

Stanisław MARZEC  
Jolanta NOWICKA

## WPŁYW WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH I TERENOWYCH NA POZIOM NARAŻENIA LUDNOŚCI WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO NA NATURALNE PROMIENIOWANIE NADFIOLETOWE

**STRESZCZENIE** *Przedstawiono wyniki pomiarów natężenia słonecznego promieniowania UV w województwie śląskim, wykonane w 2007 roku, w zakresie skuteczności erytemalnej. Oceniono wielkość ekspozycji ludności na nadfioleć pod względem zdrowotnym, z uwzględnieniem pór roku, stanu pogody, stopnia zadrzewienia, czasu przebywania na zewnątrz budynków.*

*Mierzono natężenie napromienienia w płaszczyźnie poziomej oraz w kierunkach południowym, zachodnim, północnym i wschodnim. Do pomiarów wybrano teren częściowo zabudowany i zadrzewiony. Największe natężenie napromienienia stwierdzono w płaszczyźnie poziomej i dla kierunku południowego, natomiast najmniejsze dla kierunku północnego. Wykazano, że wielkość narażenia ludności zależy nie tylko od pory roku i warunków klimatycznych, lecz również w dużym stopniu od warunków terenowych: zabudowy i zadrzewienia.*

**Słowa kluczowe:** *promieniowanie UV, nadfioleć słoneczny, indeks UV*

---

**dr Stanisław Marzec**

e-mail: s.marzec@imp.sosnowiec.pl

**mgr Jolanta NOWICKA**

e-mail: j.nowicka@imp.sosnowiec.pl

Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 237, 2008

## 1. WSTĘP

---

Nadmiar UV prowadzi do przedwczesnego starzenia się skóry, powstania zmian przednowotworowych i nowotworowych w skórze, stanów zapalnych rogówki i spojówki oka, zmętnienia soczewki oraz upośledzenia funkcjonowania układu immunologicznego. Najbardziej aktywne w tym zakresie są fale krótsze od 320 nm [6, 7]. Najczęściej dochodzi do narażenia ludności na naturalne czyli słoneczne promieniowanie nadfioletowe (UV).

W ostatnich latach znacznie wzrosło zainteresowanie narażeniem ludności na ten czynnik, co spowodowane jest bardzo dużym wzrostem zachorowalności na czerniaka (jednym z najwyższych), a także spadkiem stężenia ozonu stratosferycznego, co implikuje wzrost natężenia UV docierającego do powierzchni ziemi. Z uwagi na wagę zagadnienia, Konwencja Narodów Zjednoczonych z 1985 roku oraz Protokół Montrealski z 1987 roku obliguje wszystkie kraje, w tym Polskę, do prowadzenia pomiarów natężenia troposferycznego promieniowania UV przy powierzchni ziemi.

W związku z tym powstaje coraz większa liczba stacji pomiarowych, monitorujących wielkość natężenia słonecznego promieniowania UV docierającego do powierzchni ziemi. Pomiary te wykonuje się miernikiem o charakterystyce widmowej odpowiadającej skuteczności tworzenia rumienia [1, 4]. Ponieważ brak jest jednomyślności w jej przebiegu, WHO zaleca aby pomiary naturalnego UV wykonywać według krzywej ustalonej przez CIE z 1987 roku [3]. Inną krzywą widmową skuteczności rumieniowej zalecają normy amerykańskie oraz IRPA/INIRC [7].

Stopień narażenia ludności na naturalne promieniowanie UV określa się wielkością dawki otrzymanej w ciągu całego dnia, wyrażoną w MED, lub podając tzw. indeks UV (UVI), zdefiniowany jako iloczyn efektywnego natężenia napromienienia w  $W/m^2$ , wyznaczonego według krzywej rumieniowej CIE, pomnożonego przez 40 [4]. W przypadku wyliczania lub prognozowania maksymalnego dziennego indeksu UV przyjmuje się średnie maksymalne 30 minutowe wartości efektywnego natężenia napromienienia UV, natomiast w przypadku wyznaczania indeksu na drodze pomiarowej bierze się pod uwagę wartości średnie maksymalne natężenia napromienienia UV dla okresów 5 – 10 minutowych.

