

МОГУЋЕ ВРЕДНОСТИ UV ИНДЕКСА НА ТЕРИТОРИЈИ СРБИЈЕ

Милорад ЛЕТИЋ

Институт за биофизику, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод UV индекс је показатељ изложености људи сунчевом ултраљубичастом (UV) зрачењу, чије вредности су од 1 до 11 и више. С аспекта заштите од UV зрачења, дефинисане су три области вредности UV индекса и три нивоа заштите: ниске вредности UV индекса – заштита није потребна, средње вредности UV индекса – заштита се препоручује, и високе вредности UV индекса – заштита је обавезна. Вредност UV индекса првенствено зависи од висине сунца и укупног атмосферског озона.

Циљ рада Циљ рада је био да се за територију Србије одреде интервали могућих највећих вредности UV индекса током године ради једноставног одређивања нивоа потребне заштите.

Метод рада За највеће и најмање очекиване вредности укупног атмосферског озона и највеће висине сунца у појединим месецима у крајњим северним и јужним подручјима Србије одређиван је интервал могућих вредности UV индекса током године. Добијене вредности су упоређиване с прогнозама UV индекса.

Резултати Највеће вредности UV индекса на територији Србије на надморским висинама до 500 метара по ведром времену у току маја, јуна, јула и августа могу да буду 9, па и 10, и не мање од 5, односно 6. Током новембра, децембра, јануара и фебруара UV индекс може максимално да достигне вредност 4. Током марта и априла и септембра и октобра очекиване вредности су највише 7 и не мање од 3. Прогнозе UV индекса се у 98% поређења не разликују од наведених интервала.

Закључак Описан начин одређивања могућих вредности UV индекса показао је велико слагање с прогнозама, па се добијени резултати могу користити за препоруке о заштити од UV зрачења.

Кључне речи: UV индекс; Србија; ултраљубичасто зрачење

УВОД

UV индекс је показатељ изложености људи сунчевом ултраљубичастом (UV) зрачењу, које може да изазове еритем. У употребу су га 1994/95. године увеле Светска здравствена организација (СЗО), Агенција за заштиту околине (*Environment Protection Agency – EPA*), Светска метеоролошка организација (*World Meteorological Organization – WMO*) и Међународна комисија за заштиту од нејонизујућег зрачења (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP*) као средство подизања свести о постојању UV зрачења, његовом могућем штетном деловању и потреби за заштитом [1]. Скала могућих вредности индекса одређена је, ради једноставности, као низ целобројних вредности од 1 до 11 и више.

Интензитет UV зрачења на хоризонталну раван у интервалу таласних дужина од 280 nm до 400 nm множи се биолошком ефективношћу у изазивању еритема, која је различита за сваку таласну дужину из овог интервала. Укупни интензитет овако добијених вредности биолошки ефективног UV зрачења изражен у W/m^2 множи се константом $40 m^2/W$, да би се добио UV индекс као бездимензиона величина. Тако је за UV индекс 1 интензитет биолошки ефективног UV зрачења $1/40 m^2/W$, односно $25 mW/m^2$ [2].

Скала вредности UV индекса је подељена на пет области: ниског (1, 2), умереног (3, 4, 5), високог (6, 7), врло високог (8, 9) и екстремног (10, 11+) UV индекса. С аспекта заштите, постоје три степена која одговарају трима областима вредности UV индекса: први степен – заштита није потребна (UV индекс 1 и

2), други степен – заштита је потребна (UV индекс 3, 4, 5, 6 и 7), трећи степен – заштита је обавезна (UV индекс 8, 9, 10 и 11+) [1]. Постоји и нешто другачија подела: на област ниског (1-4), средњег (4-7), високог (7-9) и екстремног (више од 9) UV индекса, које директније кореспондирају са степенима заштите од UV зрачења [2].

