

Biologicznie czynne promieniowanie UV

Dr inż. Agnieszka Czerwińska



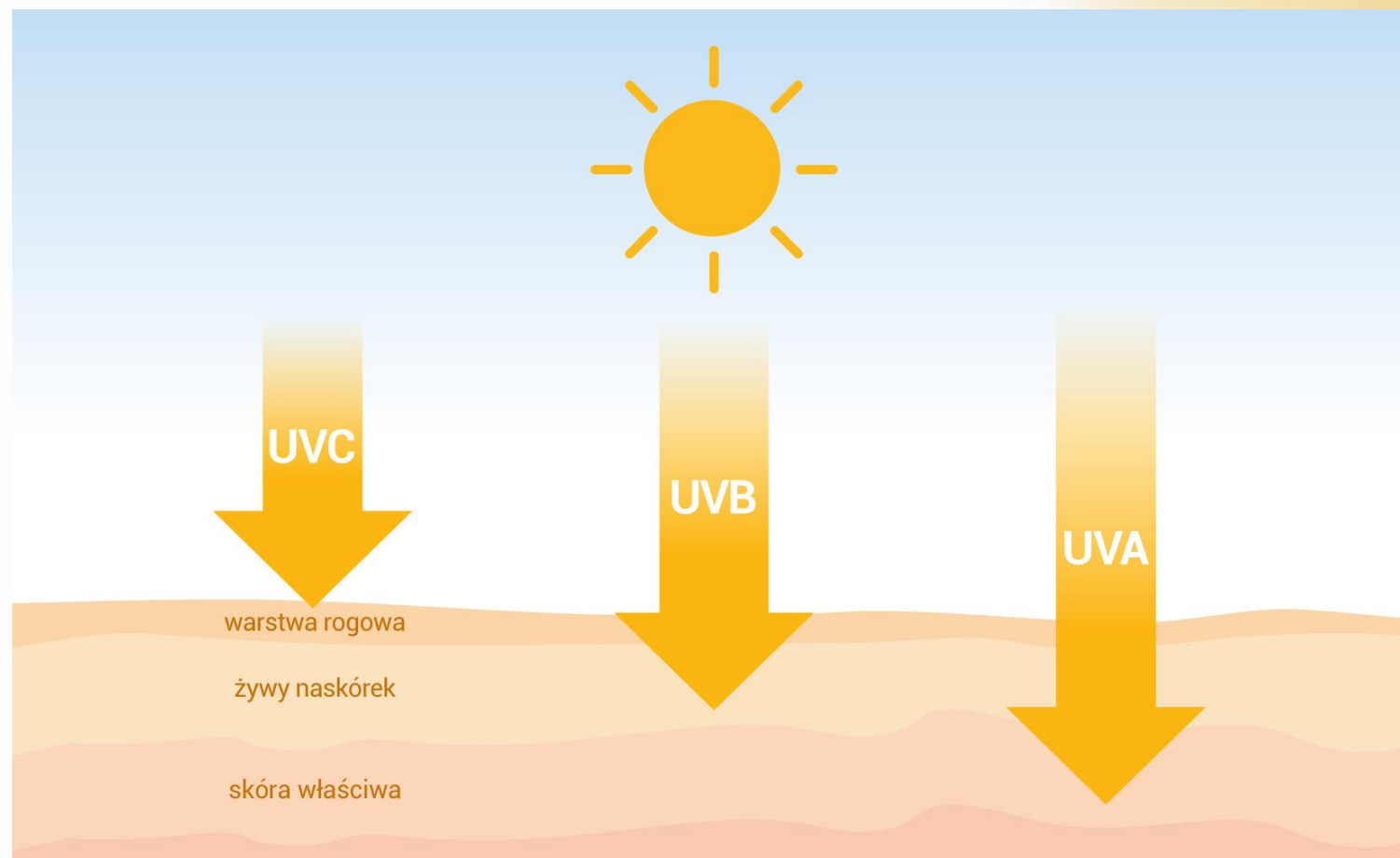
Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences



Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences

Zakresy promieniowania UV

- UV-C 100-280 nm, nie dociera do powierzchni Ziemi;
- UV-B 280-315 nm, absorbowane w ponad 90% przez warstwę ozonową;
- UV-A 315-400 nm, ~5% pochłanianie przez warstwę ozonową



<http://www.uwagaslonce.pl/pl/uv-a-skora/>

Nadmierna ekspozycja na promieniowanie UV może powodować:

- Fotostarzenie (zwiótczenie skóry, utratę jędrności, zmarszczki) – UV-A;
- Alergię słoneczną – UV-A, UV-B;
- Plamy na skórze – UV-A;
- Rozwój nowotworów UV-A, UV-B;
- Poparzenia słoneczne (tzw. rumień, erytema) – UV-B;
- Niszczenie struktur DNA w komórkach – UV-B;
- Osłabienie układu odpornościowego (immunosupresja).



