

ERITEMINĖS ULTRAVIOLETINĖS SPINDULIUOTĖS POKYČIŲ ANALIZĖ

Renata Chadyšienė, Aloyzas Girgždys

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Branduolinės hidrofizikos mokslo laboratorija

Raktažodžiai: ultravioletinės (UV) spinduliuotės intensyvumas, bendras ozono kiekis, UV spinduliuotės indeksas.

Santrauka

Darbe nagrinėjama UV spinduliuotė žmogaus organizme sukelia ūmią uždegiminę reakciją, kuri pasireiškia eritema. UV indeksas – skaičiumi (dažniausiai 0–11) išreikštas eriteminės UV spinduliuotės intensyvumo lygis. Šiame darbe analizuojami 2002–2011 metų UV spinduliuotės intensyvumo ir bendro ozono kiekio duomenys, nes UV indeksas tiesiogiai priklauso nuo UV spinduliuotės intensyvumo, o didžiąją UV spinduliuotės dalį sugeria stratosferos ozonas. Tiriamuoju laikotarpiu didžiausių kiekvieno mėnesio UV indekso verčių eigoje stebima didėjimo tendencija, o didžiausių kiekvieno mėnesio bendro ozono kiekio verčių eigoje mažėjimo tendencija. 2002–2011 metais Lietuvoje didžiausios UV indekso vertės nustatytos vasaros sezono metu giedromis dienomis. Didžiausias UV spinduliuotės indeksas Lietuvoje siekia 9 (labai aukštas).

Išvadas

UV indeksas yra pagrįstas eritemos poveikio spektru, nes tai labiausiai pasireiškiantis staigus tiesioginis poveikis žmogui. UV indeksas įvestas tam, kad paprasta forma, tiesiog skaičiumi, pateiktą informaciją apie eriteminės UV spinduliuotės lygį suprastų visuomenė.

UV spinduliai sudaro dalį Saulės elektromagnetinių bangų spektro, kuris sąlygiškai dalijamas į sritis. UV spindulių bangų ilgio intervalas yra nuo 100 iki 400 nm. Šioje srityje papildomai išskiriami dar trys spektro intervalai. Ilgiausių bangų UVA spinduliuotė 315–400 nm žmogui ir kitoms gyvybės formoms yra naudinga ir svarbi vitamino D formavimuisi odoje. Tačiau ji gali sąlygoti kenksmingą odos įdegį ir pakenkti akims. Trumpesnių bangų, 280–315 nm, UVB spinduliuotė neigiamai veikia pagrindinį gyvybės bloką – dezoksiribonukleininę rūgštį (DNR). UVB spinduliuotė, žalinga gyviesiems organizmams, užima

mažiausią spektro dalį ir sudaro apie 1,5 % bendros Saulės spinduliuotės, pasiekiančios Žemės paviršių [1]. Trumpesnius nei 280 nm ilgio spindulius ypač efektyviai sulaiko atmosferos ozonas. Tačiau didėjant atmosferos oro taršai šis ozono skydas tampa mažiau efektyvus, o susidariusios “ozono skylės” sudaro galimybes Žemės paviršių pasiekti intensyvesnei UV spinduliuotei.

UV spinduliuotės intensyvumą prie žemės paviršiaus lemia bendras ozono kiekis [2], debesuotumas, saulės zenito kampas [3], paviršiaus albedas [4].

Didesni Žemės paviršių pasiekiančios UVA ir UVB spinduliuotės kiekiai gali sąlygoti dažnesnį odos vėžio, kataraktos išsivystymą [5].

Galimas ozono sluoksnio, kaip efektyvaus apsauginio barjero nuo UV spinduliuotės, pažeidimo pavojus paskatino potencialiai kenksmingos UV spinduliuotės poveikio tyrimus įvairiuose organizmuose, taip pat ir žmoguje.

Tam tikro bangos ilgio spinduliuotės padaryta žala (buvo sukelta eritema (nudegimas saulėje) ant žmogaus odos) pavaizduota 1 paveiksle. Taip pat pateikta saulės UV spinduliuotės spektro kreivė. Eritemos sukėlimo efektyvumas padidėja 4–5 kartus tarp 350 nm ir 280 nm, ypač srityje, kurioje sutampa UV spinduliuotės ir eritemos spektrai.

