

Julita BISZCZUK-JAKUBOWSKA
Aleksander CURYŁO

SŁONECZNE PROMIENIOWANIE UV A ZDROWIE CZŁOWIEKA

STRESZCZENIE *Przeprowadzono analizę biologicznie czynnego promieniowania UV (UVBE) dla trzech stacji IMGW: Łeba, Warszawa, Zakopane. Analizę wykonano na podstawie długoletnich zrekonstruowanych serii danych promieniowania UVBE: siedemnastoletniej (1985-2001) dla Łeby oraz dwudziestoczteroletniej (1985-2008) dla Warszawy i Zakopanego. Rekonstrukcja została wykonana przy użyciu modelu rekonstrukcji promieniowania UV opracowanego w IMGW, w ramach Akcji COST 726*

Otrzymane wyniki pokazały, że na terenie Polski jesteśmy narażeni na zagrożenia wynikające z nadmiaru lub niedoboru promieniowania UV. W okresie letnim biologicznie czynne promieniowanie UV, bez zastosowania należytej ochrony przed jego działaniem, stanowi duże zagrożenie dla zdrowia człowieka. Natomiast, w okresie zimowym jesteśmy narażeni na niedobory witaminy D₃.

Słowa kluczowe: *biologicznie czynne promieniowanie UV, nowotwory skóry, choroby oczu, witamina D₃*

1. WSTĘP

Promieniowanie ultrafioletowe (UV) stanowiące jedynie niewielką część promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, odgrywa bardzo ważną rolę w wielu procesach biosfery i ma ogromny wpływ na zdrowie

mgr Julita BISZCZUK-JAKUBOWSKA, mgr Aleksander CURYŁO
julita.biszczuk@imgw.pl, Aleksander.curylo@imgw.pl

Ośrodek Aerologii,
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 244, 2010

człowieka. Nadmierna ekspozycja na Słońce może wywoływać oparzenia, przedwczesne starzenie się skóry, nowotwory skóry, choroby oczu, itd. Z drugiej strony, promieniowanie UV jest odpowiedzialne za syntezę witaminy D₃ w skórze człowieka, a jej niedobór może prowadzić do krzywicy u dzieci i młodzieży, rozmiękczenia kości i osteoporozy u dorosłych oraz zniekształcenia sylwetki.

1.1. Promieniowanie ultrafioletowe

Jedną ze składowych promieniowania słonecznego jest promieniowanie ultrafioletowe (UV). W zależności od długości fali, rozróżniamy 3 pasma spektralne UV:

- ✓ promieniowanie UV-C (100-280 nm), całkowicie pochłaniane w górnych warstwach atmosfery przez cząsteczki tlenu i ozonu,
- ✓ promieniowanie UV-B (280-315 nm), w większości pochłaniane w stratosferze przez cząsteczki ozonu i tylko niewielki procent dociera do powierzchni Ziemi,
- ✓ promieniowanie UV-A (315-400 nm), jest minimalnie pochłaniane przez ozon w stratosferze i w większości dociera do powierzchni Ziemi.

Natężenie promieniowania UV na powierzchni Ziemi zależy głównie od całkowitej zawartości ozonu w atmosferze, kąta zenitalnego Słońca (SZA), czyli odległości kątowej Słońca od zenitu oraz od zawartości aerozoli w atmosferze. Przy niskich SZA promieniowanie UV jest intensywniejsze, ponieważ droga promieni słonecznych przez atmosferę jest krótsza, w wyniku czego napotykają one mniejszą ilość absorbentów. W związku z tym, natężenie promieniowania UV zmienia się w zależności od szerokości geograficznej, pory roku i pory dnia, osiągając największe wartości w tropikach, latem i w południe.

Promieniowanie ultrafioletowe docierające do powierzchni Ziemi ma duży wpływ na zdrowie człowieka. Oddziałuje ono z ludzką skórą. Część promieniowania jest od niej odbijana, część rozpraszana a część wnika w tkanki skóry. Głębokość przenikania zależy od długości fali. Promieniowanie UV-B przenika jedynie do naskórka, podczas gdy UV-A przenika głębiej, aż do skóry właściwej.

1.2. Rumień i nowotwory skóry

Bezpośrednią reakcją skóry po ekspozycji na Słońce jest powstawanie rumienia. Natychmiastowe (wywołane przez promieniowanie UV-A) ciemnienie skóry u ludzi o ciemnej karnacji jest reakcją nietrwałą i zanika po kilku godzi-

nach. Trwała barwnikowa reakcja (wywoływana głównie przez UV-B) jest widoczna po 2-3 dniach i utrzymuje się przez 2-3 miesiące. Przy dużych dawkach promieniowania UV i długotrwałej, jednorazowej ekspozycji na Słońce może dojść do ostrych oparzeń słonecznych.

Do przewlekłych skutków działania promieniowania ultrafioletowego na skórę człowieka zalicza się nowotwory złośliwe skóry. Najistotniejszym czynnikiem ryzyka, sprzyjającym powstawaniu raka skóry, jest nadmierna ekspozycja na Słońce czy oparzenia słoneczne skóry, zwłaszcza w dzieciństwie i wczesnej młodości. Czynnikiem predysponującym do rozwoju raka skóry jest również fenotyp człowieka. Ludzie o jasnej karnacji skóry, niebieskich bądź zielonych oczach oraz jasnych włosach są bardziej narażeni na nowotwory skóry.