Co dobrego daje nam promieniowanie UV?



- Witamina D₃ – UV-B;
- Wspomaganie leczenia niektórych chorób skórnych (fototerapia), takich jak np. łuszczyca – UV-B;
- Zmniejszenie ciśnienia tętniczego, rozszerzanie naczyń krwionośnych – UV-A
- Może być wykorzystywane do dezynfekcji (np. sal operacyjnych – UV-C).

Jakie czynniki wpływają na natężenie UV?

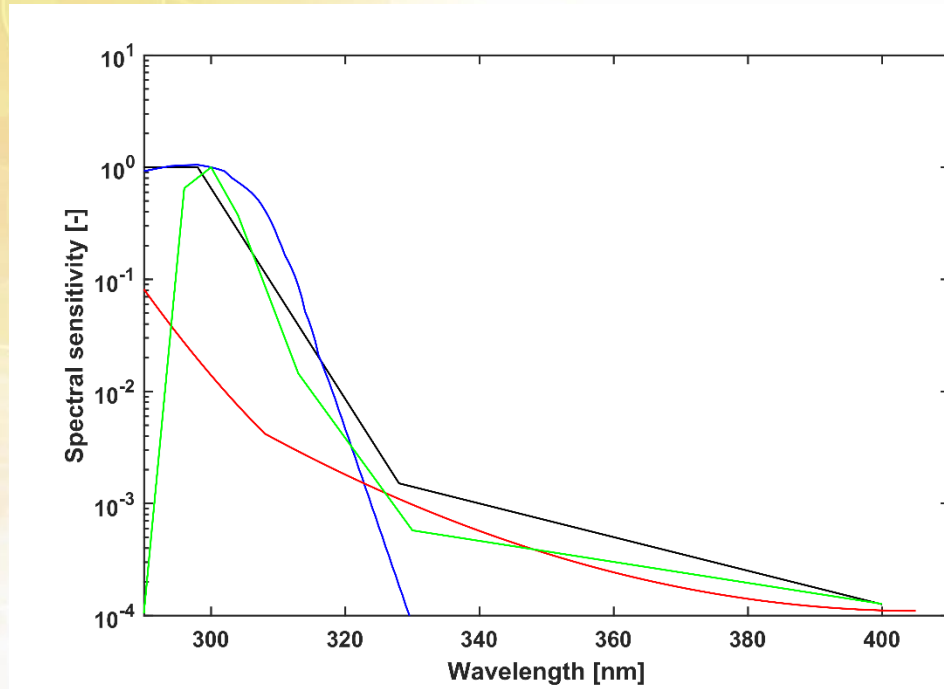
Pozycja Słońca

(spadek wraz ze wzrostem kąta zenitalnego)



- Pora roku (**wzrost** latem);
- Pora dnia (**wzrost** w południe);
- Lokalizacja geograficzna (**spadek** ze wzrostem szerokości);
- Wysokość nad poziomem morza (**wzrost** wraz z wysokością);
- Całkowita zawartość ozonu (**spadek** ze wzrostem ozonu);
- Zachmurzenie i zanieczyszczenie powietrza (**spadek** wraz ze wzrostem);
- Rodzaj powierzchni (albedo) (**wzrost** dla zaśnieżonych powierzchni).