Kadangi apie 1990-uosius metus ypač susidomėta bendro ozono kiekio pokyčių, lemiančių UV spinduliuotės intensyvumo pokyčius, tendencijomis, tai 1992 metais Kanoje buvo įvestas UV spinduliuotės indeksas. 1994 kelios kitos šalys pasekė pavyzdžiu ir įvedė savo UV indeksus, tarp jų JAV. Dar visai neseniai UV indekso skaičiavimo ir informacijos pateikimo metodai skirtingose šalyse skyrėsi. 2004 metais Pasaulio sveikatos organizacija (PSO) standartizavo UV indeksą. Šiuo metu visame pasaulyje UV spinduliuotės indeksas turėtų būti nustatomas ir informacija apie jį pateikiama pagal vienodus standartus.

UV indeksas yra skirstomas į žemą (mažiau kaip 2), vidutinį (3 iki 5), aukštą (6 ir 7), labai aukštą (8 iki 10) ir ekstremalų (11 ir daugiau) [7].

Apsaugos priemonės esant tam tikram UV indeksui:

1,2 – nereikalingos apsaugos priemonės. Galima saugiai mėgautis saule;

3,4,5,6,7 – vidurdienį geriau būti šešėlyje. Vilkėti marškinėlius, dėvėti skrybėlę, naudoti apsauginius kremus;

8,9,10,11 – vidurdienį geriau nebūti lauke. Stengtis būti šešėlyje. Marškinėliai, skrybėlė, apsauginiai kremai būtini [7]!

Pasaulyje didžiausios UV indekso vertės užregistruojamos aukštai kalnuose, Mauna Loa observatorijoje Havajuose (UV indeksas – 20), Altiplano plynaukštėje Peru (UV indeksas – 25), taip pat Australijoje dažnai siekia 15–16.

Pagal PSO rekomendacijas daugelis laikraščių, televizijos kanalų ir radijo stočių turėtų pranešti konkrečios dienos UVI prognozę gegužės – rugpjūčio mėnesiais. Paprastai pasaulyje žiniasklaidos priemonės informuoja apie UVI, kai jo vertės siekia 3 ir daugiau [8].

Lietuvoje nuo 2007 metų informaciją apie UV indeksą teikia Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. UV indekso vertės skelbiamos, kai pasiekia 4, paprastai balandžio–rugsėjo mėnesiais. Daugelyje šalių UV indeksas yra kasdienės informacijos apie orus dalis, tačiau Lietuvoje jis nėra labai akcentuojamas, nors ta visuomenės dalis, kuri domisi UV indeksu, gali lengvai rasti juos dominančią informaciją.

Darbo tikslas – nustatyti ir įvertinti eriteminės UV spinduliuotės pokyčius.

Metodika

UV indekso analizei panaudoti UV spinduliuotės intensyvumo duomenys gauti Rūgšteliškio kompleksinio monitoringo stotyje. Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stotis yra miške, maždaug 100 m nuo Uteno ežero (55o 26’ Š ir 26o 04’ R, 170 m virš jūros lygio).

Eriteminės UV spinduliuotės intensyvumo tyrimams naudotas radiometras PMA 2200 su davikliu PMA 2101.

UV indeksas gali būti apskaičiuojamas pagal žemiau pateiktą formulę iš spektrometrinių duomenų, tiesiogiai išmatuojamas naudojant plataus matavimo diapazono detektoriais arba gaunamas modeliuojant spinduliuotės pernašą įvedus bendro ozono kiekio ir aerozolių optinių savybių duomenis.

UV indekso skaičiavimo formulė:

$$I_{UV} = k_{er} \cdot \int E_{\lambda} \cdot s_{er}(\lambda) d\lambda,$$

čia k_{er} – konstanta lygi 40;

λ – bangos ilgis;

E – saulės spinduliuotės intensyvumas;

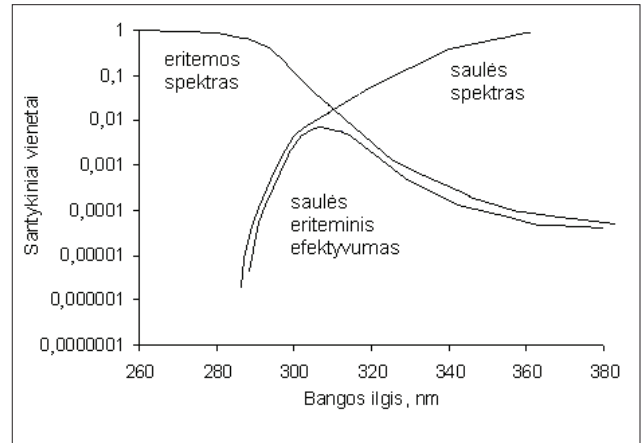
s_{er} – eriteminės spinduliuotės spektras.

