes betegségek (Tompa, 2011). Az UV sugárzást egy szelektív erőnek is tekinthetjük a földi evolúcióban. Az egyenlítői Afrikát bő UV-A és UV-B sugárzás éri egész évben, így itt a nagy ultraibolya sugárzás következtében kiszelektálódtak az alacsony pigmentált egyedek, és a tartósan magas pigmentált bőr győzedelmeskedett, ami növelte az melanin termelést válaszul a sugárzásra. Ahogy az emberek kivándoroltak az emberiség bölcsőjéből, az afrikai kontinensről, jelentős változást tapasztaltak az ultraibolya sugárzásban, a sugárzásnak kitett időtartam és az intenzitása is visszaesett. Mára az egész világot figyelembe véve a legtöbb megbetegedés Ausztráliában történik, ugyanis az itt élő fehér bőrű lakosságnak (akik nem őslakosok, hanem a gyarmatosítók leszármazottjai) a bőre mediterrán/szubtrópusi besugárzási viszonyoknak van kitéve. Fölfoghatjuk úgy is, hogy a bőrrák egyik következménye az emberi migrációnak, hiszen így a csoport távol kerül „ősi hazájától“, attól a területtől, amelynek besugárzási viszonyaihoz bőre hozzászokott az evolúció során. (Jablonski & Chaplin, 2010; Tompa, 2011)

A bőrrák a nemzetközi halálozási statisztikákban kevésbé játszik szerepet, mert időben felismerhető, viszonylag jól gyógyítható daganatról van szó, viszont a megbetegedések számát számon tartják (Tompa, 2011). Hazánkban erős növekedés figyelhető meg, 1975-ben 3350 új bőrrák-esetet regisztráltak, 1990-ben már 6420-at (Tóth et al., 2008). 2008-ban a harmadik leggyakoribb rákbetegség a férfiak és nők körében egyaránt a bőrrák (3072 férfi és 3307 női új beteget jelentettek) (Tompa, 2011). Az ózoncsökkenésért felelős halogénezett szénhidrogének átlagos légköri tartózkodási ideje 50–150 év, így a nemzetközi egyezmények betartásának

eredményeként – ha nem jelentkezik idő közben egyéb ózonkárosító jelenség – akkor legkorábban 2100 körül állhat vissza nagyjából az 1985-ös szintre (Tóth *et al.*, 2008) [5 – Levegőkörnyezet és emberi tevékenység]. A teljes ózontartalom mértékegysége a Dobson Egység (DU). A Dobson Egység 1000 atmcm-rel egyenlő. 1 atmcm azt mutatja meg, hogy az adott légköri gáz milyen vastag réteget képezne a Föld felszíne körül 1013,25 hPa nyomáson és 0 °C hőmérsékleten. A sztratoszféra ideális ózontartalma hozzávetőlegesen kb. 300 DU, de jelentősen függ a földrajzi szélességtől. [2 – Levegőkémia jegyzet].

2.8 Az UV sugárzás veszélyeinek kommunikációja

A modern embert rengeteg inger éri, természetesen az lenne a legjobb, ha minél többen racionális alapon tudnák megítélni az UV sugárzás kedvező és káros hatásait, valamint azt, hogy melyek a legmegfelelőbb védekezési módszerek a kedvezőtlen eredmény elkerülésére. Ám egy összetett, tudományos témában, bonyolult jelenségekkel és nagy bizonytalanságokkal terhelt területen nem reális, hogy magas szintű tájékozottságot várjunk el az emberek többségétől. A társadalom igényli az iránymutatást, az emberek viselkedését jelentősen befolyásolják a társadalmi normák, a Naphoz való viszonyukat is ezek alakítják, amelyeket jelentős mértékben formálja a tudomány, vallások, de napjainkban egyre inkább a média.

A jelenségek egy része közvetlen információ alapján nem ismerhető meg, hanem csak kommunikációs csatornákon keresztül. A világháló kimeríthetetlen forrása az információnak, ám a legtöbbször nem áll módjukba elegendő időt és energiát fordítani az UV sugárzással kapcsolatos kérdések – és sok más környezeti kérdés – megismerésére, hogy megalapozott véleményt alakíthassanak ki. [6 - Környezeti kommunikáció] Így a 21. századi ember értesüléseinek egyre nagyobb részét a médiakommunikáción keresztül kapja, az emberek kiszolgáltatottá válnak a tömeghíreknek, miközben a média döntéshozóinak felelőssége és hatalma megnő. Az egyik ilyen felelősség, hogy a környezeti és egészségügyi problémákat hogyan viszik be és éltetik a köztudatban. (Cselószki, 2001)

A természetben zajló fizikai és biológiai folyamatokra vonatkozó ismeretek hiányosak, azt pedig, hogy a társadalom gyökeres változásokra hogyan reagálna, még kevésbé ismert. A tudományos és az érzelmi alapú kommunikációnak ki kellene egészítenie egymást: az érzelmekkel felhívni a figyelmet, és fenntartani a köztudatban a problémát, míg közérthető tudományos érvekkel alátámasztani azt. [6 - Környezeti kommunikáció]

A globális környezeti problémákról kialakuló gondolatok erősen függenek különféle kommunikációs stratégiáktól, aminek rengeteg fajtája lehet: tárgyilagos tájékoztatást nyújt, esetleg

hatásvadász módon ferdít (pl. összetett kérdéseket főcímekké zsugorít). Amikor meg kell választani a továbbítandó üzenetet, több dologra is tekintettel kell lenni. Lényeges, hogy az üzenet egy olyan kérdéshez kell kapcsolódjon, amely már kiváltotta a közérdeklődést, azaz a közönség mit tart a leginkább aggasztónak, és eszerint kell csomagolni a továbbítandó üzenet tárgyát, ugyanis ellenkező esetben a társadalom könnyen elsiklik felette, nincs ideje alaposabban megismerni azt a gyors információáramlás következtében. Pl. az ózonréteg elvékonyodásának problémája egészen benne él a köztudatban, így az UV sugárzás hatásait gyakran összekötik ezzel a témával (pl.: *Ózonréteg és UV sugárzás* – <http://zoldvalasz.hu/node/496>). El kell ismernünk, hogy a környezet és az egészségmegőrzés csak egy-egy téma a sok másik között, így fontos a hírérték. A média rövid hírekkel bombázza az embereket, a környezeti, egészségügyi híradásokat viszont nem egyszerű ennyire összetömöríteni, továbbá a média hamar ráun egy-egy témára, figyelme rövidtávú. (Cselószki, 2001)

A információk tartalmi elemei és a közlés módja alakítja ki a válaszreakciókat. Tájékozottság és a megszerzett ismeretek beépülése a köztudatba nagyban függ az információk közlésének módjától, továbbá, hogy milyen információforrásból juthatunk az ismeretek birtokába. Így fontos eldönteni, hogy az UV sugárzás veszélyeinek figyelemfelhívásának szempontjából milyen kommunikációs stratégia a leginkább célravezető. A kommunikációs folyamatban fontos cél, hogy úgy tudjunk fenntartható normákat kialakítani, hogy közben a megoldásba vetett hit és tenni akarás is megmaradjon és erősödjön az embereknél. [6 - Környezeti kommunikáció] Érdemes átgondolni, hogy egy UV sugárzással kapcsolatos egészségügyi kampány mennyire legyen összetett, bonyolult a mindennapi ember számára, de ugyanakkor nyújtson közérthető tudományos magyarázatot is. Felvetődik a kérdés, hogy ezek a fajta híradások tárgyilagos hangnemben íródjanak-e, de ez a fajta tájékoztatás valószínűsíthetően több kérdést vet fel az embereknél, mint ahány válasszal szolgál, továbbá a társadalmat nem ösztönözi semmiféle cselekvésre vagy gondolkodásra ez a fajta megközelítés. Gyakran megesik, hogy a hírek szerzői kevésbé törekednek arra, hogy a világot annak mutassák, amilyen, hanem inkább a tényeket a saját véleményük szerint alakítják. (Cselószki, 2001)

Az utóbbi időben az éghajlatváltozás jelenségének, az UV-sugárzás veszélyeire való felhívásnak egyre drámaibb ábrázolásai láttak napvilágot, ez az emberek figyelmének felkeltéséért történik, pl.: *Veszélyes UV sugarak* [<http://www.life.hu/drlife/20120612-veszelyes-uv-sugarak.html>], *UV-B sugárzás: bőrrák és helyszínelés* [http://index.hu/tudomany/2012/07/05/uv-b_sugarzas_borrak_es_helyszineles]

Ugyanakkor a cél, a problémák súlyának érzékeltetése és nem a pánikkeltés, hanem hogy tisztában legyen a mindennapi ember a napsugárzás káros hatásaival, hogy kiválaszthassa a bőrtípusának megfelelő védekezési módot. Az UV sugárzáshoz hasonlóan, a klímaváltozással járó

problémákkal a legtöbb embernek vannak ismeretei, ám a helyzet súlyosságát kevesen képesek felmérni. [6 - Környezeti kommunikáció]

