

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



**ЗБОРНИК
РАДОВА**

**XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
Сребрно језеро
27- 29. септембар 2017. године**

**Београд
2017. године**

**SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION OF
SERBIA AND MONTENEGRO**



PROCEEDINGS

**XXIX SYMPOSIUM DZZSCG
Srebrno jezero
27- 29. September 2017**

**Belgrade
2017**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
27-29.09.2017.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Др Борислав Грубор

Уредници:

Др Јелена Станковић Петровић
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-144-3

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Јелена Станковић Петровић, Гордана Пантелић

Штампа:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2017.

KONTINUALNO MERENJE UV ZRAČENJA I OZONA U SRBIJI

Predrag KOLARŽ¹, Zoran MIJATOVIĆ², Aleksandar VLAJIĆ³

1) *Univerzitet u Beogradu, Institut za fiziku, Beograd, Srbija, kolarz@ipb.ac.rs*

2) *Univerzitet u Novom Sadu, Departman za fiziku, Prirodno matematički fakultet,*

Novi Sad, Srbija, mijat@uns.ac.rs

3) *NVO, GRES - Grupa za razvoj ekološke svesti, Beograd, Srbija,*

arborea.hyla@gmail.com

SADRŽAJ

UV zračenje se u Srbiji meri nezavisno u Beogradu i Novom sadu već duži niz godina. Radi bolje informisanosti stanovništva ova merenja su kroz projekat nevladinih organizacija pod nazivom „Ozonizacija“ objedinjena i uniformisana te su sada svima dostupna preko sajta <http://www.uv-srbija.rs> i aplikacije za android mobilne telefone „UV indeks Srbija“. Podaci Indeksa UV zračenja se obnavljaju na svakih pola sata dok se podaci za koncentraciju stratosferskog ozona iznad novog sada odnosno Srbije daju dnevno. Vrednosti UV indeksa se prikazuju grafički, a na sajtu je dato detaljno objašnjenje o tome šta UV indeks predstavlja, koje su vrednosti opasne, kako se zaštititi od preteranog izlaganja Sunčevom zračenju i kako se proračunava faktor zaštite (SPF) krema za sunčanje.

1. UVOD

Globalna svest o tome da su antropogeni uticaji na životnu sredinu izazvali poremećaje ekološke ravnoteže, izazivanjem i destabilizacijom dugoročnih procesa velikih razmera, razvijena je tek u drugoj polovini 20. veka. Danas su već identifikovane najznačajnije posledice globalnog (planetarnog) karaktera i među njima su dominantni procesi: slabljenje (stanjivanje) ozonskog omotača sa pojavljivanjem ozonskih rupa i promena klime – globalno zagrevanje atmosfere. Ova dva procesa su u stalnoj uzročno – posledičnoj interakciji i uzrokuju druge štetne efekte na sredinu i živi svet na Zemlji (kisele kiše, smanjivanje šumskih površina, širenje pustinja, smanjivanje biološke raznovrsnosti, uticaj na zdravstveno stanje ljudi, promene globalne epidemiološke slike, itd.). Stanjivanje stratosferskog sloja ozonskog omotača identifikovala je Svetska meteorološka organizacija (WMO) 1970. godine, a glavni krivac je proces katalitičke destrukcije hemijskim elementima pod nazivom halogeni. Glavni izvori halogena koji vrše fotodisocijaciju su rashladne tečnosti, rastvarači industrijski stvoreni raspršivač i sredstva za rasšrivanje pene (CFCs, HCFCs, freons, halons). Nakon ovoga sledi unapređenje čitavog sistema monitoringa ozona i sunčeve radijacije, posebno ultraljubičastog (UV) dela solarnog spektra čiji se intenzitet pojačava sa slabljenjem ukupnog ozona u atmosferi. Tada započinju i vrlo kompleksna i opsežna istraživanja uzroka i procesa vezanih za ovu pojavu, kao i posledica ove pojave po živi svet. Rezultat monitoringa i istraživanja je bio donošenje Međunarodne konvencije o zaštiti ozonskog omotača (UNEP- Beč, 1985) i Međunarodnog protokola o supstancama koje slabe ozonski omotač (UNEP- Monreal, 1987), koje je potpisala i naša država. Navedena međunarodna regulativa, naročito od 90-tih godina 20. veka, se uspešno sprovodi posebno u razvijenim zemljama, ali trend slabljenja ozonskog omotača nije u potpunosti zaustavljen do danas. U srazmeri sa slabljenjem ozonskog omotača povećava se intenzitet UV zračenja (kao posledica smanjene apsorpcije UV zraka od strane ozona) koji štetno