Biologiczne efekty wywoływane przez promieniowanie UV



Konkretny efekt biologiczny występuje po otrzymaniu odpowiedniej dawki (RE_{BIOL}), która często zależy od fototypu skóry

Krzywe czułości spektralnej (AS):

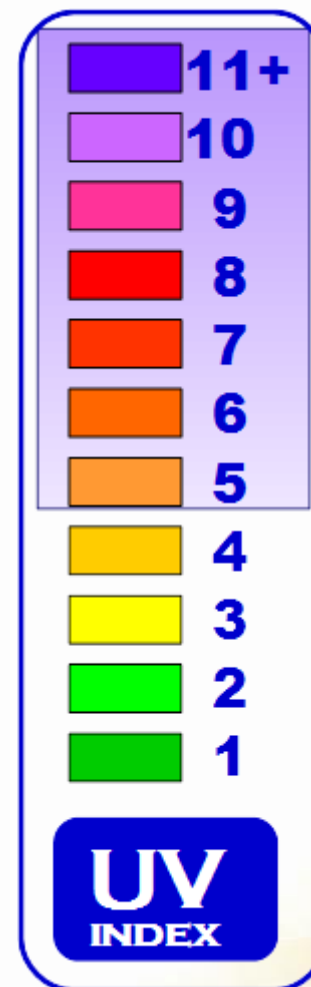
- Poparzenia słoneczne (czarna linia),
- Synteza skórna prewitaminy D₃ (niebieska linia),
- Leczenie zmian łuszczykowych (zielona linia),
- Dezaktywacja cząstek SARS-CoV-2 (czerwona linia).

$$I_{BIOL}(t) = \int_{290 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} I_r(\lambda, t) AS_{BIOL}(\lambda) d\lambda$$

$$RE_{BIOL}(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} I_{BIOL}(t) dt$$

Indeks UV

Miara znormalizowana
natężenia
promieniowania UV,
powodującego
powstawanie poparzeń
słonecznych.



<http://www2.epa.gov/sunwise>

Zalecenia w zależności od indeksu UV

UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX	UV INDEX
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 ⁺
Ochrona nie jest konieczna			Ochrona jest wymagana				Konieczna jest dodatkowa ochrona			
Możesz bezpiecznie przebywać na zewnątrz.			W godzinach południowych przebywaj jak najczęściej w cieniu. Włóż koszulkę, użyj kremu z filtrem i załóż nakrycie głowy.				Unikaj ekspozycji na słońce w godzinach południowych! Jeśli musisz wyjść, poszukaj cienia! Bez koszulki, kremu i nakrycia głowy nie wychodź z domu!			

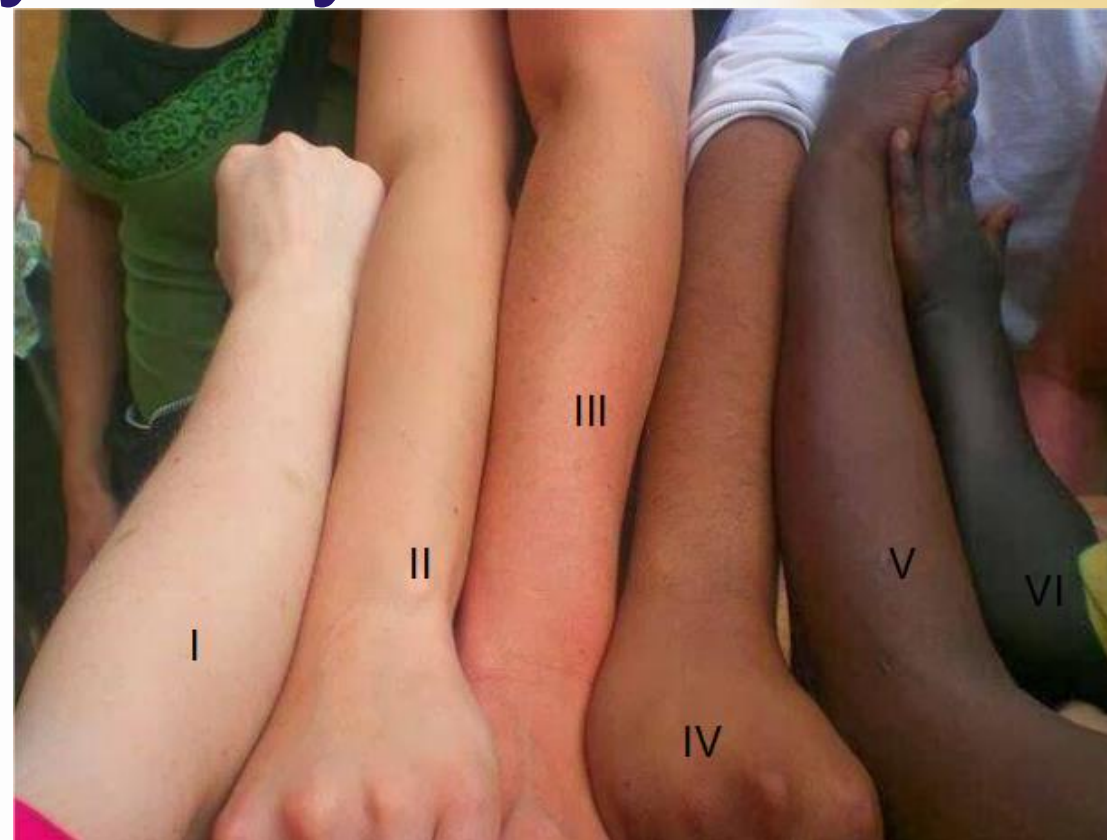
Tabela wg zaleceń WHO (Światowej Organizacji Zdrowia)