U ludzi rasy białej nowotwory złośliwe skóry są najczęściej występującymi nowotworami złośliwymi (Bień i inni, 2006). W krajach pasa podzwrotnikowego, złośliwe nowotwory skóry stanowią 50% wszystkich nowotworów.

Istnieją dwie główne grupy nowotworów złośliwych skóry: nieczerniakowe raki skóry (*ang. non-melanoma skin cancer*) oraz czerniak złośliwy (*ang. melanoma malignum*)

Nieczerniakowe raki skóry stanowią około 10% wszystkich nowotworów złośliwych w Polsce. Rocznie rozpoznaje się około 10 tys. nowych przypadków (Borzęcki i inni, 2005). Niestety, dokładny wskaźnik zachorowalności na raka skóry w Polsce nie jest znany z powodu luk w zgłaszaniu do rejestru nowotworów przypadków raka skóry.

Najgroźniejszym nowotworem skóry jest czerniak złośliwy. Czerniak złośliwy występuje rzadziej niż nieczerniakowe raki skóry, stanowi zaledwie 2-5% nowotworów złośliwych skóry głowy i szyi, lecz niestety jest przyczyną ok. 75% zgonów w tej grupie nowotworów (Bień i inni, 2006). Ryzyko zachorowania na tę chorobę wzrasta wraz z wiekiem. Rozprzestrzenia się po ciele w szybkim tempie i tylko wczesna diagnoza daje znacznie większe szanse na wyleczenie .

1.3. Choroby oczu

Wśród wielu chorób oczu, znaczna ich część jest wywoływana przez promieniowanie słoneczne. Długotrwałe narażenie oczu na bezpośredni kontakt z promieniowaniem UV i brak ochrony przed nim może doprowadzić do poważnych zmian chorobowych oczu. Promieniowanie UV może być źródłem takich uszkodzeń narządu wzroku jak: zaćma korowa, świetlne zapalenie spojówki, zapalenie rogówki, skrzydlak, czerniak i inne. Według przeprowadzonych badań, zagrożenie świetlnym zapaleniem spojówki występuje już przy napromienieniu oka dawką promieniowania o skuteczności świetlnego zapalenia spojówki o wartości 50 J/m² (CIE, Steck, 1986).

1.4. Witamina D₃

Witamina D – grupa rozpuszczalnych w tłuszczach steroidowych organicznych związków chemicznych o wielu różnorodnych i ważnych funkcjach fizjologicznych, z których podstawową jest wpływ na gospodarkę wapniowo-fosforanową oraz budowę kośćca (Holick, 2004). Istnieją dwie podstawowe formy witaminy D: witamina D₂ (ergokalcyferol) i witamina D₃ (cholekalcyferol), różniące się między sobą przede wszystkim budową łańcucha bocznego. Pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, a dokładnie promieniowania UV-B w skórze człowieka dochodzi do przekształcenia 7-dehydrocholesterolu (7-DHC) w prewitaminę D₃. Następnie, w wyniku działania energii cieplnej ciała, prewitamina zostaje ostatecznie przekształcona w witaminę D₃.

Odpowiedni poziom witaminy D₃ jest bardzo ważny dla zdrowia człowieka ponieważ jej niedobór może prowadzić do krzywicy u dzieci i młodzieży, rozmiękczenia kości i osteoporozy u dorosłych oraz zniekształcenia sylwetki. Ponadto, skutkami awitaminozy mogą być: złe funkcjonowanie układu nerwowego i mięśniowego, zapalenie spojówek, stany zapalne skóry, osłabienie organizmu i zmniejszenie odporności.

Zalecaną dla utrzymania zdrowia dzienną dawkę witaminy D₃ może uzyskać człowiek wystawiając na Słońce 0,25 powierzchni ciała (ręce, twarz, ramiona) do napromienienia dawką 0,25 MED (Holick, 2004). Dawka 1 MED (minimalna dawka erytemalna, *ang. minimal erythematol dose*) jest zdefiniowana jako efektywna dawka promieniowania UV, powodująca wystąpienie rumienia na nieeksponowanej wcześniej skórze człowieka. Ze względu na różnice w kolorze ludzkiej skóry oraz jej wrażliwości na działanie promieniowania ultrafioletowego, dawka 1 MED może przyjmować różne wartości, od 200 do 500 J/m². Tabela 1 przedstawia wartości efektywnej dawki promieniowania UV dla 4 fototypów skóry populacji europejskiej, z krótką charakterystyką poszczególnego fototypu (IMGW, 2001). Należy jednak dodać, że wśród całej populacji ludzkiej wyróżniamy 6 fototypów skóry, gdzie: V – ludzie o brązowej skórze, łatwo i mocno opalającej się; VI – ludzie czarnoskórzy, z dużą zawartością pigmentu melaniny.