deluje na čitav živi svet, na zdravlje ljudi, a i na određene veštačke materijale. Iz ovih razloga, organizacije UN (Svetska zdravstvena organizacija – WHO, Svetska meteorološka organizacija – WMO, Program UN za životnu sredinu – UNEP i Međunarodna komisija za zaštitu od nejonizujućeg zračenja – ICBIRP), upućuju 1995. godine preporuku vladama svih zemalja da koriste UV indekse radijacije – UVI (koje su definisale ove četiri organizacije) u obeštavanju javnosti o stanju i potrebnim merama zaštite [1]. Ova preporuka, ponovljena je 1998. godine, kada je standardizovana formulacija ultravioletnog indeksa radijacije (UVI) na bazi referentnog spektra pojave eritema na koži čoveka u zavisnosti od talasne dužine UV, prema referenci Međunarodne komisije za iluminaciju – CIE [2].

2. OZONSKI OMOTAČ

Ozonski omotač, jedan je od slojeva zemljine atmosfere koji sadrži preko 91% ozona (O_3). Nastaje i nestaje fotohemijskim reakcijom UV zračenja i kiseonika. UV-A zračenje, opsega talasnih dužina od 315 do 400 nm, u potpunosti prolazi kroz ozonski omotač, dok sunčevu svetlost kraćih talasnih dužina UV-B opsega (280 - 315 nm) apsorbuje u velikoj meri 93 - 99%, a u potpunosti apsorbuje UV-C opseg (100 - 280 nm) deo UV Sunčevog spektra. Iz tog razoga je ozonski omotač od neprocenjivog značaja za živi svet na Zemlji. Naime, fotoni ovog dela spektra imaju dovoljnu energiju i sa velikom veratnoćom razaraju DNK i druge organske molekule. Prisustvo ovog zračenja u Sunčevom zračenju bi potpuno promenilo oblike života na Zemlji. Ozonski omotač se prostire u donjem sloju stratosfere od 10 do 50 kilometara iznad Zemljine površine. Njegova debljina varira u zavisnosti od lokacije i godišnjeg doba (najdeblji u proleće, a najtanji u jesen). Osim "dobrog" stratosferskog postoji i "loš" troposferski ozon, u najnižim slojevima atmosfere u kojima se odvijaju sve životne aktivnosti. On nastaje kao posledica zagađenja atmosfere i sastavni je deo urbanog smoga.

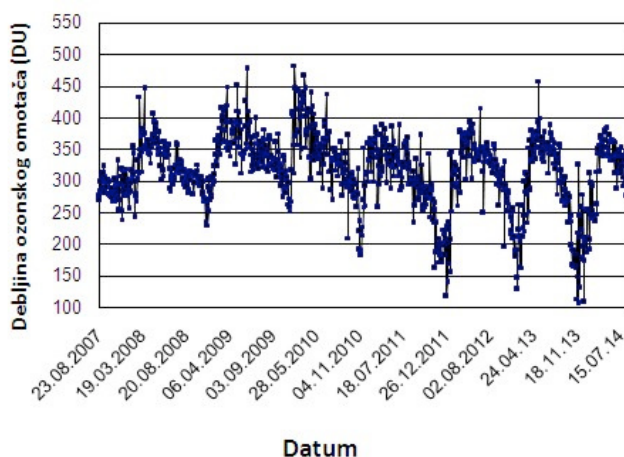
Dobson je jedinica za izražavanje količine atmosferskog ozona. Ukupna količina ozona u vertikalnom stubu vazduha se izražava kao debljina sloja ozona kada bi stub bio sabijen na standardni pritisak (1 atmosfera) pri temperaturi od $0^{\circ}C$. Sloj debljine 0.01 mm odgovara 1 Dobsonu. Prosečna vrednost debljine ozonskog omotača je oko 300 Dobsona, a iznad Evrope ta vrednost je oko 350, tj. debljina ozona je 3.5 mm. Vrednost od 220 Dobsona se smatra za kriterijum ozonske rupe, jer niža vrednost od nje nije zabeležena u posmatranjima pre 1979. godine. Reč "rupa" je zapravo metafora za deo atmosfere u kojem je koncentracija ozona ispod 220 Dobsonovih jedinica.