3. Módszer

3.1 A kérdőív megalkotása és terjesztése

A népesség UV sugárzással kapcsolatos ismereteinek felmérésére, az ilyen kutatásokban gyakran alkalmazott kérdőíves módszert (vagy írásos kikérdezés, írásos ankét) használtuk [7 – Kérdőíves vizsgálatok], azaz egy kérdőív megalkotása, kitöltetése és elemzése jelentette számunkra a legjobbnak tűnő megoldást. Az eredmények érvényessége és megbízhatósága a kérdéseken múlik: mit kérdezzünk és hogyan, milyen válaszlehetőségeket adunk meg (nyitott vagy zárt kérdések), milyen sorrendben tesszük fel azokat és természetesen a kérdőív külalakja is számít. A megkérdezés módja szerint az adatok megszerzésére többféle mód is létezik. Ha a kérdőíveket postán vagy személyesen szállítják ki, de a kitöltés egyedül történik, akkor beszélünk önkitöltős kérdőívről. A kérdőívet egy kérdezőbiztos is kitöltheti úgy, hogy személyesen vagy telefonon kérdéseket tesz fel, majd lejegyzí a válaszokat. Mi egy harmadik módszert alkalmaztunk, egy webes felületen írtuk a kérdőívet, ezt használva viszonylag nagy számú mintát (210 db) tudtunk összegyűjteni, aránylag rövid idő alatt (2016.05.30. – 2016.09.22.). A válaszadók előtt ismert volt a kutatás célja, az önálló kitöltés és a névtelenség az őszinte válaszokat valószínűsítette. [7 – Kérdőíves vizsgálatok]

A kérdések összeállításánál igyekeztünk, hogy minél kevesebb kérdésből, minél több információt tudjunk megszerezni. A kérdőívünk 19+2 kérdéséből (1. Függelék) körültekintően alkottuk meg, korábbi felmérésre készült kérdésekből is ihletet merítve, elővigyázatosan, nem szerettük volna, ha megismétlünk egy korábbi munkát. E kutatás az MTA TK Szociológiai Intézetben folyt, Antal Z. László vezetésével, a címe „Az erős napsugárzás és a hőség kockázatai és a megelőzés lehetőségei Magyarországon” volt. A segítségért cserébe a mi kérdőívünk végére betettünk két kérdést az „élő” Nap elgondolással kapcsolatban. A témavezetőmmel, Fülöp Andreával (OMSZ) együtt elkészített kérdéseket tartalmilag (és természetesen helyesírásiilag is) többen ellenőrizték: konzulensem, dr. Breuer Hajnalka (ELTE), Antal Z. László (szociológus, MTA, Napsugárzásvédelmi Tudományos Testület elnöke), dr. Páldy Anna (bőrgyógyász főorvos, Országos Környezetegészségügyi Intézet, Napsugárzásvédelmi Tudományos Testület igazgatóhelyettes), Tóth Zoltán (légműfizikus, meteorológus, OMSZ, Napsugárzásvédelmi Tudományos Testület elnökhelyettese), Németh Ákos (éghajlati szakértő, OMSZ). [8 – Napsugárzásvédelmi Tudományos Testület]

Amikor elkészültek a kérdések, ki kellett találni, hogy melyikre milyen, és milyen jellegű válaszlehetőségeket adjunk meg. A jelleg alatt a már fentebb emlegetett nyitott és zárt kérdéseket értem. Nyitott kérdések esetén nincsenek válaszlehetőségek megadva, a megkérdezettnek saját szavaival kell válaszolnia. Ezeknek a fajta kérdéseknek a kiértékelése és egységesítése nehézséget jelenthet, viszont ezen válaszokból kaphattuk meg az információt bizonyos témakörökből a

legpontosabban (5., 6., 12., 13., 19. kérdés). Amikor a megkérdezettnek nem kell fogalmaznia, hanem előre megadott válaszlehetőségek közül választ, akkor zárt kérdésekről beszélünk, ebben az esetben viszont sokkal könnyebb a kiértékelés.

A kérdések közötti logikai sorrend felállítása következett, hiszen csak egy jól megszerkesztett kérdőív válaszaiból nyerhetünk ki használható adatokat. [7 – Kérdőíves vizsgálatok] Az első négy kérdés feltérképezi, hogy milyen élethelyzetben találkozik az illető a kérdőívvel, azaz demográfiai jellegű, elhelyezi a személyt a társadalomban: nem, kor, végzettség és lakóhely szerint. A kérdőív további pontjait három nagyobb csoportra lehet osztani: az ismereteket igyekszik felmérni (pl. UV káros, illetve kedvező hatásai, ózonlyuk, UV Index), ezek után jönnek a gyakorlati tevékenységre utaló kérdések (pl. használ-e fényvédő krémet, fizikai védelmet) és az „élő Nap” teóriával kapcsolatos elgondolás. Fontosnak gondoltuk elkülöníteni a társadalom azon rétegeit, akik különböző ideig teszik ki magukat a napsugárzásnak, hiszen nem mindegy, hogy valaki irodai munkát végez, vagy egy nyári napon is kénytelen kint lenni - munkából vagy esetleg hobbiból kifolyólag - a legveszélyesebb időszakban (11–15 óra között). Törekedtünk arra, hogy kerüljük az idegen- és szakkifejezéseket, olyan szókészletet használtunk, amelyet a mindennapi ember is megért, szaktudástól függetlenül.

A kérdőívet először Word fájlként írtam meg, majd a „Google Űrlapokban” hoztunk létre egy lapot. Ezt találtuk a legkézenfekvőbbnek, hiszen a legtöbb felhasználó megbízik a Google-ban, de a kérdőív kitöltésének nem feltétele, hogy rendelkezzen az illető fiókkal, viszont a link ismeretében már bárki ki tudja tölteni.

Amint elkészült a kérdőív, el kellett juttatni a társadalomhoz, nem volt konkrét célcsoport, azt szeretttük volna, ha minél többen, 200–300-an töltik ki. Az úgynevezett „hólabda- vagy görgetett-módszert” alkalmaztuk, melynek az a módja, hogy olyan személyekkel kezdjük a felmérést, akiket elérünk, majd a megtalált személyektől kérünk javaslatot újabb válaszadókra, így a minta hólabda-szerűen bővül. [7 – Kérdőíves vizsgálatok] A kérdőív terjesztését közösségi oldalon kezdtük meg, megosztottuk egy fórumon, és azoknak a személyeknek egy része, aki kitöltötte továbbvitte másik fórumokra, saját ismerőseikkel osztották meg, ezzel szélesítve a kört. Nehézséget okozott, hogy mindenféle korcsoportot elérjünk, ne csak a 18–29 éves korosztályt, egyrészt az ismeretségi kör miatt (saját korosztályomat egyszerűbb elérnem), továbbá az idősebb korosztály kevésbé járatos az internet világában (főleg nem a közösségi oldalakon). Ezért nyomtatott formában is terjesztettük a 2016-os Múzeumok Éjszakáján, illetve idősebb rokonok levelezőlistára küldtük el.

3.2 Globálsugárzás és UV-sugárzás mérések

Magyarországra még nem készültek UV sugárzás eloszlás térképek. Azonban a dolgozat korábbi fejezeteiből is kiderül, hogy ennek a sugárzási tartománynak mennyire kiemelkedő élettani hatása van, így hasznos lenne ilyenfajta térképek előállítása.

Budapesten a globálsugárzás mérése már 1936-ban megkezdődött, melynek köszönhetően a budapesti globálsugárzás adatsor Európa leghosszabb globálsugárzási adatsora. A légköri sugárzásegyenleg többi komponensének a mérése pedig 1967-ben indult meg, így 1967 óta folyik a sugárzási egyenleg nagypontosságú mérése Pestszentlőrincen, az Országos Meteorológiai Szolgálat Marczell György Főobszervatóriumában, míg a napsugárzás rövidhullámú tartományának 1 nm-es spektrális felbontású mérése pedig 1995-ben kezdődött. (Tóth, 2009) Az UV sugárzás mérésére Pestszentlőrincen kétféle műszert alkalmaznak: Solar Light UV-Biométert és Brewer Spektrofotométert. A Brewer spektrofotométer jelenleg a létező legpontosabb mérőeszköz az UV sugárzás tartományában, kicsivel több, mint 200 működik belőle az egész világon. Az országos mérőhálózat öt mérőállomásból áll, ahol UV-Biométereket használnak: Budapest-Pestszentlőrincen, Kecskemét-K-Pusztán, Kékestetőn, Keszthelyen (Sármelléken) 1994 óta, Siófokon pedig 2009-től kezdve. Az UV-Biométerek nem spektrálisan mérnek, hanem spektrálisan integrált dózist MED/h mértékegységben (Berger & Morys, 1991).

Az Országos Meteorológiai Szolgálat globálsugárzás mérőhálózatában (38 állomás) Kipp & Zonen piranométereket használnak. A mérőhálózat ISO minőségbiztosítási rendszerben működik, így az operatív mérések a mérési utasításokban rögzítetteknek megfelelően zajlanak az azokban megadott kalibrációs eljárással és ütemezéssel. Továbbá az automatákból beérkező nyers adatok szintén a munkautasításokban leírt módon történő adatellenőrzési eljárásokon mennek át, és így kerülnek be a központi adatbázisba. Ezek biztosítják, hogy a használt adatok minőségbiztosítottak. Ha a globálsugárzás adatsorból – elektronikai probléma következtében – hiányoznak tíz perces adatok, akkor azokat pótolni kell. Ez derült idő esetén interpolációval történik, borult időjárási helyzetben pedig közeli állomások értékeiből (Nagy, 2005, 2014). A derült eseteket az ún. relatív globálsugárzás (G_{rel}) használatával célszerű meghatározni, amelyet az alábbiak szerint definiálunk:

$$G_{rel} = \frac{G_{mért}}{G_{max}} \quad (15)$$

ahol a $G_{mért}$ a mért globálsugárzás egy tetszőleges időpontban, G_{max} pedig Nagy Zoltán meteorológus által 30 éves adatsorból (1967–1996) meghatározott maximális mért globálsugárzás érték az adott időpontra (Nagy, 2005, 2014). A tapasztalat szerint $G_{rel} > 0,85$ esetekben az égboltállapot derültnek tekinthető. A 38 állomás adatai közül 19 állomást használtunk fel, melyekben nem volt jelentős adathiány.