Интензитет UV зрачења на површини земље зависи од неколико фактора који се узимају у обзир при његовом израчунавању и предвиђању. Он првенствено зависи од висине сунца, односно зенитног угла сунца, што је условљено географском ширином места за које се интензитет одређује, добом године и добом дана. Зависи, затим, од укупног атмосферског озона (изражава се у Добсоновим јединицама: *Dobson unit – DU*), надморске висине, присутних аеросола, рефлективности подлоге и облачности. Из наведених фактора види се да је UV индекс умногоме локална величина на коју надморска висина има константан утицај, а због недостатка мерених вредности, рефлективност подлоге и присуство аеросола се у процењивању UV индекса најчешће узимају као константе. Висина сунца (зенитни угао сунца) је фактор који на UV индекс утиче на потпуно предвидљив начин, укупан атмосферски озон се не може потпуно предвидети, док су степен и врста облачности делимично предвидљиви фактори. Стога се, ради веће поузданости, прогноза вредности UV индекса која се даје за сутрашњи дан најчешће даје за ведро небо, јер утицај облака може да сведе UV индекс на свега 20% вредности за ведро небо, али и да, упркос облачности, ова вредност не буде мања од вредности за ведро

небо [2]. Прогнозе дају вредност индекса за положај сунца од пола сата пре поднева до пола сата после поднева. Отуда прогнозе представљају највећу могућу вредност индекса.

Како доминантан утицај на вредност *UV* индекса има висина сунца, а остали фактори утичу тако да повећавају или смањују вредност индекса диктирану овим фактором, могуће је одредити интервале вредности које *UV* индекс може имати за одређени период у години и у току дана на некој локацији.

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се за територију Србије одреде интервали могућих највећих вредности *UV* индекса током године, да би се потребан ниво заштите од *UV* зрачења могао одредити на једноставан начин.

МЕТОД РАДА

Највећа висина сунца за први дан у сваком месецу у току године и време када је та висина достигнута одређени су помоћу калкулатора на интернет-страници NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*; <http://www.noaa.gov>), и то за 46°4' северне географске ширине (Суботица), 42°15' северне географске ширине (Југ Србије), 19°30' источне географске дужине и 23°30' источне географске дужине (крајња источна и западна подручја Србије). Просечне вред-

ности укупног атмосферског озона изнад територије Србије према мерењима у оквиру TOMS (*Tropospheric Ozone Monitoring Service*) и стандардне девијације ових вредности одређене су раније [3]. Корекција за надморску висину за север Србије није рачуната с обзиром на то да је надморска висина ове области око 100 m, што повећава *UV* индекс за мање од 1%. За југ Србије, с обзиром на надморску висину 400-500 m, на којој се налазе највећа насеља и што је најмања надморска висина ове области, *UV* индекс је повећаван за 5% [2, 4, 5]. Узета је вредност рефлективности подлоге од 3%, што је вредност за траву, а за оптичку густину атмосфере на 550 nm узета је вредност 0,2. Вредности *UV* индекса су одређиване за ведро небо.

Највећа вредност укупног атмосферског озона за појединачне месеце одређивана је као просечна вредност за тај месец увећана за две стандардне девијације, а најмања вредност као просечна вредност умањена за две стандардне девијације.

Највећа могућа вредност *UV* индекса одређивана је на југу Србије за највећу висину сунца, која може да буде или на почетку или на крају месеца, а у јуну је у току месеца, и најмању вредност укупног атмосферског озона. Уколико је најмања вредност укупног атмосферског озона у претходном или следећем месецу нижа, узимана је та вредност. Најмања могућа вредност *UV* индекса одређивана је на северу Србије за најмању висину сунца на почетку, односно на крају месеца, а у децембру у току месеца и највећу вредност укупног атмосферског озона. Уколико је највећа вредност укупног атмосферског озона у претходном

ТАБЕЛА 1. Највеће висине сунца и највеће и најмање вредности укупног атмосферског озона за поједине месеце током године.
TABLE 1. Maximal elevation of the sun and extreme total ozone column values in every month of the year.

Месец Month	Висина сунца* (°) Sun elevation* (°)		Соларно подне* Solar noon*		Укупни озон (DU) Total ozone (DU)	
	Север North	Југ South	Запад West	Исток East	Најмање вредности Minimal values	Највеће вредности Maximal values
Јануар January	21	25	11:29	11:45	288	413
Фебруар February	27	31	11:40	11:56	288	413
Март March	36	40	11:39	11:55	323	419
Април April	48	52	12:30	12:46	323	419
Мај May	59	63	12:23	12:39	322	419
Јун June	66	70	12:24	12:40	312	398
Јул July	67	71	12:30	12:46	293	370
Август August	62	66	12:32	12:48	288	344
Септембар September	52	56	12:26	12:42	271	337
Октобар October	41	45	12:16	12:32	271	320
Новембар November	30	33	11:10	11:26	271	337
Децембар December	22	26	11:15	11:31	273	384

* првог дана у месецу; * first day of the month

или следећем месецу виша, узимана је та вредност. Вредности *UV* индекса су одређиване према графикаону изолинија *UV* индекса за различите висине сунца и различите концентрације озона [5]. Резултати су заокруживани на целобројне вредности.