Ozon se u stratosferi kontinualno proizvodi i razlaže pod dejstvom UV zračenja. Ispuštanjem u atmosferu supstanci koje ovaj proces remete dolazi do stanjivanja ovog sloja i do povećavanja intenziteta UV-B zračenja na Zemlji. Supstance koje uništavaju ozon su: potpuno halogenovani ugljovodonici (CFC), hlorofluorougijovodonici (HCFC), haloni, metil bromidi, karbon tetrahloridi, metil hloroformi i drugi. One su korišćene u rashladnim tečnostima, pesticidima, raspršivačima, sredstvima za gašenje požara i sl. Kada se jednom ispuste u atmosferu ove supstance se vrlo sporo degradiraju i kreću se kroz atmosferu dok ne stignu do stratosfere gde se pod dejstvom UV zračenja razlažu otpuštajući atome hlora i broma. Naučnici procenjuju da jedan atom hlora može da uništi oko 100 000 molekula ozona. U srazmeri sa stanjivanjem ozonskog omotača neprekidno se povećava intenzitet UV-B zračenja koji štetno deluje na čitav živi svet, na zdravlje ljudi i na određene veštačke materijale.

Osamdesetih godina prošlog veka je postalo jasno da se iznad Zemljinih polova stanjuje ozonski omotač i industrijsko загађење je označeno kao glavni krivac. U skladu sa time je u Montralu 1987. godine uz pomoć Programa UN za zaštitu životne sredine (United Nations Environment Programme) potpisan Montrealski protokol o supstancama koje oštećuju ozonski omotač. Ovaj protokol je potpisalo 197 zemalja među kojima i naša.

2.1 MONITORING DEBLJINE OZONSKOG OMOTAČA

Zahvaljujući međunarodnom FP-6 projektu, koji je dobio PMF u Novom Sadu, nabavljen je instrument Solar Light Microtops II za merenje debljine ozonskog omotača. Merenja su počela 23. avgusta 2007. godine. Merenja je moguće vršiti samo tokom vedrih dana i to je razlog zašto nedostaju vrednosti za neke dane. Na slici 1, prikazana je promena debljine ozonskog omotača iznad Novog Sada za period 23. avgust 2007. – 15. jula 2014. godine. S obzirom da se pod ozonskom rupom smatra oblast ozonskog omotača čija je debljina ispod 220 DU (dobsonove jedinice), sa slike se može zaključiti da je u ovom vremenskom periodu debljina ozonskog omotača uglavnom bila znatno iznad te vrednosti.



Slika 1. Promena debljine ozonskog omotača iznad Novog Sada. Merenja su vršena Departman za fiziku, PMF u Novom Sadu (GPS koordinate: 45.245, 19.853)

3. UV ZRAČENJE

UV zračenje je podeljeno na tri podopsega:

UV-A (315 - 400 nm), nije biološki aktivno, intenzitet se ne menja sa koncentracijom ozona. Prodire u dublje slojeve kože, vrši indirektna oštećenja, a prekomerno izlaganje je podjednako štetno kao i izlaganje UV-B zračenju.

UV-B (280 - 315 nm), biološki je aktivno, intenzitet zavisi od debljine ozonskog omotača. Oko 90% UV-B zračenja je apsorbovano od strane atmosfere. Apsorbuje se u površinskom sloju kože gde vrši direktna oštećenja.

UV-C (100 - 280 nm), kompletno se apsorbuje u atmosferi i praktično se ne opaža na površini Zemlje. Često se zove i sterilizujuće zračenje, jer se koristi u industrijskim pogonima.

3.1. DEJSTVO UV ZRAČENJA NA KOŽU

U ljudskoj koži se najveći deo zračenja apsorbuje u epidermu, tj. u površinskom sloju kože, stoga oštećenje koje je prouzrokovano UV zračenjem zavisi ne samo od intenziteta zračenja, nego i od propustljivosti epiderma. Dejstvo na kožu sastoji se u pojavi eritema (crvenilo kože) i edema (otok na koži), posle nekoliko sati od izlaganja. Izvesno vreme nakon početne upale kože ili pojave eritema, povećava se količina kožnog pigmenta melanina, kao prirodni odgovor organizma. Melanin služi kao zaštitni sloj od dejstva UV zračenja i uzrokuje tamnjenje kože.