Koncepciónk az volt, hogy az UV sugárzásmérések időszakában (1995 óta) előfordult

minimális és maximális UV besugárzású évekre készítettünk eloszlás térképeket. Az adatok alapján a minimális évnak 2006, a maximálisnak pedig 2012 bizonyult.

Az öt UV mérő állomásból csak hármát tudtunk figyelembe venni. Siófokra csak 2009-ben telepítettek UV detektort, így ezt nem használhatjuk, hiszen nem nyújt adatot a teljes vizsgált időszakra. A kékestetői állomás nagyobb tengerszint feletti magasságban helyezkedik el (1011,8 m), ami ezáltal nem összehasonlítható a tengerszint közeli állomásokkal. Ez a légkörnek már egy ritkább, tisztább (kevésbé szennyezett) rétege, itt kevésbé szóródik az UV sugárzás, tehát nagyobb mennyiségben érkezik a felszínre, mint ugyanabban az időpontban ugyanazon körülmények között egy tengerszintközeli mérőhelyen (Tóth *et al.*, 2008). A fals eredmények elkerülése végett ezt az állomást kihagytuk a számításokból.

3.3 A beérkező UV sugárzás számítása a globálsugárzásból

A globálsugárzás a legáltalánosabban használt sugárzási paraméter, a direkt és a diffúz sugárzások összege, amely a vízszintes síkra a Nap felől érkező rövidhullámú sugárzás, ez a felszínen 0,286–4 μm -es hullámhosszt fed le. A mérése a magyarországi állomásokon piranométerrel történik [10 – Meteorológiai műszerek és mérőrendszerek]. Mind a globál-, mind az UV sugárzást több tényező alakítja (pl. a felhőzet, aeroszol részecskék, O_3). Az UV irradianciát a globálsugárzás értékéből, az ózontartalom figyelembevételével a következő parametrizált egyenlettel lehet becsülni (Tóth Z., szóbeli közlés):

$$\frac{UV_{cal}}{UV_{nor}} = A \frac{G_m}{G_{max}} + B \frac{X_{O_3}}{X_{O_3 \text{ átlag}}} + D \quad (16)$$

ahol UV_{cal} a számított UV sugárzás, UV_{nor} pedig az adott időpontra érvényes átlagos ózontartalom esetén, átlagos légköri sugárzásátbocsátású derült esetre számított UV irradiancia, G_m a mért globálsugárzás, G_{max} az év adott napjának adott időpontjában előfordult maximális globálsugárzás (szóbeli közlés) (Nagy, 2005, 2014), X_{O_3} a teljes ózontartalom az adott időpontban, $X_{O_3 \text{ átlag}}$ az ózon adott napra vonatkozó sokévi átlaga és A , B , D konstansok.

Ezzel a módszerrel a tízperces vagy az órás globálsugárzás értékekből lehet az UV sugárzást becsülni. Eszerint ezekből havi, majd éves összegeket lehet meghatározni, és az így előálló éves összegek alapján elvégezni az interpolációt. Mivel a tízperces vagy órás értékekből ezzel a módszerrel történő számítások, illetve ezek interpolációja meghaladja ezen dolgozat kereteit, egyszerűbb megoldást választottunk. Annak köszönhetően, hogy a globálsugárzás és az UV sugárzás szoros kapcsolatban vannak egymással, az elektromágneses sugárzás törvényszerűségei és a sugárzásátvitel tulajdonságainak következtében alkalmazhatjuk azt a módszert, hogy az éves globálsugárzás összegekből becsüljük az UV sugárzás éves összegeit (Németh *et al.*, 1996). A

módszerünk az volt, hogy a három mérőhelyre, amelyekre mind a globálsugárzás, mind az UV sugárzás éves összegei ($UV_{\text{éves}}$, $G_{\text{éves}}$) rendelkezésre állnak, meghatározzuk a két mennyiség hányadosát az alábbi módon:

$$C = \frac{UV_{\text{éves}}}{G_{\text{éves}}} \quad (17)$$

ahol C mértékegysége [$MED \cdot (W/m^2)^{-1}$]. Ezzel a definícióval C használható áttérési faktorként a globálsugárzásból UV sugárzásba, azaz ezt alkalmazva a többi mérőhelyre, előállíthatók a számított UV sugárzás (UVC) éves összegei az alábbi módon:

$$UVC = C \cdot G_i \quad (18)$$

ahol G_i az adott állomáson mért éves globálsugárzás összeg. Ezt a műveletet elvégeztük 2006-ra és 2012-re is. A sugárzásátvitel jellemzőinek és annak a ténynek a következtében, hogy a földrajzi szélességben nincsenek számottevő különbségek Magyarország területén belül, azzal a jogos feltételezéssel éltünk, hogy a C faktornak nincs jelentős területi függése, így nem követünk el nagy hibát, ha a három mérőhelyre meghatározott C faktorról számolunk valamilyen módon minden mérőhelyre. Így meghatároztuk a C faktort a három állomásra mindkét évre, és meghatároztuk a C értékek átlagát is a két szóban forgó évre. Az eredményeket a következő táblázat mutatja:

Állomás	2006 [$\frac{MED}{W/m^2}$]	2012 [$\frac{MED}{W/m^2}$]
Bp-Pestszentlőrinc	0,0055	0,0066
Kecskemét K-Pusztá	0,0056	0,0064
Sármellék (Keszthely)	0,0058	0,0065
$C_{\text{át}}$	0,0056	0,0065

1. táblázat: Az állomásfüggő C arányossági tényező és annak átlaga 2006-ra és 2012-re

Az 1. táblázatból jól látható, hogy a C faktor alig különbözik a három mérőhelyre. Mivel ezek az ország különböző területein helyezkednek el, a légkörfizikai körülmények ismeretében jó eséllyel a C érték nem térhet el ezektől számottevő mértékben a többi mérőhelyre sem. Ezért megtehetjük, hogy mivel C folytonos területfüggése nem ismert, a három C értéket használjuk oly módon, hogy minden globálsugárzás mérőhelyre a hozzá legközelebbi UV sugárzás mérőhely C faktorát alkalmazzuk az éves UV sugárzás összeg kiszámítására. Így kiszámítottuk minden mérőállomásra az éves UV összegeket kétféle módon: (1) a három megfelelő C értékkel és (2) az átlagos C értékkel is. Megvizsgáltuk a kétféle módon számolt UV-k közötti eltéréseket minden állomásra. Azt találtuk, hogy legnagyobb eltérés nem volt nagyobb, mint 3–4%, ez pedig kisebb, mint magának az UV számítási módszernek a hibája, ami 7–8%. (Tóth Z., szóbeli közlés) Ez azt jelenti, hogy nyugodtan használhatjuk az egységes (átlagos) C értéket minden globálsugárzás mérőállomásra, hiszen már a számítással előállított UV éves összegek nagyobb bizonytalanságot hordoznak. Így az átlagos C faktort ($C_{\text{át}}$) használtuk az UV sugárzás kiszámításához (UVC).

$$UVC = C_{\text{átl}} \cdot G_i \quad (19)$$

3.4 Az UV térképek előállításához használt módszerek és programok

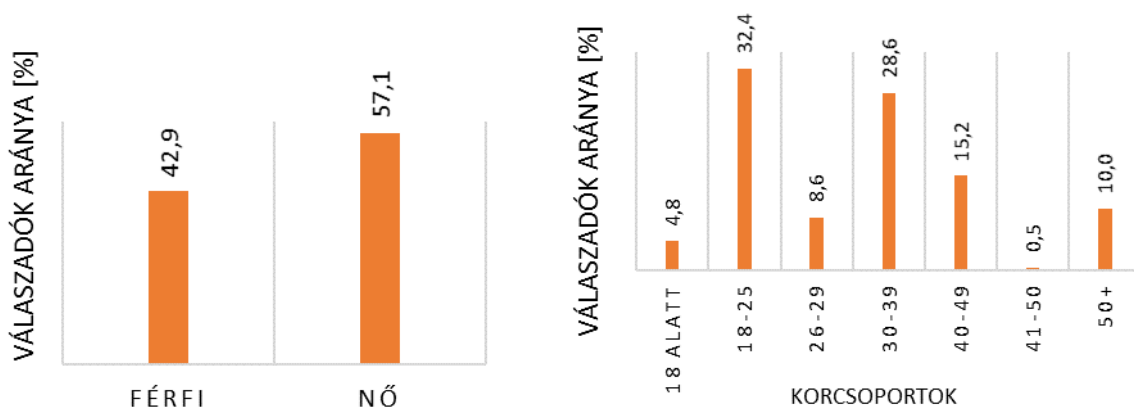
A kiszámolt UV sugárzás eloszlás hatékonyabb kezeléséhez, áttekintéséhez célszerűnek tűnt vizuálisan megjeleníteni eredményeinket, ehhez az Arc GIS (Geographic Information System) 9.3 nevű térinformatikai rendszert használtuk. Ez egy olyan szoftver, ami a kívánt adatot képes térképen megjeleníteni egy beleépített geostatisztikai interpoláló módszerrel [11 – Arc GIS szoftver]. Azonban a GIS rendszereknek a meteorológiai alkalmazások szempontjából korlátai vannak, míg matematikai szempontból ezek a módszerek korrektek, ám a hosszú adatsorokban meglévő éghajlati információ felhasználásában nem a legoptimálisabbak. Ezen probléma kiküszöbölésére fejlesztették ki a MISH rendszert (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis) az OMSZ-nál, amely interpolálja a meteorológiai elemek földfelszíni értékeit. Az UV sugárzás felszíni adatai pontszerű mérési értékek, az interpoláció lényege pedig, hogy ezeknek ismert értékeknek alapján megbecsüljük az ismeretlen értékeket a számunkra rendelkezésre álló háttérinformáció felhasználásával egy tetszőleges pontban. (Szentimrey *et al.*, 2011).