W województwie śląskim występuje znacznie większe niż w innych rejonach Polski zanieczyszczenie powietrza, istotnie wpływające na poziom UV, dlatego określenie narażenia ludności tego obszaru na naturalny nadfiolet ma szczególne znaczenie. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki pomiarów

natężenia napromienienia naturalnego nadfioletu, występującego na terenie województwa śląskiego.

## 2. MATERIAŁ I METODYKA

---

Punkt pomiarowy znajdował się w Sosnowcu, na wysokości 260 m n.p.m. o współrzędnych geograficznych 50°16'18" szerokości geograficznej północnej i 19°08'05" długości geograficznej wschodniej. Do pomiarów wybrano teren częściowo zabudowany, o zróżnicowanej wysokości budynków, maksymalnie do około 10 m. Po stronie południowej w pobliżu punktu pomiarowego nie występowały zabudowania ani zadrzewienie, natomiast w pozostałych kierunkach, w odległości około 50 – 100 m znajdowały się drzewa liściaste.

Wyznaczano średnie natężenie napromienienia naturalnego UV dla okresu 10 minut w porze maksymalnej wysokości słońca (w południe czasu słonecznego). Pomiar UV przeprowadzono miernikiem nadfioletu typu UV-01 firmy SONOPAN, według skuteczności erytemalnej, określonej w Polskiej Normie PN-79/T-06588 [5]. Sondę umieszczano na wysokości 1,5 m nad poziomem gruntu, w płaszczyźnie poziomej oraz pionowo w kierunkach wschodnim, południowym, zachodnim i północnym. Błąd pomiarów nie przekraczał 20 %.

Notowano również stan i rodzaj zachmurzenia oraz stopień pokrycia terenu śniegiem. Rejestrowano również wartości indeksu UV dla Katowic, podawane przez IMiGW [1].