Osetljivost kože na Sunčevo zračenje zavisi od njene pigmentacije, tj. od količine melanina u epidermu. Prema tome izvršena je podela na ukupno 6 fotobioloških tipova kože, a na našem podneblju on je uglavnom između 3 i 4. Za nastanak sunčevih opekotina presudna je dilatacija krvnih sudova koji se nalaze upravo ispod tog površinskog sloja i ta dilatacija se manifestuje kao crvenilo kože ili eritem. Da bi se na prosečnoj koži čoveka dobila minimalna primetna eritemna reakcija, potrebno je izložiti UV-B zračenju od 1 MED, što je u medicini poznato kao minimalna eritemalna doza (minimal Erythema Dose, MED). Ta vrednost zavisi od tipa kože i data je u tabeli 1, koja je bazirana na izlaganju od 3 MED-a ljudske kože koja ranije nije bila izlagana Sunčevom tj. UV zračenju.

Tabela 1. Opisi fototipova kože i njeno ponašanje pri osunčavanju

Fototip kože	Neizložena boja kože	MED opseg (mJ/cm ²)	Osetljivost na UV zračenje	Pregorevanje ili tamnjenje
I	bela	15 - 30	vrlo osetljiva	Uvek lako pregori, nikad ne potamni
II	bela	25 - 40	vrlo osetljiva	Uvek lako pregori, potamni malo uz teškoće
III	bela	30 - 50	osetljiva	Minimalno pregoreva, tamni postepeno i uniformno
IV	svetlo braon	40 - 60	umereno osetljiva	Minimalno pregoreva, uvek dobro potamni
V	braon	60 - 90	minimalno osetljiva	Retko pregoreva, obimno tamni (tamno braon)
VI	tamno braon ili crna	90 - 150	neosetljiva ili jedva osetljiva	Nikad ne pregoreva, obilno tamni (crna)

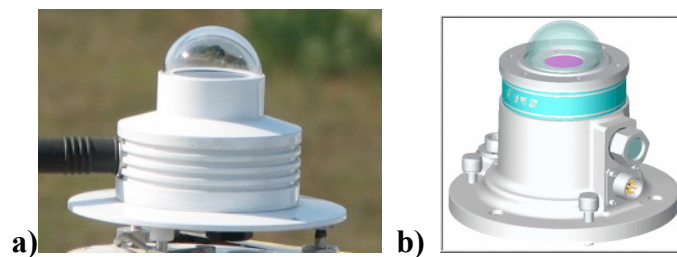
3.2. DEJSTVO UV ZRAČENJA NA OČI

Kod organa vida rožnjača i sočivo u velikoj meri apsorbuju UV zračenje. Pri tome rožnjača upija zračenje talasnih dužina do 300 nm, a sočivo talasne dužine od 295 do 400 nm. Očna tečnost je praktično prolazna za UV zračenje i ne štiti sočivo. Rožnjača je relativno otporna na UV zračenje i u prirodnim uslovima ne strada. Izuzetak predstavlja "snežno slepilo" (ophthalmia nivea), koje naročito nastaje u planinama prekrivenim snegom (visok albedo) gde je nivo zračenja izuzetno visok. Eksperimentalno je utvrđeno da prag traumatske doze za rožnjaču zavisi od talasne dužine. Najopasnije je oštećenje endotela rožnjače zbog toga što endotelijalne ćelije kod čoveka ne raspolazu regenerativnom sposobnošću (starenjem se njihov broj smanjuje). Profesionalno oštećenje sočiva izazvano višegodišnjom akumulacijom povreda UV zračenja kod lica koja se svakodnevno izlažu produženom dejstvu prirodnog ili veštačkog zračenja (mornari, zemljoradnici, radnici koji rade na planinama) nije teško sprečiti nošenjem naočara za sunce, koje upijaju ili odbijaju UV zrake.