Ponad 90% dobowego zapotrzebowania na witaminę D₃ może być wyprodukowane w skórze pod wpływem światła słonecznego. W przypadkach, kiedy naturalna ekspozycja na promieniowanie ultrafioletowe jest niewystarczająca do otrzymania dostatecznej ilości witaminy D₃, możemy uzupełniać jej niedobór przez przyjmowanie suplementów lub stosowanie diety bogatej w witaminę D₃. Pokarmowymi źródłami witaminy D₃ są: tran i oleje rybne, ryby (łosoś, dorsz, tuńczyk, śledź, makrela, sardynki), wątroba, jaja. Dodatkowo, wiele produktów spożywczych jest wzbogacanych w witaminę D₃.

TABELA 1

Wartości efektywnej dawki promieniowanie UV dla 4 fototypów skóry populacji europejskiej, z krótką charakterystyką poszczególnego fototypu

Typ skóry	Opalenizna	Oparzenia	Włosy	Oczy	1 MED
I	nigdy	zawsze	rude	niebieskie	200 J/m ²
II	czasami	czasami	blond	zielone / niebieskie	250 J/m ²
III	zawsze	rzadko	brązowe	szare/ brązowe	350 J/m ²
IV	zawsze	nigdy	czarne	brązowe	450 J/m ²

2. METODYKA

2.1. Biologicznie czynne promieniowanie UV

Do opisanego wpływu promieniowania UV na wywołanie określonego biologicznego efektu wykorzystuje się biologicznie czynne promieniowanie UV (UVBE). Promieniowanie UVBE otrzymuje się mnożąc wartości natężenia napromienienia promieniowania UV dla danej długości fali przez funkcję skuteczności widmowej określonego efektu i całkując tę wielkość w przedziale długości fal z zakresu UV.

$$UVBE = \int F(\lambda)B(\lambda)d\lambda$$

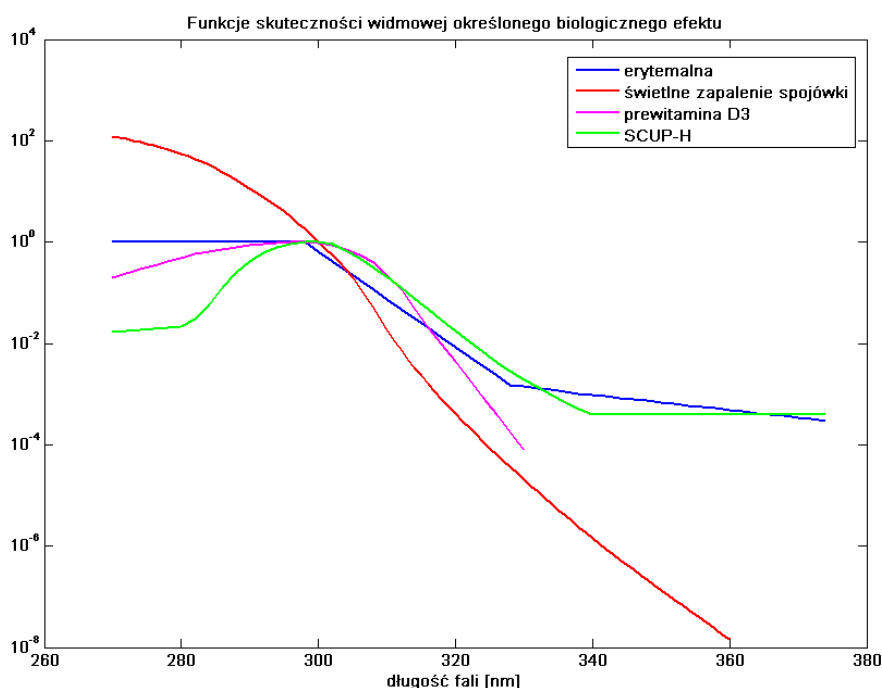
gdzie:

- $UVBE$ – biologicznie czynne promieniowanie UV [mW/m²]
- $F(\lambda)$ – widmo natężenia napromienienia promieniowania UV [mW/m²nm]
- $B(\lambda)$ – funkcja skuteczności widmowej określonego biologicznego efektu
- λ – długość fali [nm]

Najistotniejszą rolę w powyższym równaniu odgrywają funkcje skuteczności widmowej które opisują wpływ promieniowania UV w zależności od długości fali na wywołanie określonej biologicznej reakcji. W przedstawianej pracy zostały wykorzystane następujące funkcje:

- ✓ erytemalna – odpowiedzialna za reakcję rumieniową, opisuje szkodliwy wpływ promieniowania UV na skórę, normalizowana do 1 w zakresie 270-298 nm, (MacKinley, Diffey, 1987),

- ✓ SCUP-H – (*ang. Skin Cancer Utrecht Philadelphia – Human*) funkcja opisująca powstawanie nieczerniakowego nowotworu skóry wyznaczona na myszach i skorygowana dla ludzkiej skóry, normalizowana do 1 przy 299 nm (de Gruijl, 1994),
- ✓ świetlne zapalenie spojówki – (*ang. Photoconjunctivitis*) funkcja opisująca wpływ promieniowania UV na zapalenie spojówki (Steck, CIE, 1986),
- ✓ prewitamina D₃ – funkcja opisująca syntezę witaminy D₃ w skórze człowieka, funkcja normalizowana do 1 przy 298 nm (Holick, 2006).