Овако добијене вредности су упоређиване с вредностима добијеним на основу прогнозе *TEMIS* (*Tropospheric Emission Monitoring Internet Service*; <http://www.temis.nl>) за ведро небо за подручје Београда и Лесковца, који су изабрани да представљају север и југ Србије.

РЕЗУЛТАТИ

У табели 1 дате су вредности висине сунца и времена када је та висина достигнута у крајњим источним и западним деловима Србије за први дан у месецу, као и најниже и највише вредности укупног атмосферског озона које су узимане за наведени месец. Време је дато као стандардно време, тј. кориговано на летње рачунање времена када се ово примењује. Највеће вредности висине сунца које се јављају током јуна имају исту целобројну вредност као вредности за 1. јул, па стога нису посебно навођене. У табели нису наведене ни најмање вредности висине сунца током децембра, јер минимална вредност висине сунца у овом месецу на северу Србије има исту целобројну вредност (21°) као и вредност за 1. јануар; за југ Србије је различита (24°), али није коришћена за одређивање *UV* индекса у децембру.

У табели 2 дате су највеће и најмање могуће вредности *UV* индекса за поједине месеце, односно интер-

ТАБЕЛА 2. Могуће вредности *UV* индекса у Србији у појединим месецима током године.

TABLE 2. Possible values of the *UV* index in Serbia in every month of the year.

Месец Month	Могуће вредности <i>UV</i> индекса Possible values of the <i>UV</i> Index
Јануар January	1-2
Фебруар February	1-4
Март March	2-5 (6)
Април April	3-7
Мај May	5-8 (9)
Јун June	6-9
Јул July	6-9 (10)
Август August	5-9
Септембар September	3-7
Октобар October	2-5
Новембар November	2-3
Децембар December	1-2

вали вредности у којима се налази *UV* индекс при највећој висини сунца и ведром небу. Вредности *UV* индекса су заокружене на целе бројеве. Вредности *UV* индекса наведене у заградама добијене су када је корекција од 5% због надморске висине утицала на највећу целобројну вредност *UV* индекса.

Поређењем интервала вредности *UV* индекса са прогнозираним вредностима (*TEMIS*) за 165 дана (326 прогноза) током пролећа, лета и јесени 2007. године добијено је да се прогнозирана вредност *UV* индекса не налази у предвиђеном интервалу вредности *UV* индекса у седам дана (седам прогноза).

ДИСКУСИЈА

Интервали могућих вредности *UV* индекса који су одређени за поједине месеце у 98% поређења садрже вредности *UV* индекса које су прогнозиране за дан у којем се поређење вршило. С обзиром на то да за заштиту од *UV* зрачења није неопходно тачно познавање бројне вредности *UV* индекса већ интервала вредности у којем се *UV* индекс налази и за који се препоручује истоветна заштита, одређивање интервала могућих вредности може да послужи за одређивање потребног нивоа заштите од *UV* зрачења. Пошто је за испољавање штетних ефеката *UV* зрачења потребан дужи низ година, битније је знање о томе када се заштита мора спроводити, него повремено бити упознат с тачном бројном прогнозом вредности *UV* индекса. Тако податак да су највеће очекиване вредности *UV* индекса током маја, јуна, јула и августа 9, па чак и 10, и да не могу бити мање од 6, односно 5, може се сажети у једноставну препоруку да је у овим месецима заштита од *UV* зрачења обавезна. Највеће очекиване вредности *UV* индекса до 4 током новембра, децембра, јануара и фебруара указују на то да заштита од *UV* зрачења у овим месецима није неопходна. Слична препорука би следила и за највећи део марта и октобра, месеце у којима се *UV* индекс налази у интервалу од 2 до 5, односно 6 на југу Србије. У априлу и септембру *UV* индекс је највероватније у интервалу од 3 до 7. Према томе, будући да се највећим делом поклапа са средњим вредностима *UV* индекса за које се саветује заштита од *UV* зрачења, таква препорука би важила и за ова два месеца.