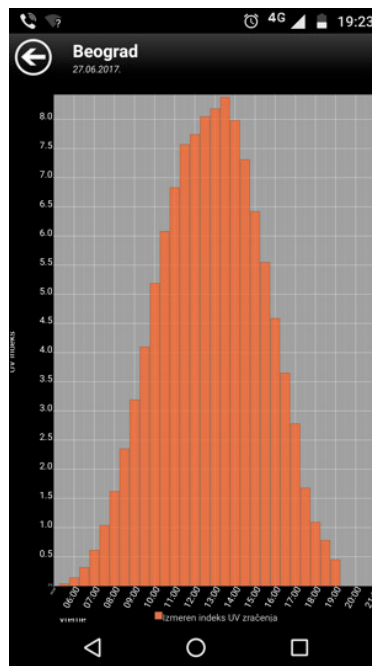
3.3. UV INDEKS

UV indeks, koji se koristi za obaveštavanje javnosti, je relativna jedinica (bezdimenzionalna) i vrednosti se kreću od 0 pa naviše [4]. Ovo daje mogućnost da osobe sa različitim fotobiološkim tipovima kože mogu da uspostave odnos UV-indeksa sa individualnom reakcijom svoje kože. Prognoza i objavljivanje UV-indeksa daje mogućnost da se individualno ponašanje prilagodi predviđenom i trenutnom UV-intenzitetu [3].

Na području grada Beograda i Novog Sada se duži niz godina unazad vrše merenja UV zračenja dok se u Novom Sadu (Priroidno-matematički fakultet) vrše i redovna merenja debljine ozonskog omotača. Merači UV zračenja su postavljeni na Institut za fiziku u Beogradu (Solar 501 UV biometer) i kampusu Univerziteta u Novom Sadu (Yankee Environmental System (YES) UVB-1 biometer) u Novom Sadu (slika 2). Za monitoring koristi se Solar Light Microtops II ozonemeter.



Slika 2. Instrumenti za merenje UV indeksa: a) Solar 501 UV biometer i b) Yankee Environmental System (YES) UVB-1 biometer



Slika 3. Grafički prikaz UV indeksa na dan 27.06.2017. godine adaptiran za android operativne sisteme

Treba napomenuti da su podaci koje se dobijaju spomenutim merenjima jedini relevantni podaci koji se mogu naći u Srbiji. Svi instrumenti koji se koriste i protokoli koji se primenjuju su standardizovani u skladu sa preporukama Svetske meteorološke organizacije (WMO).

Vrednost UV indeksa se menja tokom dana, ali i tokom godine. UV indeks počinje da raste izlaskom sunca da bi tokom tokom dana, oko 13 časova dostigao maksimalnu vrednost, a zatim opada. Na slici 3 je prikazana dnevna promena UV indeksa za vedar dan (27.06.2017). Sa ove slike se vidi da približno polovinu maksimalne dnevne vrednosti UV indeks dostiže oko 10 časove, a na tu vrednost opadne oko 16 časova. U tom periodu dana se emituje oko 80% ukupne dnevne doze UV zračenja. Doza zračenja se definiše kao proizvod snage zračenja po kvadratnom metru (W/m^2) i vremena (s). Jedinica doze zračenja je J/m^2 . Dnevna doza jako zavisi od oblačnosti tokom dana. Za dane koji su delimično ili potpuno oblačni, dnevna doza je manja nego što bi bila da je dan vedar.

Krajem zime i početkom proleća vrednost UV indeksa raste, da bi maksimum dostigla u periodu kraj juna - početak jula. Posle toga intenzitet UV zračenja opada, da bi od polovine novembra vrednost UV indeksa pala na vrednost ispod 1.

Merenja u koja se poslednjih godina vrše u Institutu za fiziku, Beograd i Departmanu za fiziku, Prirodno matematičkog fakulteta u Novom sadu, pokazuju da UV indeks na našem podneblju prelazi vrednost 9 tokom juna i jula. Organizacije pri UN su dale sledeću kategorizaciju UV-indeksa prikazanu u tabeli 2.