Skąd możemy wiedzieć, jaki będzie/jest indeks UV?

- Prognozy pogody (np. CAMS <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/projections-and-tools/cams-uv-index-forecast/cams-UV-viewer>);
- Mierniki ręczne;
- Wyniki pomiarów z pobliskich stacji meteorologicznych;
- Aplikacje “smartfonowe” (np. windy).

Fototypy skóry

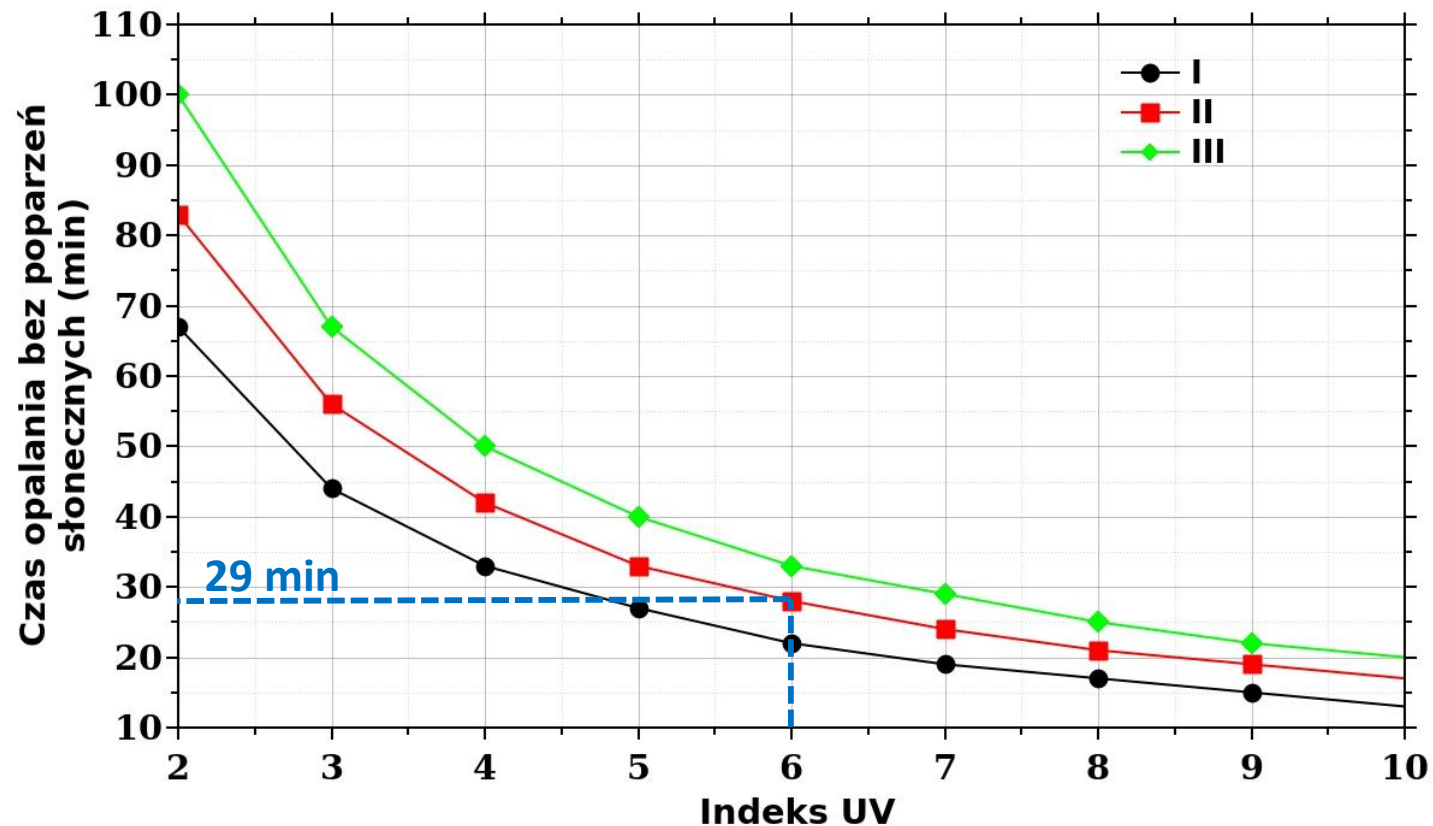
Typ	Cechy charakterystyczne	Reakcja na światło słoneczne
I	Błada biała skóra, często piegi, niebieskie/ zielone/ piwne oczy, włosy blond/ rude	Zawsze ulega oparzeniom, trudno się opala
II	Błada skóra, niebieskie/ zielone oczy	Łatwo ulega oparzeniom, trudno się opala
III	Ciemniejsza biała skóra	Opala się po początkowym oparzeniu
IV	Jasna brązowa skóra	Oparzenia minimalne, opala się łatwo
V	Brązowa skóra	Rzadko ulega oparzeniom, łatwo i mocno się opala
VI	Ciemnobrązowa/ czarna skóra	Nigdy nie ulega oparzeniom, zawsze się mocno opala