Darbe taip pat naudojami Pasaulinės UV spinduliuotės ir ozono duomenų bazės (WOUDC) Lietuvos hidrometeo-

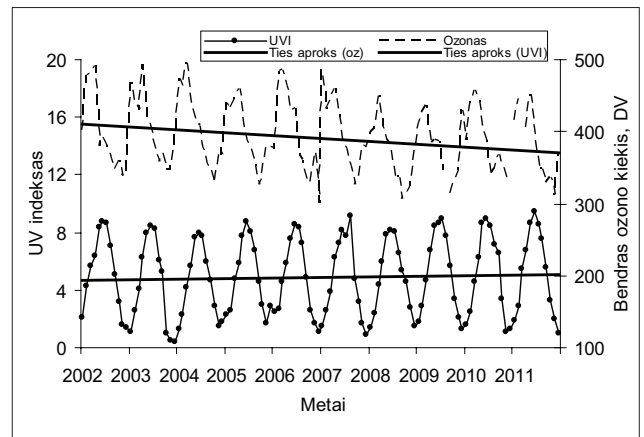
rologijos tarnybos Kauno meteorologinėje stotyje užregistruoti bendro ozono kiekio duomenys.

Rezultatai

Tiriamuoju 2002–2011 metų laikotarpiu UV indekso reikšmės priklausomai nuo metų laiko ir debesuotumo kito



1 pav. Eritemos (nudegimų saulėje) poveikio spektras, saulės spinduliuotės spektras ir saulės eriteminio efektyvumo spektras [6]



2 pav. Didžiausios mėnesio UV spinduliuotės indekso vertės 2002–2011 metais

1 lentelė. Įvairių šalių vidutinės UV indekso vertės

Mėnuo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lietuva	0	1	2	3	5	6	6	5	3	2	1	0
Ispanija	2	3	4	6	8	9	9	8	6	4	2	1
Graikija	3	4	5	8	9	9	10	9	7	4	3	2
Turkija	2	3	4	6	8	10	10	9	7	4	2	2
Egiptas	5	7	9	11	11	11	11	11	11	8	6	5
Tailandas	8	10	12	12	11	12	12	12	11	10	8	8

nuo 0 iki 9. Pagal PSO rekomendacijas UV indekso reikšmei esant 9 laikoma, kad indeksas yra aukštas ir vidurdienį geriau nebūti lauke, stengtis būti šešėlyje, būtina dėvėti marškinius, skrybėlę, akinius su UVA, UVB filtrais, būtina naudoti atitinkamą saulės apsaugos faktorių (SAF) turinčius apsauginius kremus.

Kadangi UV indeksas priklauso nuo daugelio faktorių, tai tų faktorių ilgalaikiai pokyčiai sąlygoja ilgalaikius UV indekso pokyčius. Ilgalaikis bendro ozono kiekio mažėjimas virš šiaurinių platumų apie 2% vasarą ir 4% žiemą–pavasari, sąlygoja UV indekso padidėjimą atitinkamai 2,5% ir 5% [8].

UV spinduliuotės intensyvumas metų eigoje kinta, didžiausios vertės užregistruojamos pavasarį, vasarą, o mažiausios rudenį, žiemą [2]. 2002–2011 metais didžiausių kiekvieno mėnesio UV indekso verčių eigoje stebima didėjimo tendencija, o didžiausių kiekvieno mėnesio bendro ozono kiekio verčių eigoje – mažėjimo (2 pav.), nes tarp UV spinduliuotės intensyvumo ir bendro ozono kiekio egzistuoja atvirkštinė priklausomybė [5].