## 3. WYNIKI

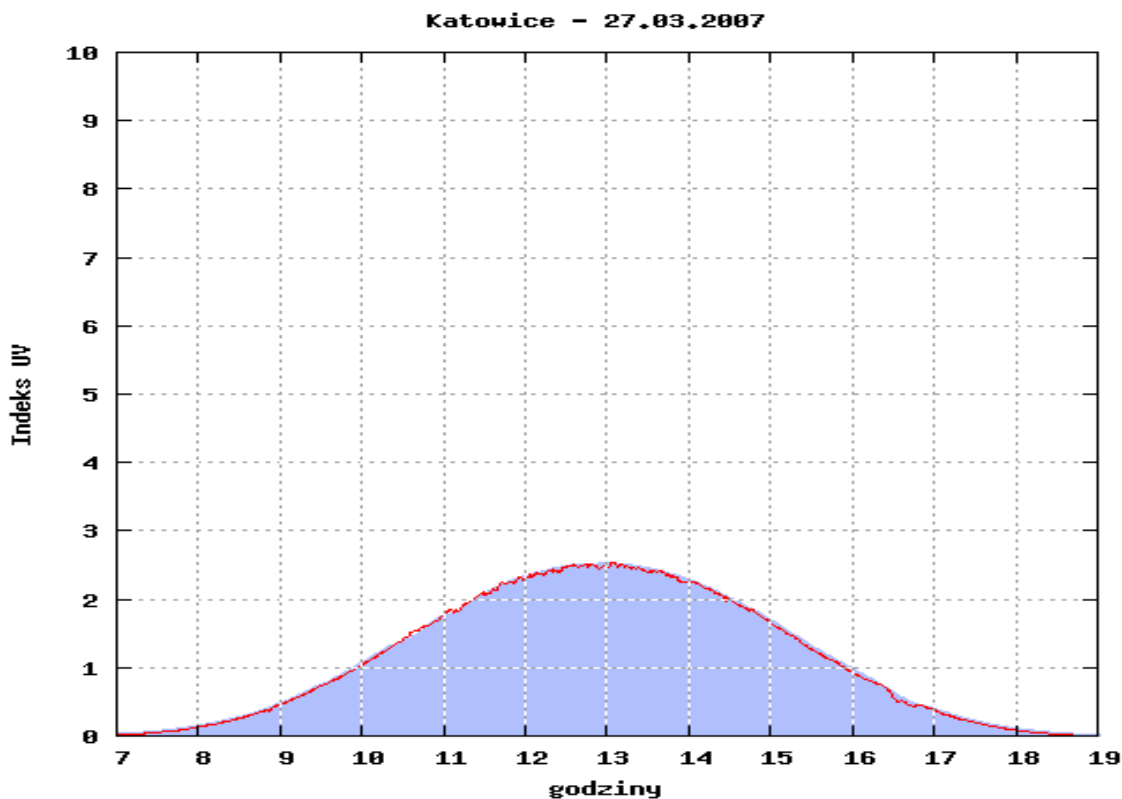
---

Na rysunku 1 przedstawiono dzienne zmiany wartości indeksu UV w dniu bezchmurnym, otrzymane przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej [1].

Jak wynika z rysunku 1, natężenie napromienienia UV podczas bezchmurnego nieba, zmienia się według krzywej gaussowskiej, osiągając maksimum w południe czasu słonecznego. Otrzymana doza naturalnego promieniowania UV, ważona według krzywej skuteczności CIE ( $D_{sko}$ ), wyniesie [2]:

$$D_{sko} = 0,025 UVI_{max} \int_t f(t)dt \quad (1)$$

gdzie  $UVI_{max}$  - maksymalna wartość indeksu UV w danym dniu (w południe czasu słonecznego),  $f(t)$  – funkcja według której zmienia się indeks UV.