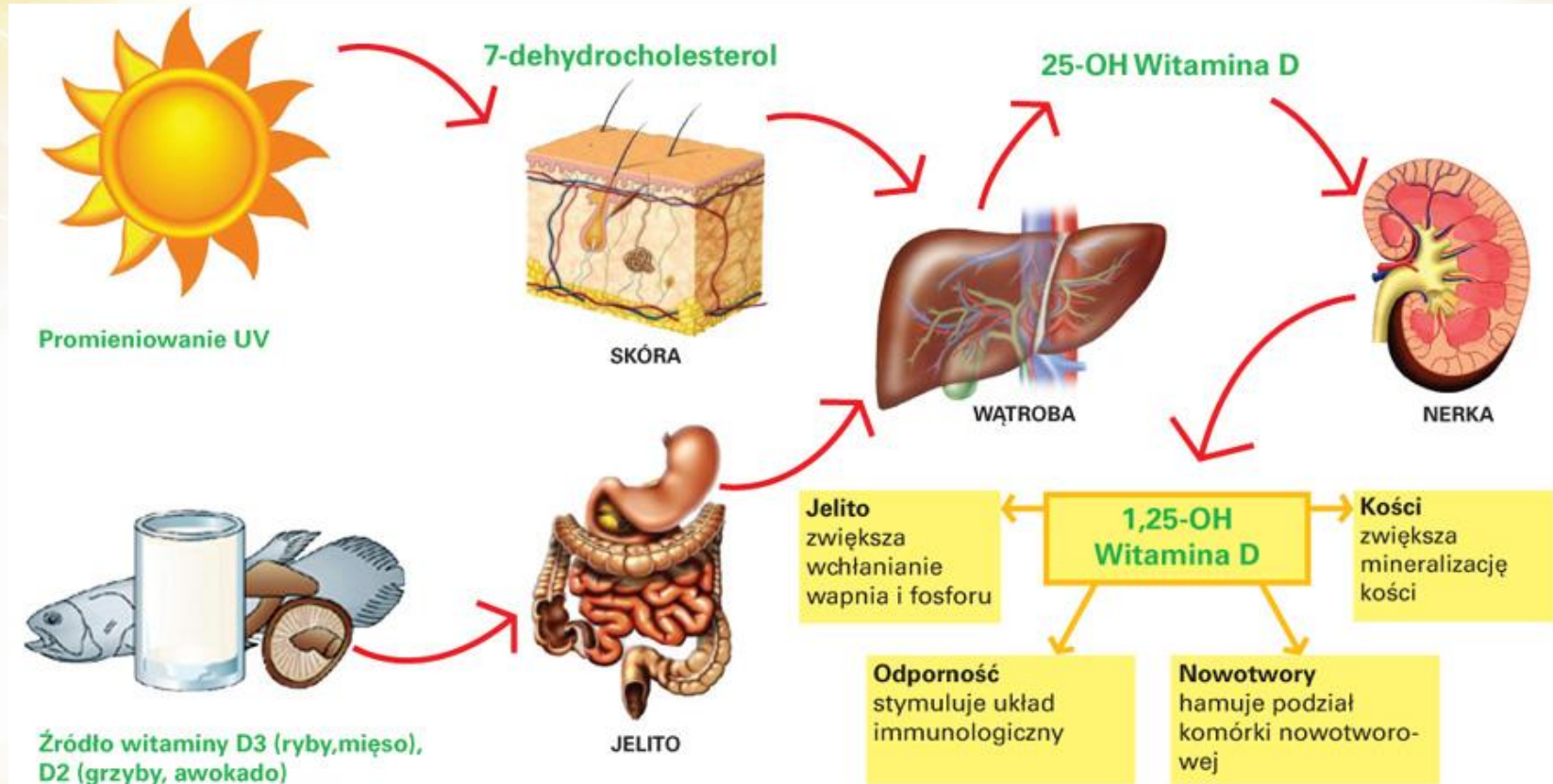
Fitzpatrick TB: The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. Arch Dermatol 124(6): 869-71 (1988).