Rys. 1. Funkcje skuteczności widmowej określonego biologicznego efektu: erytemalna, świetlne zapalenie spojówki, prewitamina D₃ oraz SCUP-H

Patrząc na kształty krzywych skuteczności widzimy, że poza różnicami w natężeniu napromienienia promieniowania UV docierającego do powierzchni Ziemi, zależnymi od pory dnia i roku oraz zawartości absorbentów w atmosferze, występują również różnice w dawkach promieniowania odpowiedzialnego za poszczególne biologiczne reakcje. Promieniowanie UV odpowiedzialne za wywołanie nieczerniakowego raka skóry osiąga wyższe wartości w stosunku do promieniowania skutecznego erytemalnie w całym zakresie kąta zenitalnego Słońca (Biszczuk i inni, 2008). W przypadku promieniowania UV odpowiedzialnego za syntezę witaminy D₃, przy niskich kątach zenitalnych Słońca wartości tego promieniowania są wyższe w stosunku do promieniowania skutecznego erytemalnie. Przy kątach zenitalnych powyżej 70° obserwujemy sytuację odwrotną.

2.2. Biologicznie czynne promieniowanie UV nad Polską

Analiza promieniowania UVBE nad obszarem Polski została przeprowadzona na podstawie zrekonstruowanej serii UV z trzech stacji IMGW: Łeby (54,75° N; 17,53° E), Warszawy (52,27° N; 20,98° E) i Zakopanego (49,30° N; 19,97° E). Do analizy wybrano homogeniczne serie danych: siedemnastoletnią (1985-2001) dla Łeby oraz dwudziestczteroletnią (1985-2008) dla Warszawy i Zakopanego. Rekonstrukcja została wykonana przy użyciu modelu rekonstrukcji promieniowania UV opracowanego w IMGW, w ramach Akcji COST 726. Model ten opiera się na danych całkowitego promieniowania słonecznego, usłonecznienia i danych meteorologicznych (Koepke, De Backer, Bais, Curyło i inni, 2008).

Analizę wykonano na podstawie dawek dziennych napromienienia promieniowania UVBE. Dla miesięcy letnich: maj – wrzesień, w których człowiek jest najbardziej narażony na duże dawki biologicznie czynnego promieniowania UV, przeprowadzono analizę promieniowania skutecznego erytemalnie, promieniowania o skuteczności nieczerniakowego raka skóry oraz świetlnego zapalnie spojówki. Analizę promieniowania odpowiedzialnego za syntezę witaminy D₃ oraz promieniowania skutecznego erytemalnie przeprowadzono dla miesięcy zimowych: październik – kwiecień, przy najwyższych kątach zenitalnych Słońca.