Tabela 2. Kategorizacija UV indeksa

INDEKS UV	KATEGORIJA	IZLAGANJE SUNCU
11 i više	Ekstremna	Ekstremna zaštita
8 do 10	Vrlo visoka	Ekstremna zaštita
6 do 7	Visoka	Potrebna zaštita
3 do 5	Srednja	Potrebna zaštita
1 i 2	Niska	Slobodno

Rezultati višegodisnjih merenja UV indeksa, slično kao vrednosti debljine ozonskog omotača tokom leta, ne pokazuju značajna odstupanja maksimalnih vrednosti iz godine u godinu. Maksimalne registrovane godišnje vrednosti UV indeksa se svake godine kreću između 8 i 9, doko su vrednosti debljine ozonskog omotača tokom leta u proseku nešto ispod 400 DU.

Zahvaljujući projektu "Ozonizacija" finansiranog od strane UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization*), a povodom Međunarodnog dana zaštite ozonskog omotača (16. septembra 2014. godine), stanovnici Beograda i Novog Sada već 4 godine unazad mogu da prate trenutne vrednosti UV indeksa na sajtu: www.uv-srbija.rs kao i pomoću android aplikacije "UV Indeks Srbija" koja se na telefone instalira pomoću *Play store* aplikacije.

Osnovni cilj projekta je informisanje stanovništva o opasnostima od izlaganja UV zračenju i podizanje nivoa svesti o važnosti praćenja informacija o indeksu zračenja, izbegavanju nepotrebnog izlaganja ili izlaganja u vreme najjačeg zračenja i važnosti korišćenja zaštite za kožu i oči. Isto tako je važna i laka preglednost i dostupnost "on

line” podataka na mobilnim sredstvima komunikacije kao i izrada centralne baze podataka.

Podaci dobijeni mernjima na ova dva merna mesta su deo evropskih merenja i njihovi rezultati su zajedno sa rezultatima svih ostalih merenja UV zračenja u Evropi nedavno prihvaćeni za štampanje u časopisu Photochemical & Photobiological Sciences (M22) pod naslovom UV Index monitoring in Europe [5].

3.4. INFORMISANJE JAVNOSTI

Edukovanost stanovništva o važnosti zaštite od štetnog delovanja ovog dela Sunčevog spektra na ljudsku kožu i oči je u našoj zemlji na vrlo skromnom nivou. Stanovništvo zaštitu vrši po subjektivnom osećaju u želji da svoj ten učini tamnijim ne znajući da li to čini ispravno ili ne i nemajući nikakve podatke niti znanje o zdravstvenim posledicama. Posledica toga je da, prema nezvaničnim podacima dermatologa, broj malignih melanoma kože drastično raste iz godine u godinu.

Ova aktivnost je možda i najvažnija u procesu zaštite od štetnih dejstava UV zračenja, bez obzira na izvor iz kog ono dolazi. Informisanje mora biti kratko i jasno, putem svih raspoloživih medija – pisanih, elektronskih, panela i bilborda, ali i putem interneta gde stanovništvo može pristupiti trenutnim vrednostima UV indeksa. Osim toga, vrlo važnu ulogu ima i edukacija stanovništva, posebno mlade populacije i dece, koja bi se mogla sprovoditi u osnovnim i srednjim školama na časovima posvećenim zaštiti životne sredine. Na žalost, ta aktivnost kod nas nije razvijena.

Koža i oči su organi na ljudskom telu koji su najčešće izloženi UV zračenju stoga se najveća pažnja posvećuje njihovoj zaštiti. Ispitivanja su pokazala da adekvatna UV zaštita može u 70% slučajeva da predupredi rak kože. Smatra se da se koža najbolje štiti odećom, a delove tela koji nisu zaštićeni odećom treba mazati zaštitnim kremama. Međunarodne preporuke kažu da treba koristiti kremu sa zaštitnim faktorom 15 i primenjivati je na svaka 2 sata kao i svaki put posle plivanja. Posebnu pažnju treba obratiti na osetljive delove tela koji su više ili pod direktnijim uglom izloženi Sunčevom zračenju.

Najvažnija mera zaštite je izbegavanje izlaganja suncu onda kada je ono najopasnije (od 10 do 16 časova) i redovno praćenje i informisanje o intenzitetu UV zračenja i pridržavanje preporuka o prevenciji njegovog štetnog dejstva.