Minimalna dawka erytemalna (MED) [J/m²] dla 6 fototypów:
 200-300 (I), 250-350 (II), 300-500 (III), 450-600 (IV), 600-1000 (V), >1000 (VI)

Czas opalania bez poparzeń słonecznych w zależności od fototypu skóry i indeksu UV



Witamina D₃



<http://www.odzywiaj-sie-zdrowo.pl/artykuly/witamina-d3-wazna/>

Niedobór witaminy D₃

- Obniżenie siły mięśni lub ich zanik;
- Spadek aktywności komórek budujących tkankę kostną;
- Zmniejszenie wytwarzania włókien kolagenowych;
- Zahamowanie perystaltyki jelit;
- Zmniejszenie aktywności komórek nerwowych;
- Pogorszenie koncentracji;
- Krzywica u dzieci i osteoporoza u dorosłych.

Jak obliczyć promieniowanie o skuteczności witaminalnej?

- Pomiar spektralny za pomocą spektrofotometrów (np. Brewer)

Spektrofotometry są bardzo drogie

- Modelowanie spektralne

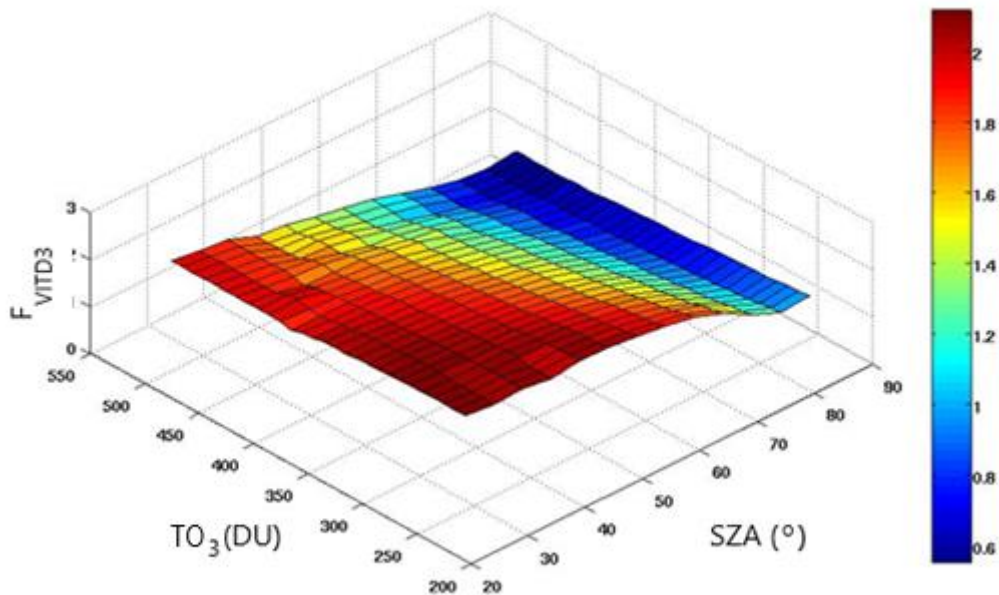
Niedostępne dla przeciętnego użytkownika

