



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Zorica Podrašćanin

**ANALIZA PARAMETARA UTICAJA SOLARNOG
ULTRALJUBIČASTOG ZRAČENJA I FORMIRANJE BAZE
PODATAKA**

- diplomski rad -

Mentor
Dr Zoran Mijatović

Novi Sad, 2005.

Sadržaj

Uvod.....	5
1.UV zračenje, izvori, podela i faktori koji utiču na njegov intenzitet	
1.1 UV zračenje kao deo elektromagnetnog spektra.....	7
1.2 Izvori UV zračenja	8
1.3 Sunce kao izvor zračenja.....	8
1.4 Podela UV zračenja.....	11
1.5 Faktori koji utiču na intenzitet UV zračenja na površini Zemlje.....	12
1.6 UV indeks i minimalana eritemska doza (MED).....	18
2. Monitoring UV zračenja	
2.1 Instrumenti za merenje UV zračenja.....	21
2.2 Monitoring UV zračenja u svetu.....	22
2.3 Monitoring UV zračenja u Novom Sadu	23
2.4 Kalibracija UVB-1 detektora	26
3. Analiza podataka	
3.1 Formiranje baze podataka	29
3.2 Broj postojećih podataka.....	29
3.3 Srednje satne vrednosti	31
3.4 Maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa.....	34
3.5 Dnevne aktivne doze i procena mesečnih i godišnjih doza.....	42
Zaključak.....	49
Dodatak	
Opis aplikacije UV baza	51
Literatura	57

Uvod

Praćenje intenziteta UV zračenja počelo je 80-tih godina 20. veka u Australiji kada je otkriveno da povećan intenzitet UV zračenja izaziva rak kože. Sa otkrivanjem ozonske rupe iznad Antarktika, 1985. godine, počinje se sa monitoringom UV zračenja u celom svetu. U našoj zemlji sa merenjem UV zračenja počelo se 2001. godine u Novom Sadu. Merenja su vršena priručnim instrumentom do 2003. godine kada je nabavljen instrument Yankee UVB-1 biometar. Podaci dobijeni merenjima vršenim sa Yankee UVB-1 biometrom korišćeni su pri izradi ovog rada.

Rad je podeljen na tri dela. U prvom delu dat je kratak opis izvora UV zračenja i faktora koji utiču na njegov intenzitet. U ovom delu su definisani i UV indeks, aktivna doza i minimalna eritemska doza (MED).

Princip rada instrumenata kojima se vrše merenja UV zračenja sa akcentom na UVB-1 biometar dat je u drugom delu rada. Pored toga u ovom delu opisan je i monitoring UV zračenja u svetu i kod nas.

Na kraju rada predstavljena je baza podataka kao i podaci o broju dana kada su vršena merenja, maksimalnim dnevnim, maksimalnim mesečnim i maksimalnim godišnjim vrednostima UV indeksa kao i dnevne, mesečne i godišnje aktivne doze. Srednje maksimalne vrednosti za mesece kada je intenzite UV zračenja najveći, maj, jun, jul i avgust su upoređene sa srednjom debljinom ozonskog omotača u tim mesecima.



1. UV zračenje, izvori, podela i faktori koji utiču na njegov intenzitet

1.1 UV zračenje kao deo elektromagnetnog spektra

Svako telo emituje elektromagnetno zračenje čiji energetski spektar zavisi od njegove temperature. Na ovaj način se u posmatranom sistemu vrši prenos energije sa jednog na drugo telo. Prenosioci energije su fotoni, kvanti elektromagnetnog zračenja, čija energija prema Planku iznosi:

$$E = h\nu$$

gde je h Plankova konstanta i iznosi $6.62 \cdot 10^{-34}$ Js, a ν je frekvencija zračenja izražena u hercima [Hz].