Vrednosti UV indeksa i preporuke za prevenciju štetnog dejstva tj. zaštite:

a) *Minimalan* - 0, 1, 2

Ova kategorija predstavlja minimalnu opasnost od UV zračenja. Većina ljudi može ostati na suncu i više od 1 sat, a da ne dobije opekotine. Pri dužim boravcima napolju preporučuje se upotreba naočara za sunce. Ljudi sa vrlo osetljivom kožom (tip 1) i novorođenčad treba da povedu računa o zaštiti od produženog boravka na suncu, sunčanim naočarima i zaštitinom kremom. Ne sme se zaboraviti na odbijeno (reflektovano) UV zračenje te se posebna opreznost preporučuje za skijaše i ljude koji borave u planinama, kao i one na moru koji trebaju posebno da zaštite područja ispod brade i nosa.

b) *Nizak* - 3, 4

UV indeks ovih vrednosti predstavlja malu opasnost od UV zračenja. Za većinu ljudi se preporučuje upotreba šešira sa širokim obodom, naočare za sunce i zaštitna krema. Osetljiva populacija još treba da doda i odeću s dugim rukavima, jer oni mogu dobiti

opekotine već posle 20 minuta izlaganja. Dobro je pratiti sopstvenu senku. Što je ona kraća, postoji veća opasnost od UV zračenja.

c) Srednji - 5, 6

Ove vrednosti predstavljaju već značajnu opasnost od UV zračenja. Za većinu ljudi se preporučuje upotreba šešira sa širokim obodom, naočara za sunce, zaštitne kreme i odeće sa dugim rukavima. Osjetljiva populacija može da dobije opekotine za manje od 20 minuta, pa se ne preporučuje izlaganje novorođenčadi suncu u vremenu od 10 do 16 sati. Ukoliko ovakve osobe borave ili rade na otvorenom treba da zaštitite vrlo osjetljiva područja kao što su nos, vrhovi ušiju i usne.

d) Visok - 7, 8, 9

Ove vrednosti UV indeksa predstavljaju visoku opasnost od UV zračenja. Treba smanjiti boravak na suncu između 10 i 16 sati, koristiti šešir sa širokim obodom, naočare za sunce, zaštitnu kremu i odeću dugih rukava. Ljudi sa vrlo osjetljivom kožom mogu dobiti opekotine za manje od 10 minuta. Preporuka je da novorođenčad i deca ne izlaze na sunce između 10 i 16 sati. Svakako je dobro potražiti senku, ali treba biti svestan da voda, pesak, beton, stene i sl. refleksijom mogu povećati nivo UV zračenja i na mestima koja nisu direktno izložena suncu, pa je i u senci potrebna zaštita. Dobro je koristiti odeću od gusto tkanog materijala, jer UV zraci mogu da prodru kroz tanku tkaninu.

e) Vrlo visok- 10 i više

Vrednosti UV indeksa 10 i više predstavljaju vrlo veliku opasnost od UV zračenja. Preporuka je da se maksimalno smanji boravak na otvorenom sredinom dana od 10 do 16 sati. Kao zaštita se svakako preporučuje upotreba šešira za širokim obodom, naočara za sunce, zaštitne kreme, odeće dugih rukava od gustog tkanja i izbegavanje boravka na direktnom suncu. Preporuka je da novorođenčad i deca nikako ne izlaze na sunce između 10 i 16 sati. Osjetljiva populacija može dobiti opekotine za manje od 5 minuta. Zaštitni faktor (Sun Protection Factor, SPF) je vrednost vidno istaknuta na ambalaži preparata za zaštitu od sunca koji pokazuje koliko se puta duže može boraviti na suncu uz primenu zaštitnog preparata nego bez njega, a da ne dođe do pojave crvenila (eritema) na koži.

Na primer: ukoliko je vaše lično vreme gorenja (pojavljivanja crvenila) 30 minuta i vi namažete telo zaštitnim preparatom za sunčanje sa SPF 8 to znači da možete ostati na suncu 8 puta duže tj. 4 sata, a da se ne pojavi crvenilo (eritem). Važno je napomenuti da nanošenje zaštite više puta zaredom ne povećava bezbedno vreme sunčanja tj. ne povećava SPF. Jedini način da se bezbedno vreme sunčanja produži je korišćenje kreme sa većim SPFom. Takođe, nanošenje zaštite se ne prenosi na sledeći dan već traje samo tog dana kada je nanoseno i to ukoliko nije mehanički skidano ili spirano.