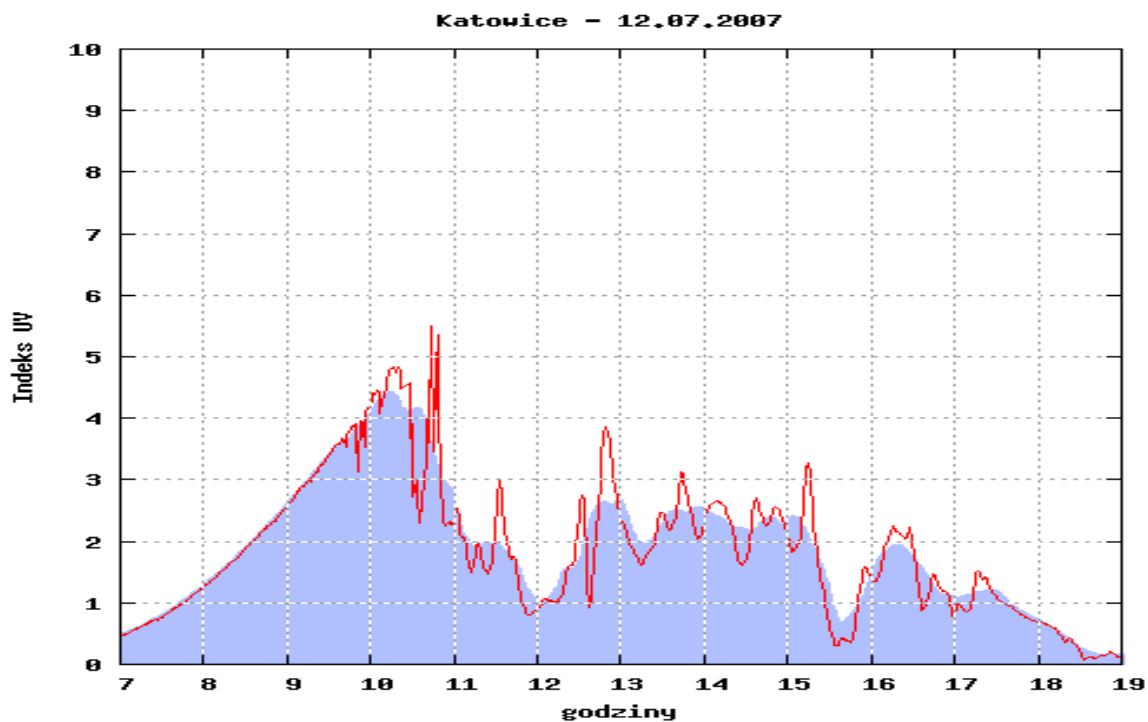


Rys. 1. Dzienny przebieg wartości indeksu UV w Katowicach wg. IMiGW

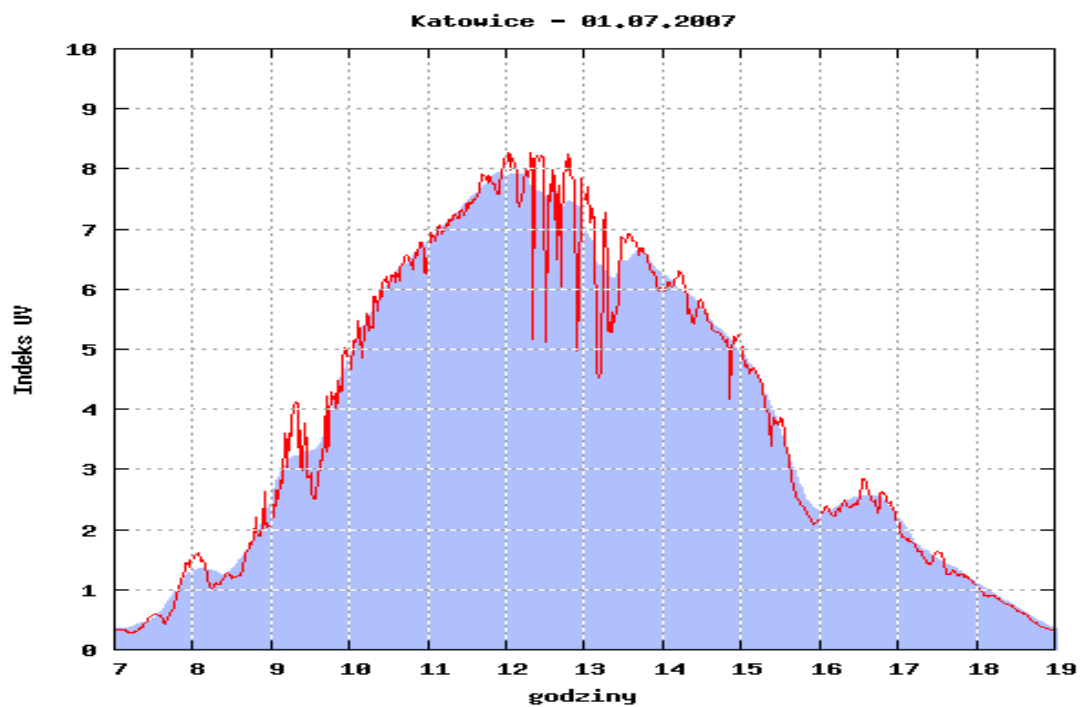
W przypadku przebywania na zewnątrz pomieszczeń, np. od godziny 8 do 16, otrzymana doza naturalnego promieniowania UV, wyrażona w  $[J/m^2]$ , określona będzie równaniem:

$$D_{sko} = 450 IUV_{max} \quad (2)$$

Z danych IMiGW wynika, że jeżeli występują chmury niskie, a stopień zachmurzenia przekracza 3/8, wówczas natężenie nadfioletu słonecznego ulega zmniejszeniu od 20% do 80% [4]. W przypadku chmur średnich zmniejszenie naturalnego UV występuje w przypadku zachmurzenia przekraczającego 5/8 (od 20% do 50%), a w przypadku chmur wysokich zmniejszenie naturalnego UV nastąpi dopiero w przypadku zachmurzenia praktycznie pełnego (co najmniej 7/8) i tylko o około 10%. Na rysunku 2 przedstawiono przebieg UVI podczas zachmurzenia spowodowanego chmurami niskimi, a na rysunku 3 – podczas zachmurzenia spowodowanego chmurami wysokimi [1].