Skup svih elektromagnetnih talasa različitih talasnih dužina naziva se spektrom elektromagnetnog zračenja. Da bi opisali spektar elektromagnetnog zračenja koristimo model apsolutno crnog tela. Apsolutno crno telo je telo koje potpuno apsorbuje zračenje svih talasnih dužina koje dolazi do njegove površine. Spektar zračenja koje ono emituje dat je Plankovom formulom:

$$I_{\lambda} = C \lambda^{-5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

gde je I_{λ} intenzitet zračenja koji se emituje na određenoj talasnoj dužini, k je Bolcmanova konstanta, h je Plankova konstanta, a C je konstanta proporcionalnosti. Talasna dužina λ_{\max} na kojoj će apsolutno crno telo zagrejano do temperature T emitovati maksimalni intenzitet zračenja određena je Vinovim zakonom:

$$\lambda_{\max} \cdot T = b$$

gde je b konstanta i iznosi $2.9 \cdot 10^{-3}$ mK.

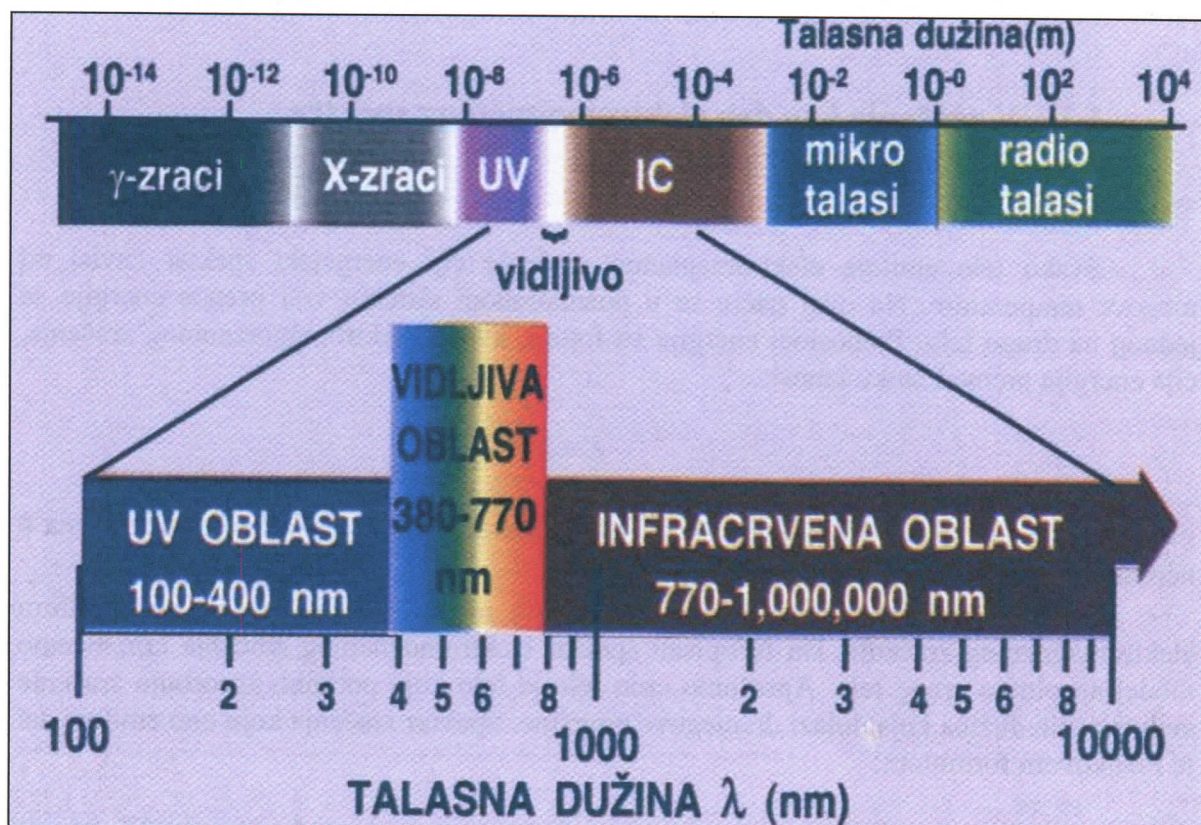
Ukupna emisiona moć (E_T) apsolutno crnog tela, prema Štefan-Bolcmanovom zakonu, proporcionalna je četvrtom stepenu apsolutne temperature (T):

$$E_T = \sigma \cdot T^4$$

gde je σ Štefan-Bolcmanova konstanta i iznosi $5.71 \cdot 10^{-8}$ W/m²K⁴.