A korábban kiszámolt UVC értékeket térképes megjelenítésének módja a következőképpen történt: Az OMSZ-nál elkészült havi globálsugárzás összegeket interpoláltuk a MISH interpolációs technikával, majd ebből 2006-ra és 2012-re készültek el az éves globálsugárzás eloszlást ábrázoló térképek, melyeket az Arc GIS segítségével állítottunk elő. Ezt követően – mikor már minden pixelre előállt egy érték – származtatnunk kellett az UV értékeket a globálsugárzás interpolált értékeiből. Az UV sugárzás eloszlás térképek (12., 13. ábra) úgy álltak elő, hogy a (19) egyenlet alapján a globálsugárzás térképek pixeleit megszoroztuk $C_{\text{átl}}$ -gal. A térképek kirajzolását az Arc GIS 9.3 térinformatikai rendszer végezte, amelyben van egy spline beépített interpoláció. A spline-ok olyan speciális függvények, amelyek szakaszonként polinomokból állnak, a közelítő függvényt folytonossá teszik. Interpolációs feladatoknál gyakran alkalmazzák ezt a fajta interpolációt, ami még alacsonyabb fokszámú polinomokkal végzett interpoláció esetén is megbízható [12 – Spline-interpoláció].

4. Eredmények

4.1 Kérdőív válaszainak értékelése

A kérdőív kitöltői közül 57,14 % nő, 42,86% férfi volt, a Központi Statisztikai Hivatal szerint is az országban több nő él, mint férfi. [9 – Népszámlálási adatok] (1. kérdés) (3. ábra (bal)) A legtöbben a fiatalabb korosztályhoz tartoznak 18–25 évesek, ők mintegy 32,38%-át teszik ki a válaszolóknak, míg a második legnépesebb korcsoport, 28,57%-kal a 30–39 évesek. A 18 év alatti korosztály 5% alatt van, ez meglátszik a végzettségeken is, hiszen az általános iskolai végzettséggel rendelkezők száma szintén 5% alatt van. (2. kérdés) (3. ábra (jobb))

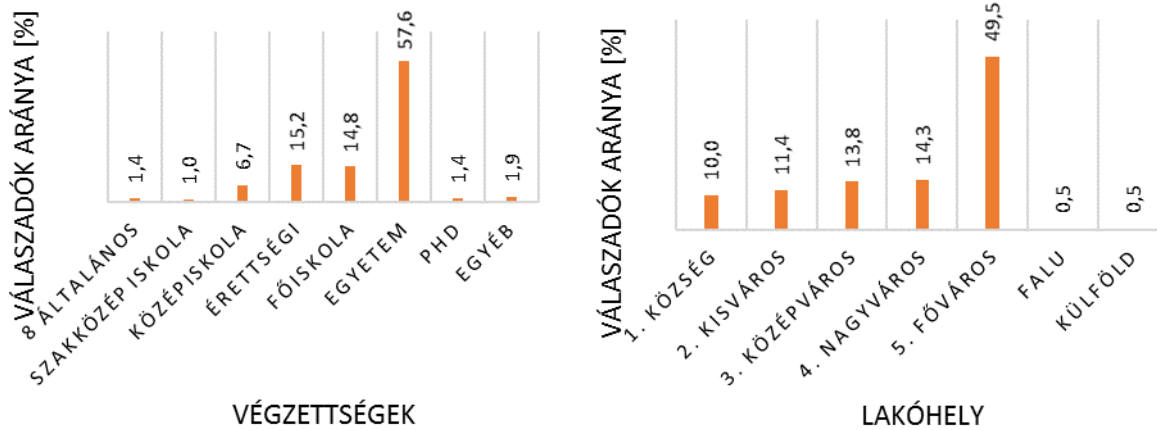


3. ábra: Válaszadók (bal) nemek szerinti aránya, (jobb) korcsoportok szerinti eloszlása

A kitöltők több, mint fele (57,62%) egyetemi végzettséggel rendelkezik, vagy még egyetemi tanulmányait folytatja. Érettségivel 15,24%, míg főiskolai végzettséggel 14,76% rendelkezik, az „egyéb” mezőben technikus vagy OKJ-s képzést tüntettek fel. (3. kérdés) (4. ábra (bal))

A legtöbb válaszadó (49,52%) a fővárost jelölte meg lakóhelyéül, a kérdőív kitöltését lényegében a fővárosban végeztük, úgyhogy ez az arány nem meglepő, de ha az ország népességének eloszlását nézzük kissé irreális, ugyanis a KSH 2011-es felmérése szerint a népesség 20,39%-a él a fővárosban. [9 – Népszámlálási adatok] (4. kérdés) (4. ábra (jobb))

A kérdéssor terjesztése miatt a megkérdezettek aránya nem teljesen fedi az ország demográfiáját, de az eredményét a szakdolgozat számára felhasználhatónak tekintjük, hiszen számunkra 210 fő már mérvadó, hogy felmérjük mennyire tájékozott a népesség a témában.



4. ábra: Válaszadók bal) végzettség szerinti eloszlása, jobb) lakóhely szerinti eloszlása

Az általános kérdések után az UV sugárzás kedvező és káros hatásairól kérdeztünk. A kérdést úgy fogalmaztuk, hogy saját szavakkal kelljen válaszolni, hiszen ha válaszlehetőségeket adunk meg, amelyek közül választani kell, akkor nem kaptunk volna megfelelő képet a témában. Összességében azt lehet leszűrni, hogy az emberek sokkal inkább tisztában vannak, a káros hatásokkal, mint a kedvezőkkel. Ugyanis míg az előbbire kb. 2,3%-ban, addig az utóbbira egy nagyságrenddel nagyobb százalék, közel 23% válaszolta, hogy nem tud ilyet. (5. kérdés) (6. kérdés)

A leggyakrabban emlegetett kedvező hatásként a D-vitamin termelés szerepelt, sokan megemlítették a baktériumölő, fertőtlenítő hatást, a fényterápiát, mind bőrbetegségek gyógyítására, mind alvászavar enyhítésére. Az „egészséges” bőrszínt, azaz az UV sugárzás pigmentáló hatását is ide sorolták. Itt egy valaki megemlítette az ózontermelést, ám volt olyan, aki a káros hatáshoz írta, hiszen a troposzféra Los Angeles-típusú szmoghoz vezet. Aki nem azt válaszolta, hogy számára ismeretlenek a káros hatások, azok a személyek mind megemlítették valamilyen formában a bőrrákot, melanomát. A válaszok között szerepel a leégés, allergiás reakció, sejtroncsolás, bőröregeedés, ráncosodás, szemroncsolás és az immunrendszer-gátló tevékenység is.

Az UV riasztás ismeretének felmérésére feltett kérdésre senki nem adott helytelen választ, 70,48% válaszolt jól, 28,57% nem ismeri az UV riasztásokat. Aki az „egyéb” mezőt választotta (kevesebb, mint 1%), azzal indokolta, hogy nem kíséri figyelemmel, és nem tartja szükségesnek a riasztás ismeretét. (7. kérdés) (5. ábra (bal))

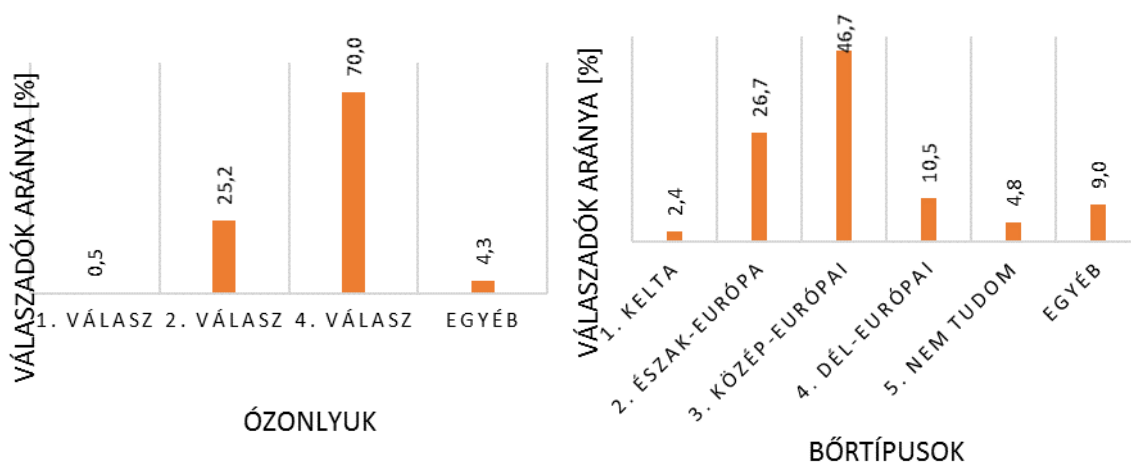
Az UVI-ről 22,9% állította, hogy nem hallott még, ami sajnos elég nagy arány. 58,1% válaszolta azt, hogy az UVI az UV sugárzás erősségét, míg 19,05% gondolta azt, hogy a napon tartózkodást ajánlott idejét adja meg. (8. kérdés) (5. ábra (jobb))