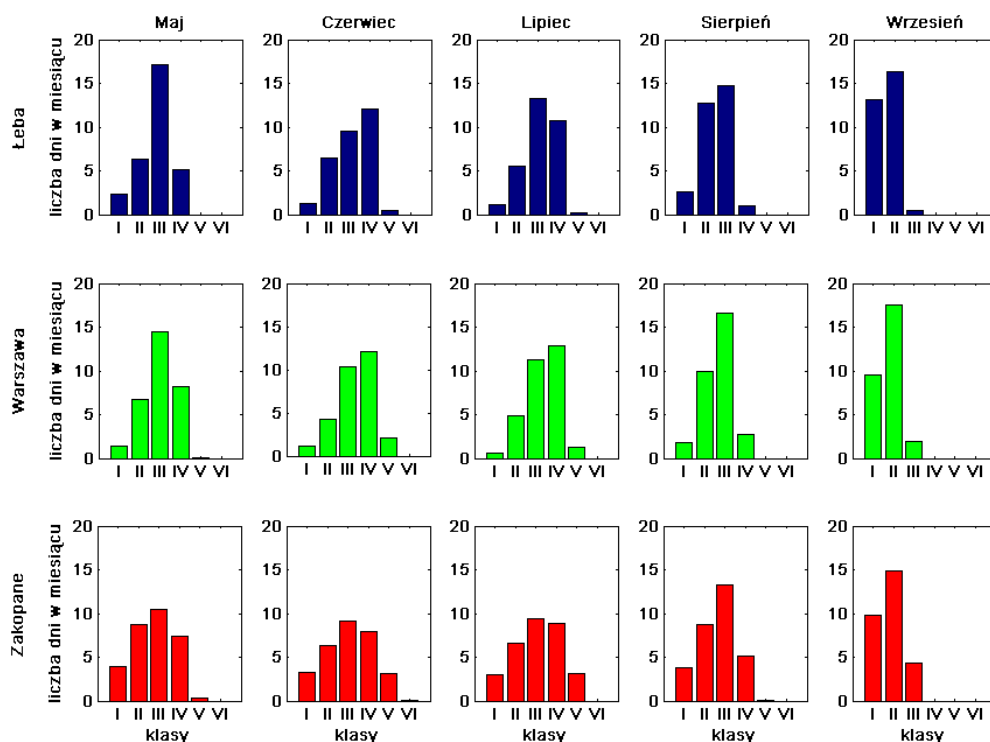
3. WYNIKI

3.1. Promieniowanie skuteczne erytemalnie oraz promieniowanie o skuteczności SCUP-H i świetlnego zapalenia spojówki

Analizę promieniowania odpowiedzialnego za reakcję rumieniową oraz za wywołanie nieczerniakowego raka skóry i świetlnego zapalenia spojówki nad Polską, dla miesięcy maj-wrzesień wykonano na podstawie dziennych dawek napromienienia promieniowania UVBE w poszczególnych miesiącach z podziałem na klasy. Po wstępnej weryfikacji danych przyjęto sześć klas o rozpiętości co 1000 [J/m²] w przypadku promieniowania o skuteczności erytemalnej i nieczerniakowego raka skóry oraz co 100 [J/m²] w przypadku skuteczności świetlnego zapalenia spojówki:

- I: 0 – 1000 (100) J/m²
- II: 1000 (100) – 2000 (200) J/m²
- III: 2000 (200) – 3000 (300) J/m²
- IV: 3000 (300) – 4000 (400) J/m²
- V: 4000 (400) – 5000 (500) J/m²
- VI: > 5000 (500) J/m²

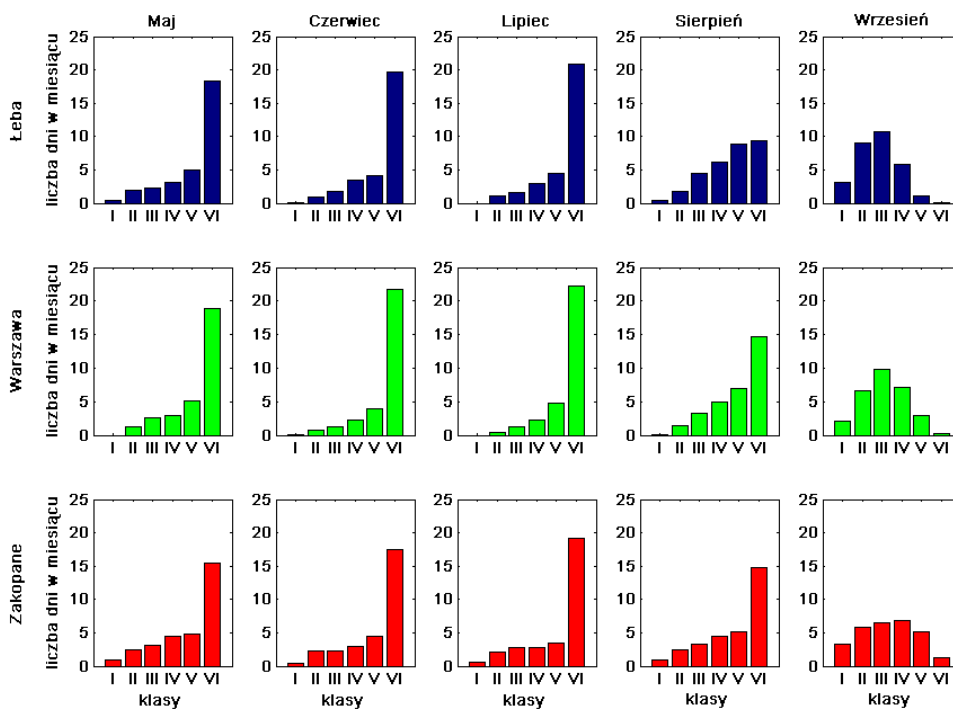
Na poniższych wykresach przedstawiono średnią liczbę dni w poszczególnych miesiącach z dawką dzienną napromienienia promieniowania UVBE w 6 klasach.



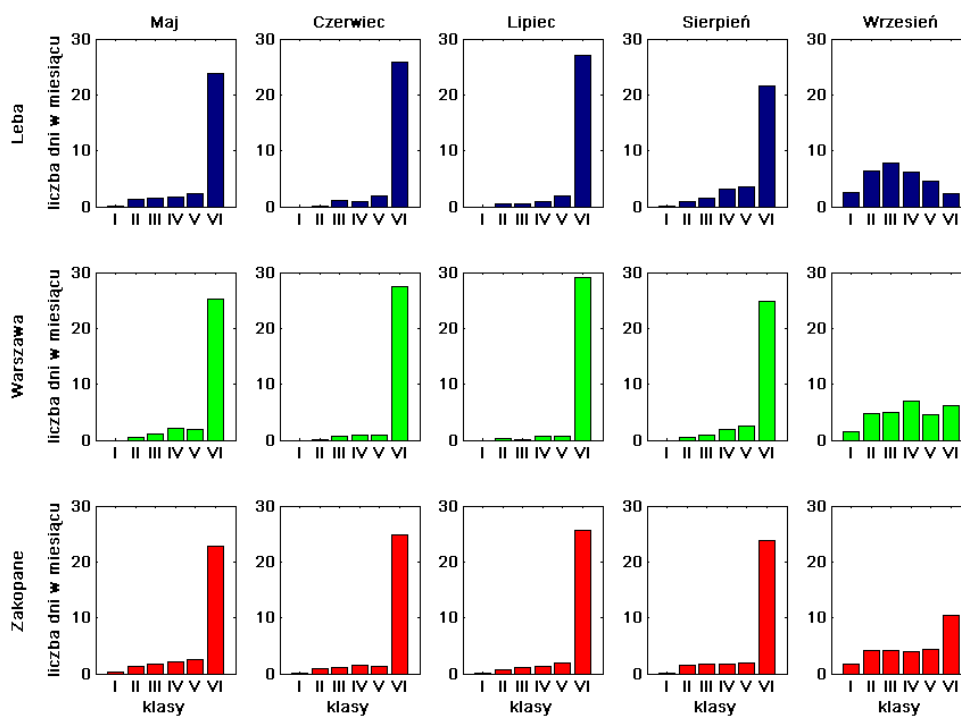
Rys. 2. Średnia liczba dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie w 6 klasach o rozpiętości co 1000 J/m^2 , z okresu 1985-2001 dla Łeby oraz 1985-2008 dla Warszawy i Zakopanego