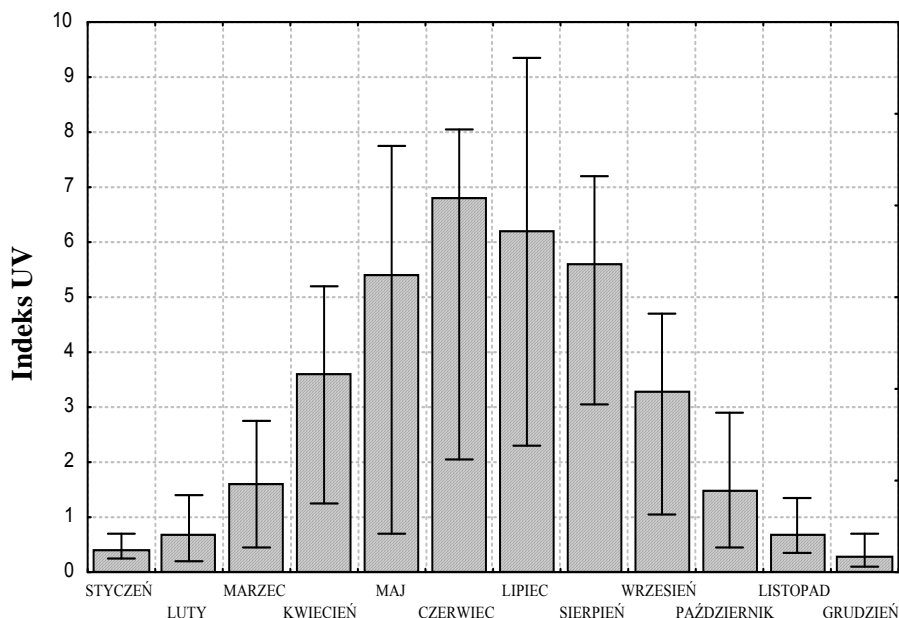


Rys. 2. Dzienny przebieg wartości UVI w Katowicach podczas zachmurzenia o wielkości 6/8-7/8 chmurami niskimi, wg IMiGW



Rys. 3. Dzienny przebieg wartości UVI w Katowicach podczas zachmurzenia o wielkości 7/8 chmurami wysokimi, wg IMiGW

Średnie oraz największe i najmniejsze, spośród maksymalnych, wartości indeksów UV występujących w poszczególnych miesiącach 2007 roku, według IMiGW, przedstawia rysunek 4.