Elektromagnetni talasi imaju različite osobine i primene, zbog toga razlikujemo nekoliko oblasti elektromagnetnog zračenja. Granice između ovih oblasti nisu oštre. Oblasti elektromagnetnog zračenja date su na slici 1.1. Oblast elektromagnetnog zračenja

talasnih dužina između 100 i 10 000 nm naziva se optički deo spektra. Deo optičkog spektra talasnih dužina od 100 do 400 nm predstavlja ultraljubičasto (UV) zračenje.



Slika 1.1 Spektar elektromagnetnog zračenja i optički deo spektra

1.2 Izvori UV zračenja

Izvori UV zračenja se mogu podeliti na prirodne i veštačke.

Veštački izvori UV zračenja su lampe i fluorescentne cevi koje se koriste u biologiji, medicini i kozmetici. Aparati koji se koriste za sterilizaciju vazduha, vode, hirurških sala kao i svih prostorija u kojima je to neophodno, takođe su veštački izvori UV zračenja.

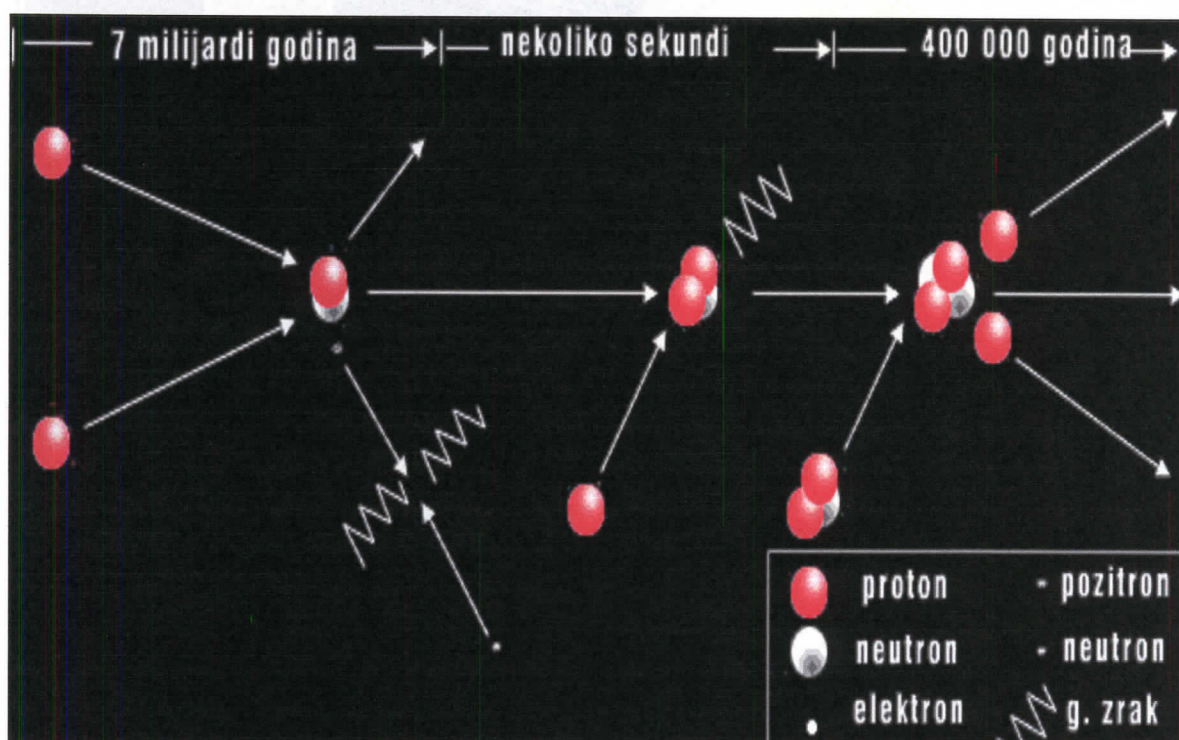
Prirodni izvor UV zračenja je Sunce. UV zračenje koje dolazi do Zemlje sa Sunca naziva se solarno UV zračenje.

1.3 Sunce kao izvor zračenja

Izvor gotovo celokupne energije koja dolazi do Zemlje je Sunce. Sunce je žuta zvezda radijusa $6.96 \cdot 10^5 \text{ km}$ i mase $1.99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ nastala pre oko 4,6 milijardi godina.

Sastoji se uglavnom od vodonika (92,1%), helijuma (7,8%) i teških elemenata Fe, Si, Ne i C (0,1%).

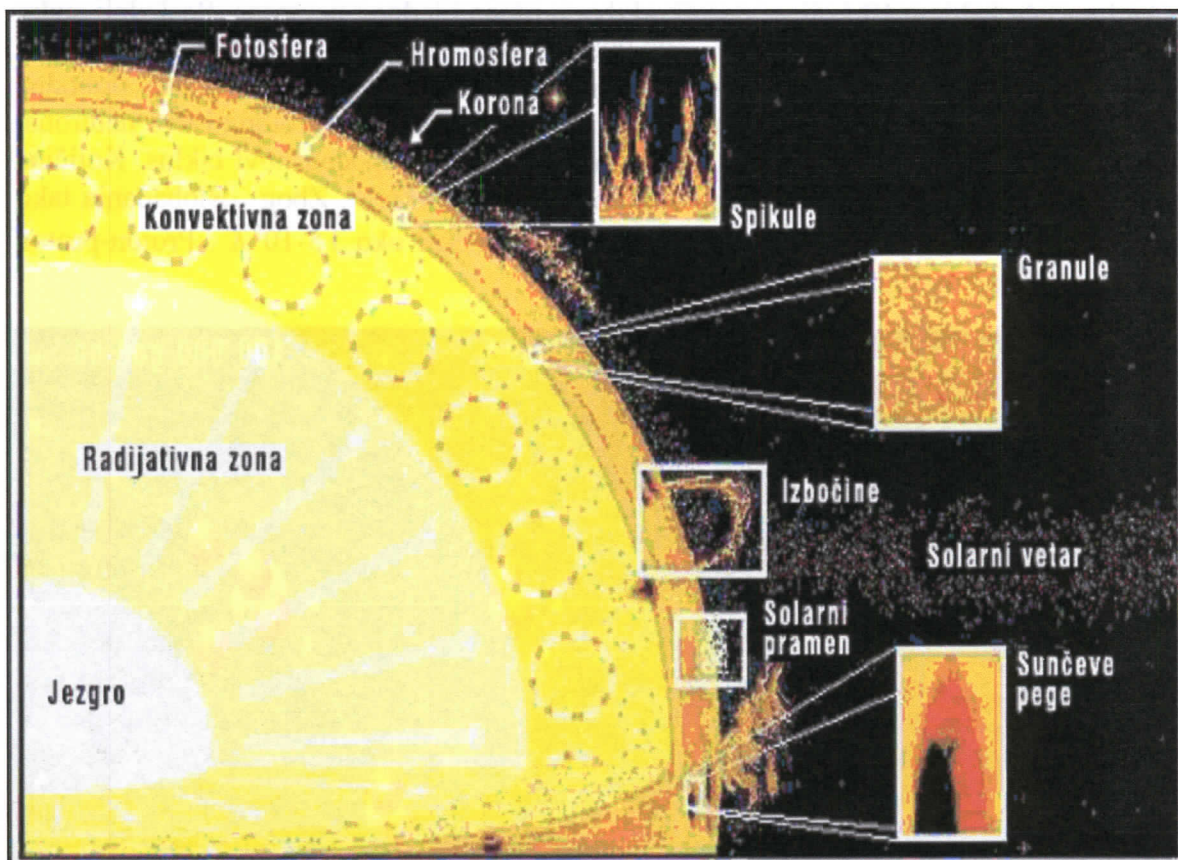
Izvor energije Sunca je nuklearna reakcija fuzije koja se odvijaju u jezgri Sunca. To je serija od tri sudara između delova atoma poznata kao proton-proton ciklus. Proton-proton ciklus počinje sudarom dva protona. Prilikom ovog sudara nastaju deuterijum, pozitron i neutrino. Verovatnoća da dođe do sudara dva protona je jednom u sedam milijardi godina, ali se na Suncu ovaj proces odvija kontinualno zbog velike gustine jezgra. Nastalo jezgro deuterijuma se zatim sudara sa protonom, oslobađa se velika količina gama-zraka i nastaje helijum III koji se sastoji od dva protona i jednog neutrona. Poslednji sudar proton-proton ciklusa odigrava se oko 400.000 godina kasnije kada se jezgro helijuma III sudara sa drugim jezgrom helijuma III. Konačan rezultat ovog sudara su dva slobodna protona i jedno obično jezgro helijuma IV, koje se sastoji od dva protona i dva neutrona. Dva slobodna protona odlaze da oslobode druge protone i započnu novi ciklus. Količina energija koja se oslobodi tokom ovog ciklusa iznosi 19.48 MeV . Zbog oslobađanja tako velike količine energije temperatura u jezgri Sunca iznosi oko $15 \cdot 10^6 \text{ K}$. Proton-proton ciklus je prikazan na slici 1.2.