W maju, w ponad 2/3 dni w miesiącu dawki dzienne napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie mieszczą się w zakresach $2000\text{-}3000 \text{ J/m}^2$ oraz $3000\text{-}4000 \text{ J/m}^2$. W czerwcu i lipcu, około połowa dni w miesiącu charakteryzuje się dawką dzienną z zakresu $3000\text{-}4000 \text{ J/m}^2$ oraz $4000\text{-}5000 \text{ J/m}^2$. W sierpniu, w 1/2 dni w miesiącu dawka dzienna napromienienia odpowiedzialnego za reakcję rumieniową osiąga wartość z zakresu $2000\text{-}3000 \text{ J/m}^2$, a we wrześniu, prawie w całym miesiącu dawki dzienne są niższe niż 2000 J/m^2 .

W maju, czerwcu i lipcu, prawie 2/3 dni w miesiącu charakteryzuje się dawką dzienną napromienienia promieniowania o skuteczności SCUP-H, o wartości przekraczającej 5000 J/m^2 . W sierpniu, w połowie dni w miesiącu w Warszawie i Zakopanym oraz w 1/3 w Łebie, dawka dzienna napromienienia osiąga wartość powyżej 5000 J/m^2 . We wrześniu, w 2/3 dni miesiącu dawki dzienne napromienienia promieniowania o skuteczności SCUP-H są niższe niż 3000 J/m^2 .



Rys. 3. Średnia liczba dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania o skuteczności SCUP-H w 6 klasach o rozpiętości co 1000 J/m², z okresu 1985-2001 dla Łeby oraz 1985-2008 dla Warszawy i Zakopanego



Rys. 4. Średnia liczba dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania o skuteczności świetlnego zapalenia spojówki w 6 klasach o rozpiętości co 100 J/m², z okresu 1985-2001 dla Łeby oraz 1985-2008 dla Warszawy i Zakopanego

Dla 4 miesięcy, maja, czerwca, lipca i sierpnia, w przypadku każdej ze stacji obserwujemy ogromną przewagę dni z dawką dzienną napromienienia promieniowania o skuteczności świetlnego zapalenia spojówki ponad 500 J/m^2 . W większości dni w analizowanych miesiącach dawki dzienne napromienienia przekraczają dziesięciokrotnie wartość dawki progowej 50 J/m^2 , powodującej zagrożenie wystąpienia świetlnego zapalenia spojówki. We wrześniu, rozkład średniej liczby dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania o skuteczności świetlnego zapalenia spojówki różni się od rozkładu w poprzednich miesiącach, przy czym prawie każdego dnia dawki napromienienia są wyższe od dawki progowej.

Należy tu jednak dodać, że w tej analizie operujemy dawkami napromienienia promieniowania obliczonymi dla powierzchni poziomej. W rzeczywistości oko ludzkie przyjmuje tylko część z tego promieniowania. Człowiek ma ograniczony kąt widzenia i unika bezpośredniego patrzenia w kierunku Słońca.

Powyższa analiza pokazuje, że wysokie wartości dawek dziennych napromienienia biologicznie czynnego promieniowania UV obserwowane w Polsce w okresie letnim, mogą być szkodliwe dla zdrowia człowieka. Najwyższe dawki napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie oraz promieniowania o skuteczności SCUP-H i świetlnego zapalenia spojówki obserwuje się w Warszawie, a najniższe w Łebie. Wyjątkiem jest wrzesień, gdzie najwyższe dawki napromienienia promieniowania UVBE występują w Zakopanem. Wydawałoby się, że w każdym przypadku powinniśmy zaobserwować najwyższe wartości na stacji w Zakopanem. Jednak byłoby to możliwe jedynie przy analizie maksymalnych chwilowych wartości promieniowania UVBE. Na stacji w Zakopanem, ze względu na jej położenie (obecność chmur konwekcyjnych występujących szczególnie intensywnie w obszarach górskich) obserwuje się największe wahania chwilowych wartości promieniowania UVBE.

3.2. Promieniowanie odpowiedzialne za produkcję witaminy D_3

W okresie zimowym, przy wysokich kątach zenitalnych Słońca, nad obszarem Polski obserwuje się niedobór promieniowania o skuteczności prewitaminy D_3 .