- Obliczanie z łatwo dostępnej wartości indeksu UV

Możliwe, ale potrzebna jest “funkcja przejścia”

Przykład funkcji przejścia

- Skonstruowana na podstawie pomiarów spektrofotometrem Brewera w Belsku w latach 2000-2010;
- Zweryfikowana na podstawie innego okresu (2010-2014);
- Zależna od całkowitej zawartości ozonu (TO_3) oraz od kąta zenitalnego (SZA).



$$I_{r_{VITD3}} = F_{VITD3}(TO_3, SZA) \cdot I_{r_{ERYT}}$$

Skuteczność metody

Photochemical & Photobiological Sciences (2024) 23:479–492
<https://doi.org/10.1007/s43630-023-00532-z>

ORIGINAL PAPERS



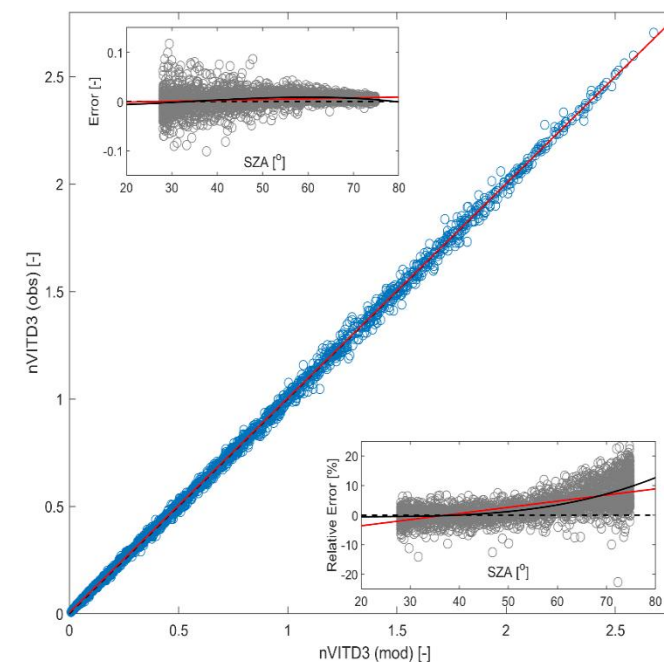
Measurements of biologically effective solar radiation using erythemal weighted broadband meters

Agnieszka Czerwińska¹ · Janusz Krzyściński¹

Received: 19 October 2023 / Accepted: 28 December 2023 / Published online: 16 February 2024
© The Author(s), under exclusive licence to European Photochemistry Association, European Society for Photobiology 2024



- Funkcja przejścia z pomiarów jest tożsama z funkcją przejścia z modelu FastRT;
- Walidacja modelu z serią pomiarową z Reading (2012-2021) pokazała, że średni błąd dla $SZA \leq 45^\circ$ nie przekroczył 5%.



Statistics	nVITD3 [-]		
	all	SZA $\leq 45^\circ$	SZA $> 45^\circ$
ME	~0.00	~0.00	0.01
MRE [%]	3.12	-0.19	5.18
RMSPE [%]	5.89	2.37	7.30
r ²	0.999	0.998	0.999

Jaki powinien być scenariusz przebywania na zewnątrz?

- W czasie bezpiecznego opalania jesteśmy w stanie wytworzyć zalecaną dawkę witaminy D, ale wskazana jest kontrola czasu ekspozycji;
- Oficjalne zalecenia polskich lekarzy mówią, aby w okresie od kwietnia do września w Polsce eksponować 1/4 ciała bezpośrednio na działanie słońca przez co najmniej 15 min w godzinach 10-15;
- Dopiero po tym czasie zastosować krem z filtrem;
- Osoby z fototypem I, alergią na słońce oraz ze znamionami powinny stosować krem z filtrem **ZAWSZE** przy bezpośredniej ekspozycji.

Dziękuję za uwagę!



**Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences**



**Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences**