

## NAPOVEDOVANJE KOLIČINE NARAVNEGA UV-B SEVANJA

### FORECASTING NATURAL UV-B IRRADIATION

**Petra GOLOB<sup>1</sup>**  
(mentor Tomaž VRHOVEC<sup>2</sup>)

pripravil mentor<sup>2</sup> 8. avgusta 2000

sprejeto v dokončni obliki 22. novembra 2000

#### POVZETEK

V nalogi so prikazani rezultati analize triletnega obdobja meritev UV-B sončnega sevanja pri tleh v Ljubljani, Portorožu ter na Kredarici (krajše obdobje). Orisani so vplivi nekaterih dejavnikov, ki vplivajo na količino UV-B obsevanja. Izračunane so statistične povezave med količino UV-B obsevanja ter drugimi merjenimi meteorološkimi količinami. V nadaljevanju je predstavljena uporaba metode MOS za statistično napoved UV-B obsevanja za naslednji dan. Statistični model je razdeljen v razrede glede na stopnjo kumulusne oblačnosti in prisotnost padavin. Opravljene so tudi verifikacije modelov za omenjene merilne postaje.

#### SUMMARY

The results of the analysis of a three-year record of UV-B measurements in Ljubljana, Portorož and at Kredarica high altitude station (shorter period) are presented. They show us the effects of some essential parameters influencing UV-B irradiance. Statistical relations between UV-B irradiance and other meteorological parameters were calculated. Further on, the MOS forecasts of UV-B irradiance are introduced. The statistical model is divided into subgroups according to a level of cumulus cloudiness and occurrence of precipitation. Also verifications of models for each of three stations are calculated.

<sup>1</sup> Petra Golob

<sup>2</sup> Tomaž Vrhovc, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Katedra za meteorologijo, Jadranska 19, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, tomaz.vrhovec@uni-lj.si

## 1 UPORABLJENI PODATKI IN NEKATERE NJIHOVE ZNAČILNOSTI

Glavni podatek v nalogi je niz meritev energijskega toka UV-B obsevanja. Meritve UV-B sevanja pri tleh potekajo v Sloveniji na treh lokacijah: v Ljubljani, Portorožu ter na Kredarici. Postaje se precej razlikujejo po prostorski legi in s tem po lokalnih troposferskih pogojih. Glavne so razlike v nadmorski višini. (Ljubljana 299 m; Portorož 2 m; Kredarica 2514 m). V nalogi smo za analizo in pri oblikovanju statističnega modela uporabili tri vrste podatkov:

- urne vrednosti UV-B, globalnega in difuznega obsevanja, rel. vlage, padavin
- opazovane podatke: količina oblačnosti v osminah, vidnost
- točkovne napovedi ECMWF (za naslednji dan ob 12 GMT)

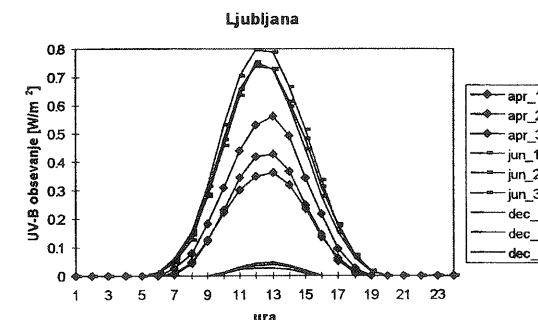
Na Hidrometeorološkem zavodu Slovenije se je merjenje UV-B dela sončnega spektra pričelo maja 1993 v Portorožu, nekoliko kasneje v Ljubljani ter na Kredarici. V nalogi smo tako uporabili podatke v letih 1994, 1995 in 1996 za Ljubljano in Portorož, medtem ko so za Kredarico podatki uporabni šele od maja 1995. Na vseh treh postajah se za merjenje UV-B obsevanja (290-320  $\mu\text{m}$ ) uporablja širokopasovni UV-B piranometer tipa EKO MS-210W japonske izdelave. Za obravnavana obdobja smo za tri postaje pregledali podatke o UV-B in globalnem sevanju. Sliki 1. in 2. predstavljata del razultatov te obdelave.

### 1.1 Povezave med UV-B in meteorološkimi spremenljivkami

Preverili smo, kakšne so povezave med energijo UV-B in izbranimi sočasno izmerjenimi vrednostmi meteoroloških spremenljivk. Korelacijske koeficiente, predstavljene v tabeli 1. smo izračunali iz niza meritev ob urah med 11. in 15. uro. Najboljše so povezave UV-B z globalnim obsevanjem in kosinusom zenitnega kota.

## 2 NAPOVEDOVANJE UV-B SEVANJA

Z metodo MOS smo poizkušali napovedovati energijo UV-B. Za prediktorje smo vzeli rezultate modela ECMWF. Izbrali smo modelske spremenljivke: količino skupne oblačnosti, količino kumulacije oblačnosti, padavine (binarno: da – ne) relativno vlago U na 850, 700 in 500 hPa, temperaturo zraka pri tleh ( $T_{\text{gnd}}$ ) in maksimalno temperaturo zraka pri tleh. Zanima nas 24 urna napoved (torej za 12.00 naslednjega dne).



Slika 1. Triletna povprečja dnevni potekov UV-B obsevanja v Ljubljani za posamezne dekade v aprilu, juniju in decembru.

Figure 1: 3-year average daily courses of UV-B part of insolation in Ljubljana for decades in April, June and December.

Tabela 1: Korelacijski koeficienti  $r(\text{UVB})$  med količino UV-B obsevanja in med zenitnim kootm sonca ter izbranimi merjenimi količinami. (Oznake  $\cos Z$  – kosinus zenitnega kota, GLO – globalno obsevanje, DIF – difuzno obsevanje, U – relativna vlažnost, N – oblačnost, V – vidnost)

Table 1: Correlation coefficient  $r(\text{UVB})$  between UV-B insolation and solar zenith angle and selected measured variables. ( $\cos Z$  – cosine of solar zenith angle, GLO – global radiation, DIF – diffuse radiation, U – relative humidity, N – cloudiness, V – visibility)

$r(\text{UVB})$	Ljubljana	Portorož	Kredarica
$\cos Z$	0.785	0.802	0.738
GLO	0.930	0.912	0.884
DIF	0.488	0.425	0.406
U	- 0.675	- 0.478	- 0.156
N	- 0.607	- 0.521	- 0.284
V	0.431	0.073	0.233

Na podlagi statističnih povezav med prediktorji in količino UV-B sevanja smo izdelali statistične modele. Naredili smo linearne in polinomske modele, kot ločitvene parametre smo upoštevali prisotnost padavin in količino kumulacije oblačnosti. Posebej smo izpeljali model za jasno vreme, saj je tedaj UV obsevanje najmočnejše.

Ljubljana:  $r^2=0,833$   

$$\text{UVB} = -0,179 + 1,661 \cos^2 Z - 0,752 \cos Z + 1,473 \cdot 10^{-8} T^3$$

Portorož:  $r^2=0,865$   

$$\text{UVB} = -0,371 + 0,835 \cos^2 Z + 1,703 \cdot 10^{-8} T^3$$

Kredarica:  $r^2=0,908$   

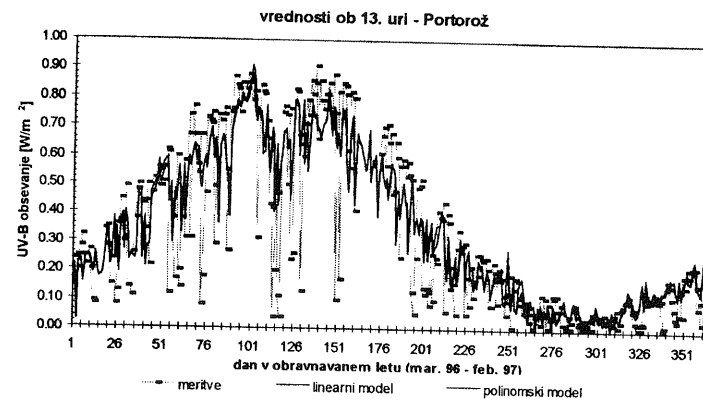
$$\text{UVB} = 0,043 + 1,203 \cos^2 Z - 1,964 \cdot 10^{-3} U(500)$$

Vidimo, da je v tem primeru variabilnost zelo dobro pojasnjena z regresijo (visok determinacijski koeficient  $r^2$ ).

## 2.1 Verifikacija modelov

Z regresijskimi zvezami smo izračunali napovedane urne vrednosti okoli poldneva za obdobje od marca 1996 do konca februarja 1997. Sistematično so bile precejšnje majhne količine UV-B sevanja, deloma (manj kot majhne) pa so bile podcenjene maksimalne vrednosti. Med linearnimi in polinomskimi modeli ni bistvene razlike. Ob urah z jasnim vremenom je ujemanje boljše. Metodo smo preizkusili tudi na kasnejšem krajšem neodvisnem obdobju (20.6. do 20.7. 1996). Ker je bilo v tem obdobju vreme pogosto oblačno, so rezultati pričakovano nekaj slabši, saj naša metoda precenjuje nizke vrednosti UV-B obsevanja.

Opazili smo, da so v triletnem obdobju merilne postaje izmerili vsako leto manj UV-B obsevanja glede na leto prej. To je lahko le slučaj, morda pa je to posledica staranja merilnih instrumentov, ker ti niso umerjani. Povprečen prirastek UV-B obsevanja z višino je okoli okrog 19%/1000m, kar se zelo dobro ujema z rezultati tujih študij. Glede na dobro povezavo UV-B obsevanja z globalnim, bi bilo zelo zanimivo poskusiti z globalnim obsevanjem kot prediktorjem v statističnem modelu.



Slika 3. Potek meritev in rezultatov metode MOS za Portorož ob 13.00 za obdobje mar. 1996 – feb. 1997.  
Figure 2. Measured and with MOS predicted UV-B radiation for Portorož at 1 p.m. for a period March 1996 to February 1997.