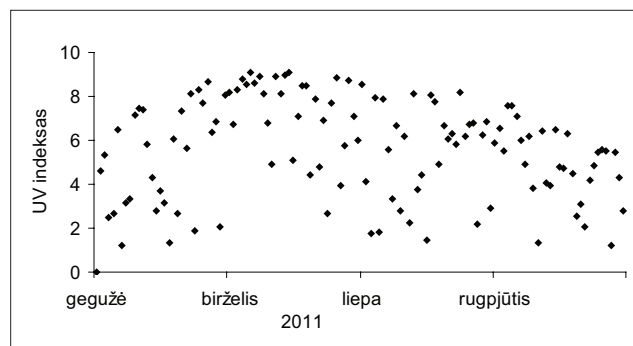
Lietuvoje didžiausios UV indekso vertės nustatytos 2002 birželį, liepą, 2005 birželį, 2006 birželį, 2007 rugpjū-

tį, 2009 birželį, liepą, 2010 gegužę, birželį, 2011 gegužę, birželį, liepą. Kadangi UV indeksas tiesiogiai priklauso nuo UV spinduliuotės intensyvumo, tai ir didžiausios UV indekso reikšmės nustatytos tada, kai užregistruotas didžiausias UV spinduliuotės intensyvumas, giedromis vasaros dienomis.

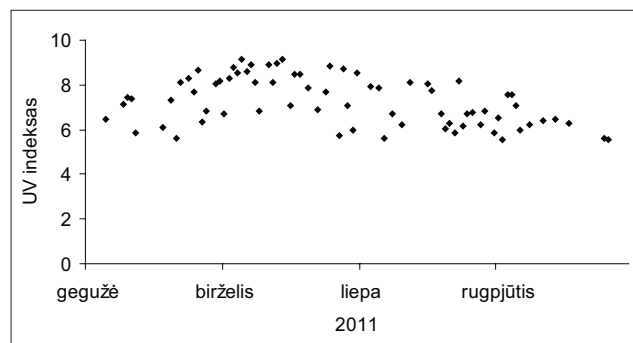
1% bendro ozono kiekio pokyčiai sąlygoja 1,2% UV indekso pokyčius. Nustatyti kasdieniai giedrų dienų UV indekso pokyčiai 20% ribose yra dėl natūralių bendro ozono kiekio svyravimų. Virš mūsų platumos didžiausi bendro ozono kiekiai nustatyti pavasarį (~450 DV) ir mažesni rudenį (~260 DV), nors ozono kiekio pokyčiai pavasarį taip pat yra didesni (2 pav.).

Lietuvos statistikos departamento duomenimis [9], daugiausia lietuvių išvyksta atostogauti į Turkiją, Egiptą, Ispaniją. Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pavasario ir vasaros mėnesiais, kai atostogaujančiųjų srautai yra didžiausi, UV indeksas Egipte yra labai didelis ir ekstremalus, Turkijoje ir Ispanijoje aukštas ir labai aukštas. Todėl svarbu, kad visuomenė tinkamai suprastų informaciją apie UV spinduliuotės indeksą ir žinotų, kokias apsaugos priemonės reikia naudoti esant konkrečiam UV spinduliuotės indeksui.

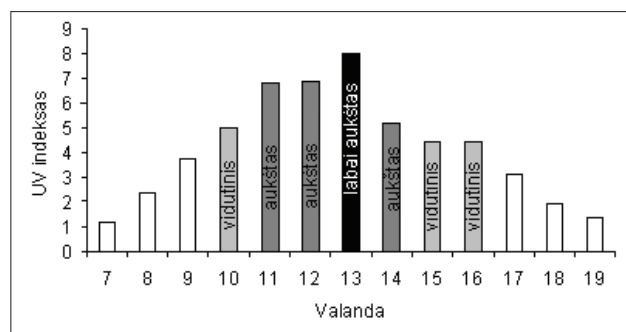
Ir Lietuvoje vasaros sezono metu UV indeksas pasiekia aukštas ir labai aukštas vertes (6–9) (3 pav.). Mažiausios nustatytos debesuotomis dienomis, didžiausios – giedromis (3 pav.). Ypač svarbu pabrėžti tai, kad vasaros sezono metu, kai UV indeksas Lietuvoje yra didžiausias (4 pav.), kūdikių neturėtų pasiekti tiesioginė saulės spinduliuotė. Daugelyje šalių atlikti tyrimai rodo, kad iki 18 metų gaunama iki 25% viso gyvenimo UV spinduliuotės dozės [10]. Nustatyta, kad plokščialąstelinio odos vėžio išsivystymą sąlygoja kumuliacinė UV spinduliuotės dozė (UV spinduliuotės poveikis žmogaus organizmui kaupiasi per visą gyvenimą), todėl siekiant išvengti piktybinių odos navikų ateityje jau nuo vaikystės reikėtų žinoti, kad UV spinduliuotė ne tik naudinga, bet ir žalinga.