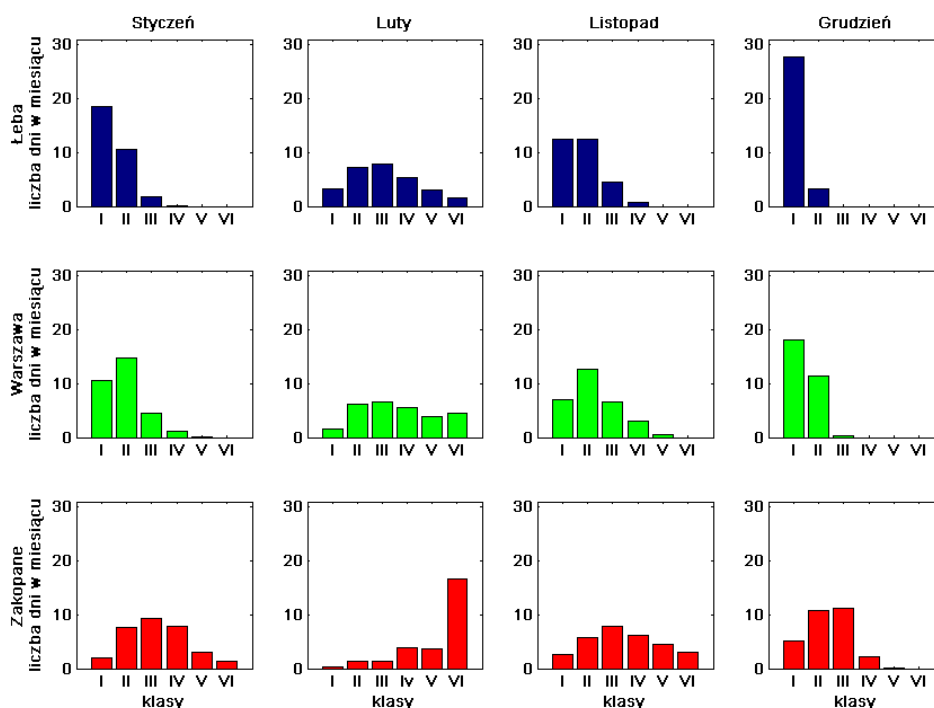
W związku z zalecaną dla utrzymania zdrowia dzienną dawką napromienienia $0,25 \text{ MED}$ (Holick, 2004), przeanalizowano dni z dawką dzienną napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie poniżej tej wartości. Dla siedmiu miesięcy: październik – kwiecień policzono maksymalną, minimalną i średnią liczbę dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie poniżej wartości $0,25 \text{ MED}$. W pracy przyjęto definicję $1 \text{ MED} = 250 \text{ J/m}^2$, co odpowiada II typowi skóry.

W tabeli 2 zostały zebrane maksymalne, minimalne i średnie liczby dni w poszczególnych miesiącach z dawką dzienną napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie poniżej wartości 0,25 MED, z okresu 1985-2001 dla Łeby oraz 1985-2008 dla Warszawy i Zakopanego. W grudniu i styczniu, w większości dni w miesiącu dawka dzienna napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie jest niewystarczająca do produkcji witaminy D₃. Do miesięcy, w których jesteśmy najbardziej narażeni na niedobory witaminy D₃, można zaliczyć również listopad i luty.

TABELA 2

Maksymalna, minimalna i średnia liczba dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie poniżej wartości 0,25 MED, z okresu 1985-2001 dla Łeby oraz 1985-2008 dla Warszawy i Zakopanego

	Styczeń			Luty			Marzec			Kwiecień		
	max	min	mean	max	min	mean	max	min	mean	max	min	mean
Łeba	16	2	9.8	3	0	0.9	0	0	0	0	0	0
Warszawa	8	0	3.9	12	0	0.6	0	0	0	0	0	0
Zakopane	2	0	0.6	1	0	0.1	0	0	0	0	0	0
	Październik			Listopad			Grudzień					
	max	min	mean	max	min	mean	max	min	mean	max	min	mean
Łeba	1	0	0.1	10	2	5.4	24	11	17			
Warszawa	0	0	0	6	0	2	15	4	9.2			
Zakopane	1	0	0.1	4	0	0.8	9	0	2.5			



Rys. 5. Średnia liczba dni w miesiącu z dawką dzienną napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie w 6 klasach o rozpiętości co 100 J/m², z okresu 1985-2001 dla Łeby oraz 1985-2008 dla Warszawy i Zakopanego

Po takiej analizie nasuwa się pytanie, czy w pozostałych zimowych dniach, kiedy dawki dzienne napromienienia promieniowania skutecznego erytemalnie przekraczają wartość 0,25 MED, na pewno mamy szansę na dostarczenie organizmowi odpowiedniej dawki witaminy D₃ wyprodukowanej przez promieniowanie UV? Nawet kiedy dawka napromienienia jest wyższa od dawki progowej takie szanse są bardzo małe, gdyż do tego celu powinniśmy spędzić cały dzień na ekspozycji na Słońce.