5. ábra: Válaszadók ismerete bal) az UV riasztásokról jobb) az UV Indexről

Az ózonlyukról feltett kérdésünkre szintén 70%-ban jó válasz érkezett, aki az „egyéb” mezőt jelölte meg válaszul, többségében ők is helyes választ adtak, csak más szavakkal megfogalmazva és csupán egy fő volt az, aki nem tudta, hogy mi is az az ózonlyuk. Az ózonfogyás problémáját többen az emberiség egyik sikertörténetének könyvelik el, a nagy számú helyes válaszokból ítélve ez annak is betudható, hogy az emberek többsége ilyen szinten tájékozott. (9. kérdés) (6. ábra (bal))

Ahhoz, hogy valaki ki tudja választani a számára legmegfelelőbb védekezési módot a napsugárzás ellen (pl. hányas factorszámú napkrém használjon), ismernie kell a saját bőrtípusát a már korábbi fejezetben felsoroltak közül. Magyarország Közép-Kelet-Európában helyezkedik el, így nem meglepő, hogy a válaszadók közül 46,67% a III. bőrtípust, azaz a közép-európai jelölte meg. 26,67% észak-európai (II.), míg 10,48% dél-európai (IV.) bőrtípust adta válaszul, a 210 emberből csupán öten mondták kelta-típusúnak bőrüket, 4,76% nem tudta megjelölni bőrtípusát. Aki az „egyéb” mezőt jelölte meg, ők nem tudtak dönteni, úgy érezték, hogy két bőrtípus között vannak. (10. kérdés) (6. ábra (jobb))



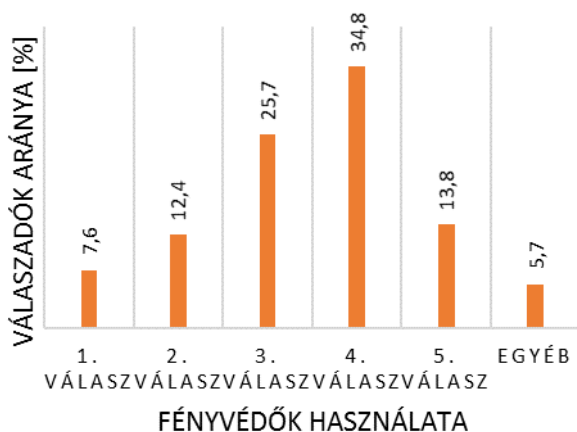
6. ábra: Válaszok megoszlása bal) az ózonlyukkal kapcsolatos kérdéseinkre jobb) a bőrtípusokhoz való tartozásban

A fényvédők használatáról igen elérő véleményeket hallunk a mindennapokban, és ez az ehhez kapcsolódó kérdésünk válaszaiból is látszik. A válaszadók 13,81%-a egyáltalán nem használ

fényvédőkrémet, 37,76% használ, de nem túl gyakran. Az 5,71% „egyéb” mezőbe a legtöbben azt írták, hogy nem használnak napkrémet, viszont egyéb módon mégiscsak védekeznek a káros sugárzás ellen. A maradék 7,62% fizikai, 12,38% kémiai fényvédőt használ, 25,71% krémezi magát, viszont nincsen tisztában a krémek közötti különbséggel. (11. kérdés)

A naptej használatával kapcsolatos kérdés után kértük, hogy próbálják meg saját szavukkal megfogalmazni, mit jelent a faktorszám. A válaszadók kb. ötöde nem tudott választ adni, viszont a többség ismerte az összefüggést, miszerint a faktorszám azzal az idővel arányos, amit maximálisan a napon lehet tölteni a bőrpír megjelenése előtt, ám a pontos szabályt már kevesebben tudták. (12. kérdés) (7. ábra)

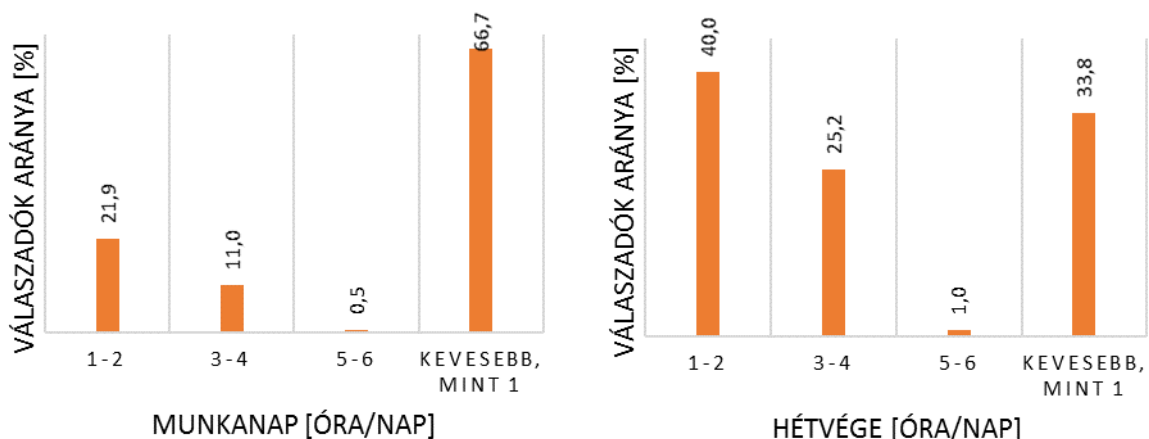
A fényvédőkön kívül fizikailag is lehet védekezni a káros sugárzás ellen, a 13. kérdésünk ezt a területet próbálta felmérni. Míg a krémekkel kapcsolatban kicsit szkeptikusabbak volt a válaszadók egy része, de a fizikai védelemre mindössze 10% mondott teljesen nemet, a maradék 90% használ valami mást is: napszemüveget, hosszú ujjú felsőt, sapkát, kalapot, többen speciális vízpartra ajánlott felsőt (lycra). (13. kérdés)



7. ábra: Válaszok aránya a fényvédők használatáról

A káros sugárzás elleni védekezésben figyelembe kell venni, hogy a nap mely időszakában töltjük a legtöbb időt a szabadban, az UVI-t is úgy adják ki, hogy a riasztás számához tartozik egy ajánlott viselkedési forma, ahol a legtöbb megfogalmazza, hogy 11–15 óra között kerülendő a napon tartózkodást. A kérdést természetesen csak a nyári hónapokra értettük, hiszen az UVI-t is csak erre az időszakra adják ki, továbbá elkülönítettük a munkanapokat és a hétvégéket, ugyanis ilyenkor más az emberek életritmusa. Hét közben kevesen töltenek egynél több órát a napon, hétvégén viszont más a helyzet. Míg azok, aki egy átlagos munkanapon kevesebb, mint egy órát töltenek a napsugárzásnak kitéve (66,7%), hétvégén kimerészkednek a szabadba, és ez a válaszokon is meglátszik: 33,8% tölt egynél kevesebb (tehát közel a fele a 66,7%-nak), 40% egy-két órát a napon, míg hét közben ez 21,9% volt (ami ugyancsak kb. a fele a 40%-nak). Összességében a kérdőív válaszaiból tehát azt lehet leszűrni, hogy a lakosság nagy része kétszer annyi időt tölt a

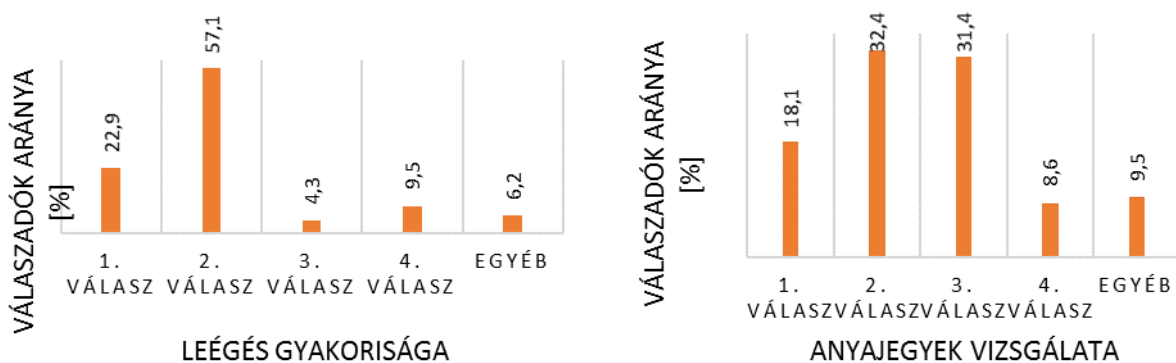
napsugárzásnak kitéve hétvégén, mint hét közben. (14. kérdés) (15. kérdés) (8. ábra)



8. ábra: Válaszadók által átlagosan a napon töltött órák száma bal) munkanapon jobb) hétvégén