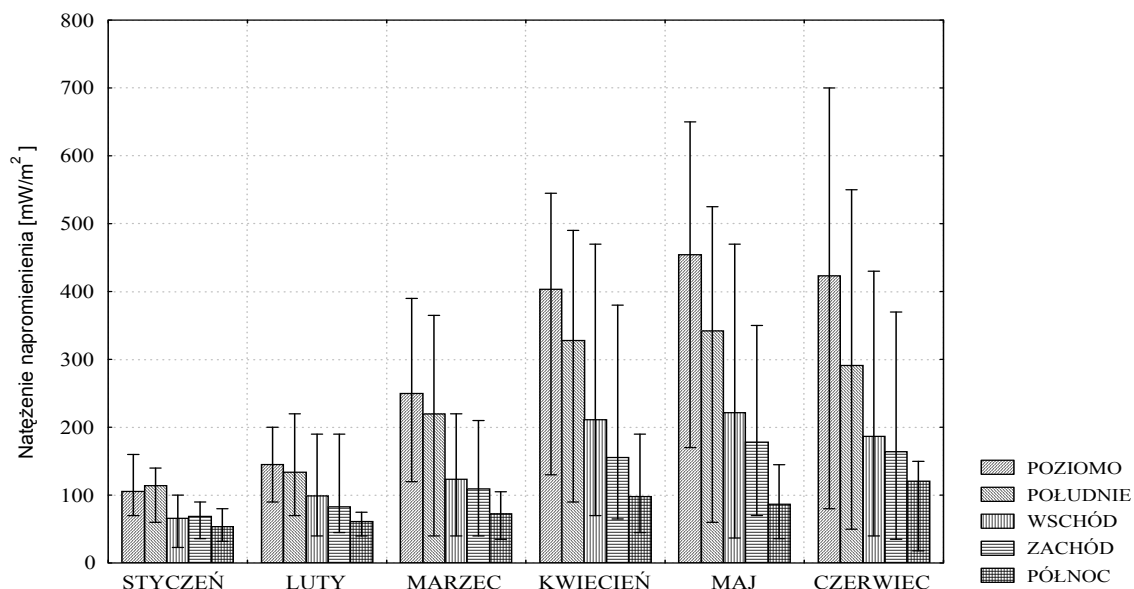


**Rys. 4. Wartości indeksu UV dla poszczególnych miesięcy w 2007 roku wg IMiGW w Katowicach**

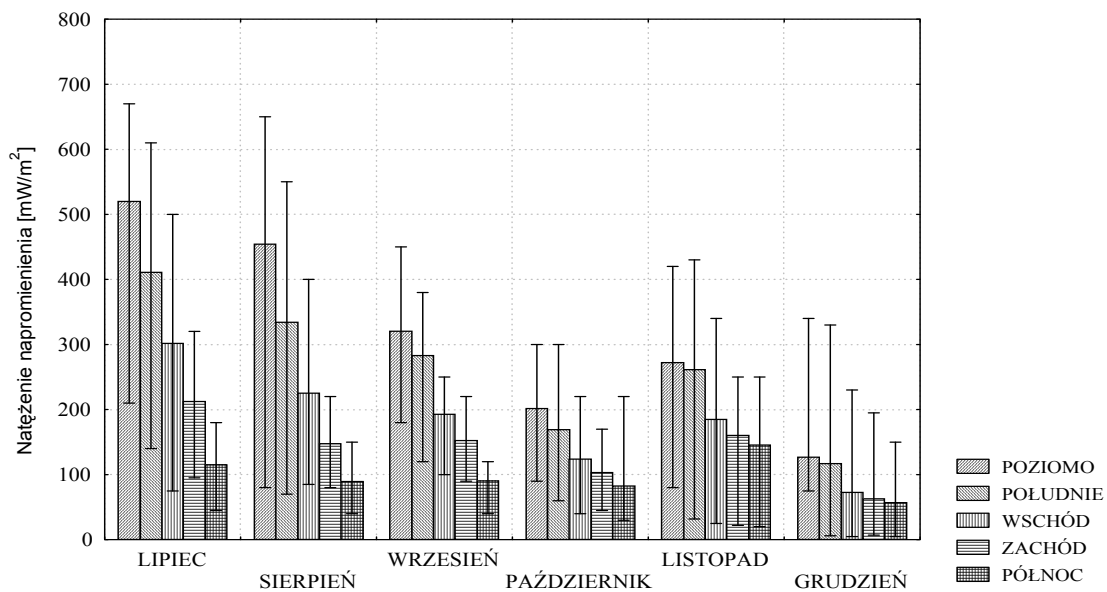
Jak wynika z rysunku 4, średnie wartości indeksów UV w miesiącach letnich (maj – sierpień) w Katowicach wynoszą około 6, a maksymalne około 8 – 9 jednostek. Wobec tego doza promieniowania UV, otrzymana w ciągu 8-godzinnej ekspozycji wyniesie średnio  $2700 \text{ J/m}^2$ , a maksymalnie nawet  $4050 \text{ J/m}^2$ , wobec minimalnej dawki wywołującej rumień skóry (MED) od 200 do  $450 \text{ J/m}^2$ , w zależności od typu skóry. Może wystąpić więc wielokrotne, nawet kilkunastokrotne, przekroczenie progowej wartości rumieniowej, co wymaga ograniczenia narażenia skóry.

Własne pomiary promieniowania UV wykazały znaczne zróżnicowanie wielkości ekspozycji w zależności od kierunku ustawienia sondy. Największe wartości natężenia stwierdzono w płaszczyźnie poziomej oraz w kierunku południowym, natomiast najmniejsze – w kierunku północnym. Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono średnie oraz maksymalne i minimalne wartości natężenia napromienienia erytemalnego, stwierdzone w poszczególnych miesiącach 2007 roku w płaszczyźnie poziomej oraz w kierunkach południowym, wschodnim, zachodnim i północnym. Podane na rysunkach wartości natężenia napromienienia należy

podzielić przez współczynnik 4, aby otrzymać wartości wyznaczone miernikiem o krzywej widmowej CIE.