4. ZAKLJUČAK

UV indeks je veličina koja omogućuje informisanje javnosti o intenzitetu Sunčevog UV zračenja u odnosu na fotobiološki tip kože. Ova veličina je oznančena od strane WHO pre više od 20 godina, dok se u Srbiji (Beogradu i Novom Sadu) meri već više od 10 godina i podaci se objavljuju na lokalnim internet stranicama. Svetska iskustva su pokazala da je prevencija odnosno pravovremeno izveštavanje javnosti o preteranom izlaganju Sunčevom UV zračenju kao i zaštiti najbolja prevencija raka kože i oštećenja očiju. Obzirom da doskorašnja informisanost javnosti putem lokalnih internet stranica nije bila dovoljna, merenja u ova dva grada su objedinjena kroz projekat „Ozonizacija“ i

objavljaju se pomoću android aplikacije (UV indeks Srbija) i jedinstvene internet stranice (<http://www.uv-srbija.rs/>), a izmerene vrednosti se beleže na svakih 30 minuta. Uz podatke UV zračenja, objavljaju se i vrednosti debljine stratosferskog ozonskog omotača iznad Novog Sada kao i opširan tekst sa svim objašnjenjima vezanim za UV indeks, načine i sredstva zaštite od Sunčevog zračenja. Osim merenja i rezervne akvizicije podataka, vrši se i provera modela prognoze UV zračenja [6], godišnja interkomparacija instrumenata, kao i poređenja izmerenih vrednosti UV indeksa u ova dva grada. Poređenja vrednosti UV indeksa su pokazala veliku sličnost podataka čija disperzija zavisi uglavnom od lokalnih meteoroloških parametara (oblačnost i optička zamućenost atmosfere) kao i fizičke osobine UV zračenja, kao zračenja najkraće talasne dužine u atmosferi, da se rasejava.

5. LITERATURA

- [1] WMO-GAW, Report of the WMO Meeting of Experts on UV-B Measurements, Data Quality Control and Standardization of UV Indices, Rep. No. 95,1994.
- [2] F. McKinley and B.L. Diffey, CIE Journal 6,1987, 17.
- [3] Z. Mijatović, Lj. Čonkić, S. Miljković: UV zračenje, izvori, osobine, efekti i zaštita; Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2002.
- [4] WMO-GAW, Report of the WMO-WHO Meeting of Experts on Standardization of UV Indices and their Dissemination to the Public, July 1997.
- [5] Schmalwieser, A., Gröbner, J., Klotz, B., Blumthaler, M., De Backer, H., Bolsee, D., Werner, R., ... Kolarž, P., Mijatović, Z., et al., *UV Index monitoring in Europe*, Photochem. Photobiol. Sci., DOI: 10.1039/C7PP00178A, 2017.
- [6] S. Malinović, D.T. Mihailović, D. Kapor, Z. Mijatović, I.D. Arsenić, NEOPLANTA: a short description of the first Serbian UV index model. J Appl. Meteorol. Climatol. 45:1171–1177, 2006.

CONTINUAL MEASUREMENTS OF UV RADIATION AND OZONE I SERBIA

Predrag KOLARŽ¹, Zoran MIJATOVIĆ², Aleksandar VLAJIĆ³

1) *Univerzitet u Beogradu, Institut za fiziku, Beograd, Srbija, kolarz@ipb.ac.rs*

2) *Univerzitet u Novom Sadu, Departman za fiziku, Prirodno matematički fakultet, Novi Sad, Srbija, mijat@uns.ac.rs*

3) *NVO, GRES - Grupa za razvoj ekološke svesti, Beograd, Srbija, arborea.hyla@gmail.com*

ABSTRACT

UV radiation in Serbia is measured independently in Belgrade and Novi Sad for many years. For better public information, these measurements are unified and uniformed through the project of non-governmental organizations named "Ozonisation", and are now available on the website <http://www.uv-srbija.rs> and applications for Android mobile phones "UV index Serbia". Data of UV Index are updated every half hour, while the data for the concentration of stratospheric ozone above the Novi Sad, i.e. Serbia, are given daily. The UV index values are displayed graphically, and the site provides a detailed explanation of what the UV index represents, which index values are dangerous, how to protect against excessive exposure to sunlight, and how the sun protection factor (SPF) is calculated.