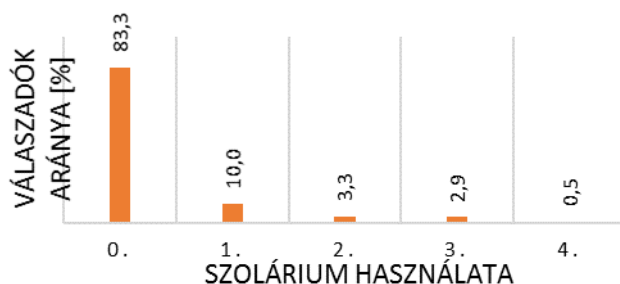
A 16. kérdésünkre a többség (57,14%) azt válaszolta, hogy ritkán, de leég a bőre, 22,86%-kal nem fordul elő, hogy leég, közel 4,5% mondta, hogy szerinte a leégés azért kell, hogy utána már védve van a napsugárzástól, 9,52% vélekedett úgy, hogy érzékeny a bőre és gyakran előfordul a bőrpír. Az a 6,19%, aki az „egyéb” mezőt jelölte meg, ők egy-egy testrészt emeltek ki, kinek az arca, kinek a válla ég le többször. (16. kérdés) (9. ábra (bal))

Az anyajegyek vizsgálatával kapcsolatos kérdésben négy féle válaszlehetőséget adtunk meg. 50,48% bőrért látta már hozzáértő orvos, akik közül 18,10% rendszeresen vizsgálhatja magát minden évben. 31,43% egyáltalán nem kíséri figyelemmel az anyajegyeinek változásait. Aki saját magának vizsgálja általában akármilyen elváltozásra figyelne fel: méret, szín, tapintás, különbözik-e a többi anyajegyétől. (17. kérdés) (9. ábra (jobb))



9. ábra: Válaszadók bal) leégésének gyakorisága, jobb) anyajegyüket milyen gyakran vizsgálják

Korábbi fejezetben már szintén említettem, hogy a UV sugárzásnak kedvező hatásai is ismertek, mint pl. különböző bőrbetegségek gyógyítása, azonban a kozmetikai célú szolárium használat nem tartozik ide. Néhány évvel ezelőtt nagy divatja volt a barna bőrnek, ám ez úgy tűnik már lecsengett. A válaszadók 83,33%-a soha nem jár szoláriumba (ezt jelöli a 0), és az 5-ös pontot senki nem jelölte meg, ami pedig a leggyakoribb, heti rendszerességgel járó szolárium-használót jelölné. (18. kérdés) (10. ábra)

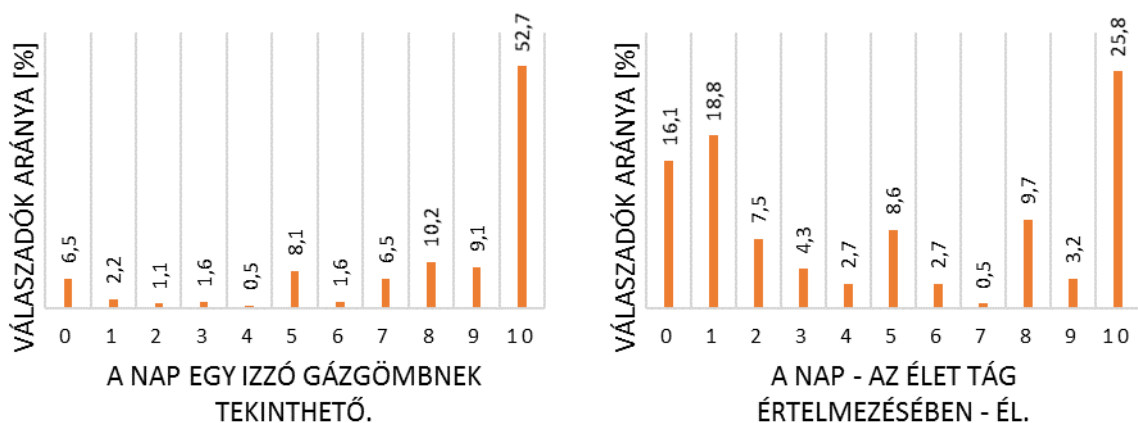


10. ábra: Válaszadók szokásai a szolárium használatáról

A kérdőív utolsó részében kérdezzük rá a személyes véleményre az UV sugárzással kapcsolatban, 43,3% nem tart az UV sugárzás következményeitől, nagyon sokan úgy gondolják, hogy egy kissé túltárgyalt dolog. Közülük voltak olyanok, akik azért nem tartanak, mert betartják az ajánlott viselkedést, pl. csúcsidőben nem tartózkodnak a napon. A megkérdezettek több, mint fele mégiscsak tart valamilyen szinten az UV sugárzástól, viszont kifejezetten sokan úgy gondolják, hogyha ésszerűen viselkednek, akkor mégsem történhet velük maradandó károsodás. (19. kérdés)

4.2 Az „élő” Nap

A Napot sokan egy izzó gázgömbnek gondolják, amelynek fénye és melege nélkül elképzelhetetlen az élet a Földön. Ebben a megközelítésben, az ábrázolásokon a Nap fizikai tulajdonságai jelennek meg. Mások úgy gondolják, hogy a Nap – az élet tág értelmezésében – él, fényével és melegével tartja fenn az életet a Földön, ezt neveztük mi az „élő” Nap alaptételnek. Ezzel kapcsolatban két kérdést tettünk fel, azt szerettük volna felmérni, hogy melyik elmélet felé húz inkább a többség. A válaszadás nem volt kötelező. Akik válaszoltak, sokkal inkább fizikai értelemben gondolnak a Napra, mint egy élőlényre. (A, B kérdés) (11. ábra)



11. ábra: Válaszadók véleményének megoszlása az „élő” Nap tételről

4.3 Az UV sugárzás területi eloszlása

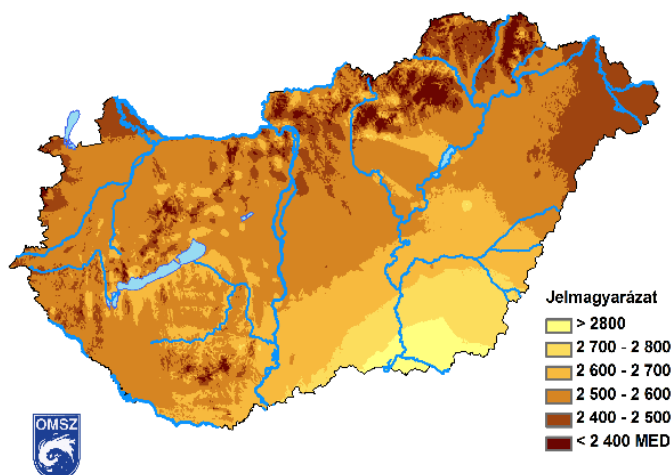
Magyarországra még nem készült korábban ultraibolya-sugárzás eloszlását ábrázoló térkép. Ennek egyik oka mindenképpen az, hogy globálsugárzás térképek már készültek korábban hosszabb-rövidebb időszakokra, és jól ismert, hogy a két tartomány között szükségszerűen szoros összefüggés van. Mi most az OMSZ UV sugárzásmérő hálózatának 21 éves adatsorából kiválasztottuk a minimális és maximális sugárzású évet és ezekre állítottuk elő a térképeket. A kiválasztás módszere egyszerű volt: a globálsugárzás-mérő állomások éves összegeinek átlagát vettük az egyes évekre. Tekintve, hogy közel negyven állomás állt rendelkezésre, az így számított országos átlagok reprezentatívnak tekinthetők. Az UV és globálsugárzás közti szoros kapcsolatnak köszönhetően a globálsugárzás használata erre a kiválogatásra indokolt.

A minimális évnak 2006 bizonyult, a maximálisnak pedig 2012. Míg 2006-ban az éves UV besugárzás 2400–2800 MED között mozog, addig a 2012-es térképen a minimális érték a 2006-os maximuma: 2800 MED, míg a maximális értékek már 3400 MED felett voltak. Emiatt a térképek színezése nem egységes, máskülönben az országon belüli különbségek nem lennének jól kivehetők.

Bár hazánk területe kicsi ahhoz, hogy a földrajzi szélességbeli különbségek megmutatkozzanak, azért valamelyest látható egy tendencia, hogy a nagyobb UV besugárzású területek a déli-délkeleti területeken vannak mindkét esetben. „Különlegessége” a medencejellegben rejlik. Az ultraibolya sugárzás felszínre érkező eloszlásán jól látható ez a medencehatás, az ország belső területein nagyobb értékeket kaptunk, mint a Kárpátokhoz közeledve.

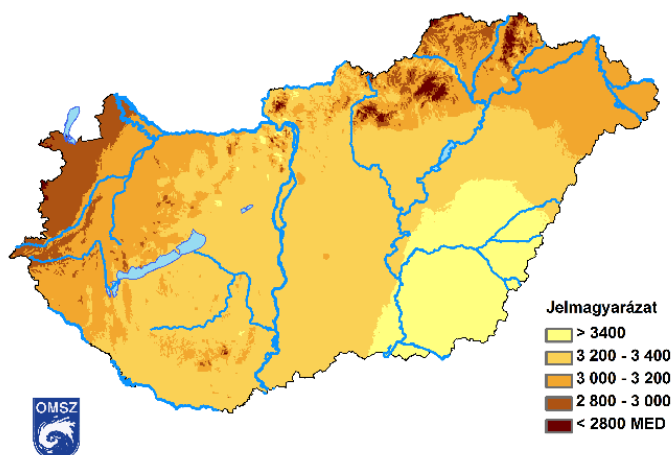
A legtöbb UV sugárzást a Tiszántúl déli része kapja, a 2006-os évben ez 2700–2800 MED körül alakult, míg 2012-ben már több, mint 3400 MED volt az évi összeg. A domborzat jellegét viszonylag mindkét ábra jól visszaadja, a hegyek felé haladva a beérkező UV sugárzás összeg fokozatosan csökken, az Északi-középhegység kapta a legkevesebb besugárzást (2006-ban kevesebb, mint 2400 MED, 2012-ben 2800 MED környékén mozog).