Rys. 5. Natężenie napromienienia promieniowania erytemalnego w poszczególnych kierunkach w miesiącach styczeń-czerwiec 2007 roku



Rys. 6. Natężenie napromienienia promieniowania erytemalnego w poszczególnych kierunkach w miesiącach lipiec-grudzień 2007 roku

Jak wynika z powyższych rysunków, średnie wartości natężenia napromienienia UV dla płaszczyzny poziomej w okresie letnim wynoszą około  $0,11 \text{ W/m}^2$  (po uwzględnieniu współczynnika korekcji), a maksymalnie  $0,15 - 0,17 \text{ W/m}^2$ , co odpowiada średniemu indeksowi UV 4,5 oraz maksymalnemu 6 – 7 jednostek. Otrzymane na podstawie własnych pomiarów wartości natężenia napromienienia są więc mniejsze od wartości wyznaczonych przez IMiGW. Poza tym stwierdzono większe średnie wartości natężenia napromienienia w maju niż w czerwcu oraz w listopadzie niż w październiku, czego nie wykazały pomiary IMiGW. Różnice te mogą być spowodowane zabudową oraz zadrzewieniem i wskazują, że rzeczywiste narażenie ludności na naturalne promieniowanie nadfioletowe może być mniejsze, niż wynikałoby to z wielkości indeksu UV.

#### 4. PODSUMOWANIE

---

Wyniki otrzymane na podstawie własnych pomiarów wskazują, że na poziom narażenia ludności na naturalny nadfiolet ma duży wpływ nie tylko pogoda, lecz również zabudowa i zadrzewienia. Monitoring słonecznego UV, prowadzony zarówno przez stacje IMiGW jak i Instytutu Geofizyki, uwzględniają jedynie wpływ pogody. Natomiast pomiary słonecznego nadfioletu w naturalnych warunkach umożliwiają uwzględnienie wpływu elementów urbanistycznych i krajobrazowych na wielkość narażenia ludności, co pozwala na dokładniejsze określenie zagrożenia tym czynnikiem.

#### LITERATURA

1. [www.imgw.pl](http://www.imgw.pl)
2. Laperre J., Gambichler T.: Sun protection offered by fabrics: on the relation between effective doses based on different action spectra *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 19 (1), 11–16, 2003.
3. McKinlay A.F., Diffey B.L.: A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. CIE Research Note. (1987) CIE – Journal 6, 1, 17–22.
4. Lityńska Z., Łapeta B., Wolsak H.: Indeks UV a człowiek. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, 2001.
5. Polska Norma PN-79/T-06588 Ochrona przed promieniowaniem optycznym. Promieniowanie nadfioletowe. Nazwy, określenia, jednostki.
6. Promieniowanie nadfioletowe. Kryteria zdrowotne środowiska, t. 160, IMP Łódź, 1997.
7. Sliney D.H., Wolbarsht M.: Safety with Lasers and Other Optical Sources. Plenum Press, New York, 1980.

*Rękopis dostarczono dnia 04.04.2008 r.*

**Opiniował: prof. dr hab. Jacek Sosnowski**



CLIMATICAL AND ENVIRONMENTAL INFLUENCE  
ON SOLAR UV RADIATION  
HAZARD OF SILESIA PROVINCE INHABITANTS

Stanisław MARZEC, Jolanta NOWICKA

**ABSTRACT** *This article presents measurements of solar UV radiation in Silesia province taken in 2007 in the aspect of erythema efficiency. Peoples' exposition to UV radiation was examined in it's health aspect, considering season, weather conditions, afforestation and amount of time spent at outdoor buildings.*

*Irradiance was measured in horizontal plane and in south, north, east and west directions in vertical plane. The area chosen for measurements was partially urbanised and afforested.*

*The strongest irradiance appeared in horizontal plane measurements and for south direction in vertical plane measurements. The weakest irradiance was measured in northern direction. It is showed that peoples' hazard of solar UV depends not only on season and climate conditions, but also, in a great degree, on local environmental conditions – urbanisation and afforestation.*

**Dr Stanisław Marzec** jest kierownikiem Pracowni Promieniowania Niejonizującego w Instytucie Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu. Od 30 lat prowadzi badania nad wpływem promieniowania optycznego na człowieka oraz aspektami higienicznymi oświetlenia. Jest autorem i współautorem około stu referatów, artykułów i monografii z tej dziedziny.