Фактор који није узиман у обзир, а може битно утицати на вредност *UV* индекса, јесте облачност, јер је прогноза интензитета и врсте облачности прилично непоуздана. Небо потпуно прекривено облацима може да смањи *UV* индекс за 50-80%, док у осталим случајевима облаци смањују *UV* индекс за 10-20%. Према томе, једино у случају потпуне облачности *UV* индекс у мају, јуну, јулу и августу може се толико смањити да заштита од *UV* зрачења постане непотребна. У априлу и септембру, због нижих вредности *UV* индекса, постоји могућност да и мања облачност од потпуне промени препоруку о потреби заштите од

UV зрачења. Међутим, како поред препоруке о граници између ниског и средњег интензитета UV зрачења за UV индекс 4 [2] постоји препорука о потреби заштите већ од UV индекса 3 [1], и за април и септембар се може прихватити да само потпуна облачност може препоруку о заштити од UV зрачења изменити.

ЗАКЉУЧАК

Изложен начин одређивања интервала могућих вредности UV индекса на територији Србије показао је добро слагање са прогнозираним вредностима, тако да се на овај начин и без актуелне прогнозе може предвидети интервал могућих вредности UV индекса с великом поузданошћу. С обзиром на то да за добијене вредности UV индекса постоје препоручена три модалитета заштите од UV зрачења, може се извести уопштени закључак да у Србији током новембра, децембра, јануара и фебруара заштита од UV

зрачења није потребна, сем у изузетним условима (велика надморска висина и снежни покривач), а такође највећим делом и у октобру и марту. Током априла и септембра заштита од UV зрачења се препоручује. У мају, јуну, јулу и августу заштита од UV зрачења је обавезна.

ЛИТЕРАТУРА

1. WHO 2002 Global Solar UV Index. Publication WHO/SDE/OEH/02.2. Geneva, Switzerland: World Health Organization; p.1-28.
2. Vanicek K, Frei T, Litynska Z, Schmalwieser A. UV-Index for the Public. Brussels: COST-713 Action; 1999.
3. Letić M. Ukupni atmosferski ozon iznad teritorije Srbije i Crne Gore. Srp Arh Celok Lek 2006; 134:234-7.
4. Blumthaler M, Ambach W, Ellinger R. Increase in solar UV radiation with altitude. J Photochem B Biol 1997; 39:130-4.
5. Vlahović P, Remetić S, Veselinović A, et al. Morava. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 2006.
6. Deutschen Wetterdienst. UV Index Forecasting by the German Meteorological Service. Freiburg, Oct 2005.

POSSIBLE VALUES OF UV INDEX IN SERBIA

Milorad LETIĆ

Institute of Biophysics, School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade

INTRODUCTION UV Index is an indicator of human exposure to solar ultraviolet (UV) rays. The numerical values of the UV Index range from 1-11 and above. There are three levels of protection against UV radiation; low values of the UV Index – protection is not required, medium values of the UV Index – protection is recommended and high values of the UV Index – protection is obligatory. The value of the UV Index primarily depends on the elevation of the sun and total ozone column.

OBJECTIVE The aim of the study is to determine the intervals of possible maximal annual values of the UV Index in Serbia in order to determine the necessary level of protection in a simple manner.

METHOD For maximal and minimal expected values of total column ozone and for maximal elevation of the sun, the value of the UV Index was determined for each month in the Northern and Southern parts of Serbia. These values were compared with the forecast of the UV Index.

RESULTS Maximal clear sky values of the UV Index in Serbia for altitudes up to 500m in May, June, July and August can be 9

or even 10, and not less than 5 or 6. During November, December, January and February the UV Index can be 4 at most. During March, April, September and October the expected values of the UV Index are maximally 7 and not less than 3. The forecast of the UV Index is within these limits in 98% of comparisons.

CONCLUSION The described method of determination of possible UV Index values showed a high agreement with forecasts. The obtained results can be used for general recommendations in the protection against UV radiation.

Key words: UV Index; Serbia; ultraviolet rays

Milorad LETIĆ
 Institut za biofiziku
 Medicinski fakultet
 Višegradska 26/II, 11000 Beograd
 Tel.: 011 360 7061
 Faks: 011 684 053
 E-mail: milet@rcub.bg.ac.yu