2006. évi országos korrigált UV sugárzás



12. ábra: Az UV sugárzás országos éves eloszlása 2006-ban

2012. évi országos korrigált UV sugárzás



13. ábra: Az UV sugárzás országos éves eloszlása 2012-ben

A kapott UV eloszlás térképünknek van egy ózon eloszlás miatti bizonytalansága. Ezt az eredményezi, hogy a teljes ózontartalom területi változása hat az UV eloszlásra, de nem hat a globálsugárzás eloszlásra, következésképpen ez befolyásolja a *C* országos eloszlását. Ugyanakkor ezt az effektust a *C* csak arra a három pontra tartalmazza, ahol mindkét sugárzási mennyiség mért értéke rendelkezésre áll, a többi helyen ez valamekkora hibát okoz, hiszen ugyanazzal a *C* értékkel számoltunk az egész országra. Ennek a hibának a nagyságát megbecsülhetjük, ha ismerjük az ózon átlagos területi változékonyságát.

A mindenkori teljes ózontartalom mező a területtel lassan változó, „tehetetlen” mező, nem jellemzők rá a fluktuációk. Ennek oka az, hogy túlnyomórészt a sztratoszféra lassabban változó, a troposzférahoz képest számottevően kevésbé tranziens jellege alakítja. Gyorsabb változások csak nagyon ritkán, extrémén erős frontok esetén fordulnak esetleg elő benne, amikor levegőcsere jön

létre az alsó sztratoszféra és a felső troposzféra között, amely által a troposzféra állapotának jelentős változása hatással tud lenni az alsó sztratoszférára állapotának változására. Ezek ismeretében nyugodtan állíthatjuk, hogy az éves átlagos ózon mező pedig különösen lassan és egyenletes változó a térben.

Megvizsgáltuk, hogy a két szóban forgó évben mekkora volt az eltérés a budapesti, és a legközelebbi teljes ózontartalom mérőhely, Poprad-Ganovce (Szlovákia) éves átlagos ózonértéke között. 2006-ban a különbség 3,6 % volt, 2012-ben pedig 2,3 %. A két hely között kb. 200 km a távolság, így a fentiek ismeretében durván megbecsülhetjük, hogy Magyarország méreteit figyelembe véve, a maximális eltérés nem lehet nagyobb az ország két legtávolabbi pontja között, mint 9,0 % 2006-ra, és 5,7 % 2012-re. A $RAF = 1,17$ ismeretében (*Németh et al., 1996*) ez rendre 10,5 %-os, illetve 6,7 %-os maximális változékonyságot jelent az UV besugárzásban. Ez azt jelenti, hogy az előállított térképeink eloszlási képének megfelelően jól kell tükröznie a realisztikus eloszlást.

5. Összefoglalás

A földfelszint elérő veszélyes ultraibolya sugárzás mennyiségének növekedése miatt, az utóbbi években különösen fontossá vált, hogy az élettani hatásaira odafigyeljünk. Dolgozatom célja az UV sugárzás magyarországi eloszlásának vizsgálata és a népesség UV sugárzással kapcsolatos tájékozottságának feltérképezése volt.

Az első feladat annak az elméleti háttérnek a megismerése volt, amit a későbbi fejezetekben felhasználtunk. Elkerülhetetlen volt a főbb sugárzási törvények, az UV sugárzás tulajdonságainak és a légkörben való gyengülésének áttekintése. Vizsgáltuk az élő szervezet és az UV sugárzás kapcsolatát, ugyanis a biológiai rendszerek érzékenysége eltér a vizsgálandó hullámhosszokon. Nem elég a bejövő sugárzás mértékét pontosan megmérni, de az adott szervezet érzékenységét (azaz az általa kapott sugárzásmennyiségre adott „válaszát”) is ismerni kell. Ahhoz, hogy a lakosság fel tudjon készülni és megfelelő viselkedési formát tudjon alkalmazni UV riasztás esetén, tudni kell az UV Index értékeit és az arra az értékre vonatkozó viselkedési formát is, a dolgozatban erre is kitértünk. Ismertettük az ultraibolya sugárzás egészségügyi hatásait, ami ugyanúgy lehet kedvező, mint káros is. A negatív hatások elkerülésére kerestünk lehetőségeket. Megállapítottuk, hogy a bőrrák és a szürkehályog igenis összefügg az UV sugárzással. Mindezeknek a veszélyeknek és azok elkerülésének a szélesebb körben való elterjesztésére kerestünk megoldást. Ennek a témának a kommunikációja nem egyszerű, mert tudományos alapokon nyugszik és az átlagember nem rendelkezik ezekkel az alapokkal, tehát meg kell találni az arany középutat a tudományos ismertetés és az érzelmekre hatás között.

A lakosság tájékozottságának felmérésére egy kérdőívre gyűjtöttünk válaszokat. A káros hatásokkal az emberek többsége tisztában van, viszont annak ellenére, hogy ismerik a veszélyeket, kevesebben tartanak tőle, védekeznek ellene. Magyarország területére az UV sugárzás mérésétől kezdve (1995) egy minimális (2006) és egy maximális (2012) éves összegre készítettünk eloszlást ábrázoló térképeket, amire korábban még nem volt példa. Ehhez az országszerte található öt UV sugárzás mérőállomás által biztosított adatokon kívül többre volt szükség. Így találtunk egy olyan módot, ahol a globálsugárzásból tudtunk számított UV adatokat kinyerni az ózon mennyiségének ismerete nélkül, ez természetesen kevésbé korrekt számítás, ám a térképek elkészítésére elegendően pontos. Az eredményeken javítana, ha több állomás adatait is figyelembe tudnánk venni és országhatáron túli adatokhoz is hozzáférhetnénk.

6. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni mindazok munkáját, akik segítségével ez a szakdolgozat nem született volna meg.

Sok köszönet a témavezetőmnek, Fülöp Andreának, hogy két évvel ezelőtt annyira felkeltette érdeklődésemet a téma iránt, hogy már akkor eldöntöttem, hogy szeretném mélyebben beleásni magam. Köszönöm a lelkes témavezetést. Külön köszönöm Tóth Zoltánnak a rám áldozott idejét és energiáját, a hasznos észrevételeit és amiért mindig soron kívül válaszolt kérdéseimre, akár még vasárnap délután is. Nem lehetek elég hálás dr. Breuer Hajnalka támogatásáért, aki a tanszéki konzulensem. Köszönöm, hogy folyamatosan irányított és figyelemmel kísérte minden lépésemet, olykor szinte úgy éreztem, hogy ezzel túlteljesítve konzulensi feladatait. A dolgozatban elkészített térképekhez nyújtott technikai segítségért nagy köszönettel tartozom Hoffmann Lillának. Köszönet illeti az Országos Meteorológiai Szolgálatot a sugárzási adatok biztosításáért.

Végül, de nem utolsó sorban hálás szívvel köszönöm a családomnak, hogy egyetemi tanulmányaim során végig támogattak, mellyel biztosították munkám eredményességét.

7. Irodalomjegyzék

- Andrews, D. G., 2010: An Introduction to Atmospheric Physics, 237 p.
- Bartholy, J., Geresdi, I., Matyasovszky, I., Mészáros, R., Pongrácz, R., 2011: A meteorológia alapjai, 176 p.
- Berger, D., Morys, M., 1991: UV-Biometer Model 501 User's Manual, 45 p.
- Cselószki, T., 2001: Média és környezetvédelem, Ökotáj, 25-26.
- Gao, W., Schmoltd D. L., Slusser, J. R., 2010: UV Radiation in Global Climate Change: Measurements, Modeling and Effects on Ecosystems, 544 p.
- Jablonski, N.G., Chaplin, C., 2010: Human skin pigmentation as an adaptation to UV radiation, Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA, vol. 107, 8962-8968 p.
- Latha, M.S., Martis, J., Shobha, V., Shinde, R. S., Bangera, S., Krishnankutty, B., S. Bellary, Varughese, S., Rao, P., Naveen Kumar, B.R., 2013: Sunscreening Agents. The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology, 6(1), 16-26. p.
- Liou, K. N. 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, International Geophysics Series, 84, Elsevier Academic Press, 583 p.
- Miskolczi, F., Tóth, Z., 2006: A sugárzásátvitel fizikája és a sugárzási kényszerek szerepe a légkördinamikai modellekben, A 31. Meteorológiai Tudományos Napok előadásai. Országos Meteorológiai Szolgálat, 193-206. p.
- Nagy, Z., 2005: Budapest globálsugárzási adatsora. Légkör, 50(4), 2-7. p.
- Nagy, Z., 2014: Napfénytartam globálsugárzási adatokból történő számításának módszertana. Légkör 59(4), 175-176. p.
- Németh, P., Tóth, Z., Nagy, Z., 1996: Effect of weather conditions on UV-B radiation reaching the earth's surface. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 32, 177-181. p.
- Szentimrey, T., Bihari, Z., Lakatos, M., Szalai, S., 2011: Mathematical, methodical questions concerning the spatial interpolation of climate elements, Időjárás, 115(1-2), 1-11. p.
- Tompa, A., 2011: A daganatos betegségek előfordulása, a hazai és a nemzetközi helyzet ismertetése, Magyar Tudomány, 172(11), 1333-1346. p.
- Tóth, Z., 2008: Az elektromágneses sugárzás hatása az emberi szervezetre. In: Emberpróbáló időjárás, Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, 70–112. p.
- Tóth, Z., 2009: A légkör rövidhullámú sugárzásátbocsátásának hosszú távú változása Budapest felett, Magyar Tudomány, 170(4), 428-440. p.
- Wallace, J. M., Hobbs, P. V., 2006: Atmospheric Science, International Geophysics Series, 92, Elsevier Academic Press, 483 p.