3 pav. UV indekso vertės 2011 metų gegužės – rugpjūčio mėnesiais



4 pav. Didžiausios UV indekso dienos vertės gegužės – rugpjūčio mėnesių giedromis dienomis (2011)



5 pav. Tipinė UV indekso eiga giedrą dieną (2011 07 17)

Kadangi UV indeksas tiesiogiai priklauso nuo UV spinduliuotės intensyvumo, o UV spinduliuotės intensyvumas mažėja didėjant saulės zenito kampui, todėl ir UV indekso vertės dienos bėgyje atitinkamai kinta. 5 paveiksle pateikta tipinė giedros dienos UV indekso verčių eiga. Didžiausios UV indekso (aukštas ir labai aukštas) vertės nustatytos 11–14 valandomis. Todėl rekomenduojama vidurdienį geriau būti šešėlyje, nes šešėlyje eriteminė UV spinduliuotė sumažėja iki 70% [4]. Rekomenduojama vilkėti marškinėlius, dėvėti skrybėlę, akinius su UVA/UVB filtrais, naudoti apsauginius kremus.

Išvados ir rekomendacijos

1. 2002–2011 metais Lietuvoje didžiausios UV indekso vertės nustatytos vasaros sezono metu giedromis dienomis. Sezono metu vidutiniškai apie 50 dienų UV indeksas yra aukštas ir labai aukštas.

2. Didžiausias UV spinduliuotės indeksas Lietuvoje siekia 9 (labai aukštas). Pagal PSO rekomendacijas esant tokiam UV indeksui vidurdienį geriau nebūti lauke, ar bent jau stengtis būti šešėlyje. Būtina naudoti apsauginius kremus.

3. Atostogaujant šalyse, kur registruojamos ekstremalios UV indekso vertės, galima patirti eriteminį šoką, todėl svarbu žinoti UV indeksą ir naudoti tinkamas apsaugos priemones.

Literatūra

- Palancar G, Toselli M. Effects of meteorology and tropospheric aerosols on UV-B radiation: a 4-year study. *Atmospheric Environment*, 2004;38:2749–2757.
- Chadyšienė R, Girgždienė R, Girgždys A. Relationship of total ozone amount, UV radiation intensity, and the ground-level ozone concentration at rural Lithuanian sites. *Lithuanian Journal of Physics*, 2008;48(1):99–106.
- Koepke P, Reuder J, Schwander H. Solar UV radiation and its variability due the atmospheric components. *Recent Research Developments in Photochemistry and Photobiology*, 2002;6:11–34.
- Chadyšienė R, Girgždys A. Ultraviolet radiation albedo of natural surfaces. *Journal of environmental engineering and landscape management*, 2008; 17(2):83–88.
- Chadyšienė R., Trejtkovas S., Girgždys A. Ryšio tarp bendro ozono kiekio, UV spinduliuotės intensyvumo ir susirgimų melanoma ir odos vėžiu paieška. *Sveikatos mokslai*, 2009;5:2638–2642.
- McKinlay AF, Diffey BL. A referente spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. *CIE Journal* 1987; 6:17–22.
- World Health Organization. *Global Solar UV Index: A Practical Guide*. Ženeva, Switzerland: WHO, 2002; 28.
- Fioletov V, Kerr JB, Fergusson A. The UV Index: definition, distribution and factors affecting it. *Canadian journal of public health*, 2010;101(4):15–19.
- Lietuvos statistikos departamentas. *Turizmas Lietuvoje 2011*. Vilnius, 2012.
- Godar DE, Urbach F, Gasparro FP, Van der Leun JC. UV doses of young adults. *Photochemistry and Photobiology*, 2003;77(4):453–457.

RESEARCH OF VARIATIONS OF ERYTHEMAL ULTRAVIOLET RADIATION

R. Chadyšienė, A. Girgždys

Key words: UV radiation intensity, UV index, total ozone.

Summary

In this article the erythemally weighted UV radiation intensity variations during 2002-2011 were analysed. Also UV radiation intensity and total ozone data in this paper were analysed, because the UV index is directly dependent on the intensity of UV radiation, and most of the UV radiation is absorbed by stratospheric ozone. During 2002-2011 in the course of UV index - the upward trend was observed, and in the total ozone values - the downward trend was observed. During the investigated period in Lithuania the maximum UV index values (very high) on clear sky summer days were determined.

Correspondence to: renata.chadysiene@vgtu.lt

Gauta 2013-12-09