Przeprowadzając analizę promieniowania skutecznego erytemalnie dla 4 miesięcy, w których jesteśmy najbardziej narażeni na niedobory witaminy D₃, z podziałem na klasy o rozpiętości co 100 J/m² widzimy, że w przypadku stycznia, listopada i grudnia, szczególnie dla Łeby i Warszawy, większość dni w miesiącu charakteryzuje się dawką dzienną napromienienia poniżej 200 J/m².

4. PODSUMOWANIE

Na terenie Polski jesteśmy narażeni na zagrożenia wynikające z nadmiaru lub niedoboru promieniowania UV. W okresie letnim biologicznie czynne promieniowanie UV, bez zastosowania należytej ochrony przed jego działaniem, stanowi duże zagrożenie dla zdrowia człowieka. Natomiast, w okresie zimowym jesteśmy narażeni na niedobory witaminy D₃ i niezbędne jest uzupełnianie poziomu witaminy D₃ przez zastosowanie diety bogatej w tą witaminę.

LITERATURA

1. Bień S., Żyłka S., Klimas A., Kamiński B., Okła S., Postuła S., Ziółkowska M.: *Nowotwory złośliwe skóry głowy i szyi. Charakterystyka epidemiologiczna i kliniczna*. Studia Medyczne Akademii Świętokrzyskiej, tom 3, Kielce, 2006.
2. Biszczuk J., Lityńska Z., Curyło A., *Wpływ promieniowania UV na zdrowie człowieka – funkcje czułości spektralnej: erytemalna, prewitamina D3, SCUP-H* (ang. UV radiation influence on human Health – action spectra: erythema, previtamin D3, SCUP-H), Prace Instytutu Elektrotechniki, Zeszyt 234, str. 205-216, Warszawa, 2008.
3. Borzęcki A., Chodorowska G., Stępień K., Maciąg J.: *Nieczerniakowe raki skóry – problem nadal aktualny*. Nowa Medycyna – Dermatologia VI, 2/2005.
4. de Gruijl, F.R. and J.C. van der Leun: *Estimate of the wavelength dependency of ultraviolet carcinogenesis in humans and its relevance to the risk assessment of a stratospheric ozone depletion*. Health Physics, 67:319-25, 1994.
5. Holick M.: *The UV Advantage*, ibook inc., New York, 2004.

6. Holick, M. et al: *Action spectrum for the production of previtamin D3 in human skin*. CIE Technical Report, 2006.
7. *Indeks UV a człowiek*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 2001.
8. MacKinley, A. F., Diffey, B.L.: *A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin*. CIE J., 6(1), 17-22, 1987.
9. Koepke P., De Backer H., Bais A., Curylo A. et al.: *Modelling solar UV radiation in the past: comparison of algorithm*. COST Office, 2008.
10. Steck B.: Photoconjunctivitis, CIE Research Note, CIE-Journal, Vol. 5, Nr 1, 19-23, 1986.

Rękopis dostarczono, dnia 26.03.2010 r.

Opiniował: dr Stanisław Marzec

SOLAR UV RADIATION AND HUMAN HEALTH

Julita BISZCZUK-JAKUBOWSKA
Aleksander CURYŁO

ABSTRACT *Biological effective UV radiation (UVBE) for 3 stations of IMWM: Leba, Warsaw and Zakopane were analyzed. Analyses were performed on the basis of long-term reconstructed UVBE radiation series: 17-years (1985-2001) for Leba and 24-years (1985-2008) for Warsaw and Zakopane. The series were reconstructed with the use of UV radiation reconstruction model developed at IMWM, in the frame of COST Action 726.*

In Poland, there are hazards connected with excesses or deficiencies of UV radiation. Biological effective UV radiation during the summer months may be harmful for human health without any protection. In winter time the UV radiation is not sufficient for natural synthesis of vitamin D₃ by humans.



Mgr Julita BISZCZYK-JAKUBOWSKA, absolwentka Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, specjalizacja fizyka atmosfery. Od 2004 r. pracuje w Ośrodku Aerologii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Legionowie, zajmując się badaniami związanymi z promieniowaniem UV, ostatnio pomiarami indywidualnych dawek promieniowania UV przy różnych rodzajach aktywności człowieka. W latach 2004-2009 uczestniczyła w międzynarodowej Akcji COST 726 „Zmiany długoterminowe i klimatologia promieniowania ultrafioletowego w Europie”. W okresie 01.10.2005 – 31.12.2006 brała udział w XXX Wyprawie na Polską Stację Antarktyczną im. H. Arctowskiego, podczas której pracowała jako meteorolog i zajmowała się pomiarami promieniowania UV.

Mgr Aleksander CURYŁO, absolwent Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Pracownik Ośrodka Aerologii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Legionowie. Główna tematyka badań to pomiary i modelowanie promieniowania słonecznego, m.in. w zakresie UV, współautor prognozy Indeksu UV prezentowanej w trybie operacyjnym w Internecie. W ostatnich latach działający w międzynarodowej akcji COST-726 opracowującej klimatologię i zmiany długoterminowe promieniowania w Europie. Inicjator uruchomienia pomiarów promieniowania bezpośredniego i rozproszonego z urządzeniem SunTrucker oraz pomiarów aerozoli za pomocą fotometru słonecznego CIMEL.