INTERNETES:

[1 – Légköri sugárzástan jegyzet]

http://nimbus.elte.hu/~acs/pdf/OKTATAS/legkori_sugarzastan.pdf

[2 – Levegőkémia jegyzet]

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/AtmosphericChemistry/book.pdf>

[3 – UV Index for the Public]

http://www.bag.admin.ch/uv_strahlung/10652/10682/index.html

[4 – OMSZ humánmeteorológia]

<http://www.met.hu/idojaras/humanmeteorologia/uv-b/>

[5 – Levegőkörnyezet és emberi tevékenység]

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/20100012_levegokornyezet/ch06s06.html

[6 - Környezeti kommunikáció]

<https://kornygazd.wordpress.com/a-tananyag/kornyezeti-kommunikacio/>

[7 – Kérdőíves vizsgálatok]

http://janus.ttk.pte.hu/tamop/kaposvari_anyag/kontra_jozsef/ch03s03.html

[8 – Napsugárzásvédelmi Tudományos Testület]

<http://www.napsugarzas.hu/index.php/testuelet/2-napsugarzasvedelmi-tudomanyos-testuelet>

[9 – Népszámlálási adatok]

http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_teruleti_00

[10 – Meteorológiai műszerek és mérőrendszerek]

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/MeteorologiaiMuszerekEsMerorendszerek/book.pdf>

[11 – Arc GIS szoftver]

<http://www.esri.com/>

[12 – Spline-interpoláció]

http://www.geod.bme.hu/gtoth/doktmat/Spline_int.pdf

[13 – Meteorológiai alapismeretek]

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/MeteorologiaAlapismeretek/index.html>

[14 – COST 713]

http://www.cost.eu/COST_Actions/essem/713

[15 – COST 726]

<http://www.cost726.org/>

[16 – COST ES1207]

<http://www.eubrewnet.org/cost1207/>

8. Függelék

1. Függelék

A népesség UV sugárzással kapcsolatos tájékozottságának felmérése

Kedves Ismerősöm! Kedves Idegen!

Az ELTE földtudományi alapképzésére járok, meteorológia szakirányon tanulok. Ennek a kérdőívnek kitöltése nagy segítséget jelentene a szakdolgozatomhoz! Ha esetleg valakit érdekelne a kutatás eredménye, szívesen megosztom, amint készen van. (Kérem az uvfelmeres@gmail.com címre jelezzenek az érdeklődők.) A kérdőív anonim.

Nagyon szépen köszönöm a segítséget!

További szép napot:
Dávid Réka

1. Az Ön neme: *

- Férfi
- Nő

2. Ön melyik korcsoportba tartozik? *

- 18 alatt
- 18-25
- 26-29
- 30-39
- 40-49
- 50+

3. Milyen végzettséggel rendelkezik? Ha még tanul, kérem azt az intézményt jelölje meg, ahova éppen jár! *

- 1. 8 általános
- 2. szakközép iskola
- 3. középiskola
- 4. érettségi
- 5. főiskola
- 6. egyetem
- Egyéb:

4. Az Ön lakóhelye: *

- 1. község
- 2. kisváros
- 3. középváros

- 4. nagyváros
- 5. főváros
- Egyéb:

5. Tudja-e milyen KÁROS hatásai vannak az UV sugárzásnak? (Ha igen, kérem soroljon fel néhányat!)*

6. Tudja-e milyen KEDVEZŐ hatásai vannak az UV sugárzásnak? (Ha igen, kérem soroljon fel néhányat!)*

7. Ön szerint melyik igaz az UV riasztással kapcsolatban? *

- 1. Ha az UV Index előrejelzés 8-nál nagyobb értéket jelez, még nyugodtan tartózkodhatunk a Napon, csak a kisgyermekek bőrét javasolt fényvédő krémmel védeni.
- 2. Az extrém UV sugárzási szint 8-as UV Indexről kezdődik, ilyenkor lehetőleg 11-15 óra között ne tartózkodjunk a Napon, a nagyon érzékeny bőr, akár 10-15 perc alatt is leéghet.
- 3. Nem ismerem az UV riasztásokat.
- Egyéb:

8. Tudja-e, hogy mit jelölnek az UV index kategóriák?

- 1. Az UV sugárzás erősségét.
- 2. Hány percig lehet a Napon tartózkodni (megmondja az index szám).
- 3. Nem hallottam még róla.
- Egyéb:

9. Hallott már az ózonlyukról? Ha igen, kérem jelölje az Ön szerint helyesnek ítélt választ! *

- 1. Nem tudom mi az az ózonlyuk.
- 2. Az ózonpajzs olyan része, ahonnan antropogén hatások következtében (pl. freonok) teljesen eltűnt az ózon.
- 3. Az ózonréteg olyan tartománya, ahonnan az erős gravitáció miatt még a fény se tud távozni.
- 4. Az ózonlyuk az ózonréteg elvékonyodott része.
- Egyéb:

10. Tudja-e, hogy milyen bőrtípusba tartozik? *

- 1. kelta = vöröses vagy szőke haj, világos bőr, világoskék vagy zöld szem, gyakran szeplős bőr
- 2. észak-európai = világos vagy közép szőke haj, kék, szürke vagy zöld szem
- 3. közép-európai = sötétszőke vagy barna haj, barna szem, enyhén barnás bőr
- 4. dél-európai = sötétbarna vagy fekete haj, sötét szem, erősen barnás arc

- 5. nem tudom
- Egyéb:

11. Használ-e fényvédő krémet (naptejet)? *

- 1. Igen, fizikai fényvédő hatású krémet.
- 2. Igen, kémiai fényvédő hatású krémet.
- 2. Igen, de nem tudom milyen.
- 3. Igen, de nem túl gyakran.
- 4. Nem használlok.
- Egyéb:

12. Meg tudná fogalmazni, hogy mit jelent a fényvédő krémeken a faktorszám? *

13. Használ-e valamilyen fizikai védelmet, ha igen, melyet? (Pl.: sapka, hosszú ujjú felső, napszemüveg) *

14. A nyári hónapokban egy munkanapon átlagosan hány órát szokott csúcsidőben (11-15 óra között) a napon tölteni? (óra/nap) *

15. A nyári hónapokban egy hétvégi napon átlagosan hány órát szokott csúcsidőben (11-15 óra között) a napon tölteni? (óra/nap)? *

16. Le szokott égni a napon? *

- 1. nem
- 2. Ritkán előfordul.
- 3. Igen, egyszer a szezonban úgyis le kell égni, hogy utána védett legyek.
- 4. Gyakran le szoktam égni, érzékeny a bőröm.
- Egyéb:

17. Anyajegyeit szokta-e vizsgál(tat)ni? Amennyiben magának vizsgálja, kérem írja az "egyéb" mezőbe, hogy milyen szempontok alapján! *

- 1. Igen, bőrgyógyással vizsgáltatom minden évben.
- 2. Igen, már volt, hogy megnéztettem bőrgyógyással.
- 3. Nem kísérem különösebben figyelemmel.
- 4. Saját magam vagy családtagom vizsgálja.
- Egyéb:

18. Jár szoláriumba? * (0-egyáltalán nem, 5-heti több alkalommal is)

0 1 2 3 4 5

19. Tart az UV sugárzás következményeitől? Kérem indokolja röviden! *

Él-e a Nap?

A Napot sokan egy izzó gázgömbnek gondolják, amelynek fénye és melege nélkül elképzelhetetlen az élet a Földön. Ebben a megközelítésben az ábrázolásokon a Nap fizikai tulajdonságai jelennek meg. Mások úgy gondolják, hogy a Nap - az élet tág értelmezésében - él, fényével és melegével tartja fenn az életet a Földön, ezért a Napot emberhez hasonló arccal, leggyakrabban mosolygós arccal, ábrázolják.

A. Kérjük, hogy 1-10-es skálán jelölje meg, hogy mennyire tartja elfogadhatónak a következő megközelítést: A Nap egy izzó gázgömbnek tekinthető. (Ha nem kíván válaszolni, kérem ne jelöljön semmit! 0-nem tudom, 1-egyáltalán nem értek egyet, 10-teljes mértékben egyetértek)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

B. Kérjük, hogy 1-10-es skálán jelölje meg, hogy mennyire tartja elfogadhatónak a következő megközelítést: A Nap - az élet tág értelmezésében - él. (Ha nem kíván válaszolni, kérem ne jelöljön semmit! 0-nem tudom, 1-egyáltalán nem értek egyet, 10-teljes mértékben egyetértek)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