Slika 1.2 Proton-proton ciklus

Energija koja se oslobodi u jezgri u vidu elektromagnetnog zračenja prenosi se kroz unutrašnji sloj Sunca zračenjem, pa se ovaj sloj naziva radijativna zona. U ovoj zoni se nalaze visoko jonizovani gasovi. Na radijacionu zonu se naslanja konvektivna zona. Gasovi u njoj su manje jonizovani i mogu u ogromnim petljama da prenose energiju do fotosfere, vidljive površine Sunca. Kada dospeju na površinu ovi gasovi gube energiju zračenjem u svemir, hlade se i kao teži padaju nazad gde se zagrevaju i ponovo započinju kretanje.

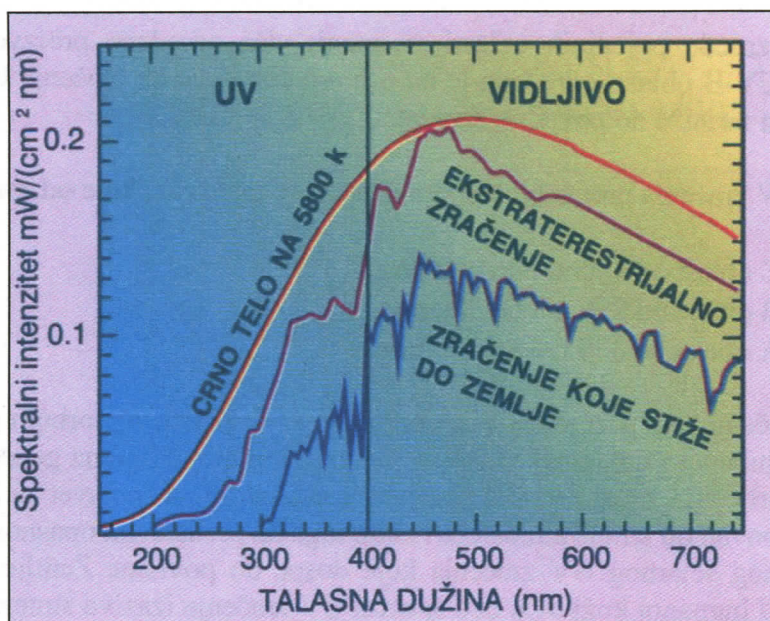
Fotosfera, vidljiva oblast Sunca, je oblast u kojoj nastaje veći deo elektromagnetnog zračenja koje stiže do Zemlje. Temperatura tog sloja se kreće od 4000 K do 8000 K. Merenje spektralne raspodele energije zračenja Sunca se slaže sa Plankovom krivom zračenja apsolutno crnog tela temperature oko 6000 K. Efektivna temperatura fotosfere se može proceniti i iz Štefan-Bolcmanovog zakona i ona iznosi oko 5800 K. Oblast iznad fotosfere se naziva Sunčeva atmosfera i sastoji se iz hromosfere i korone. Struktura Sunca je prikazana na slici 1.3.



Slika 1.3 Struktura Sunca

Kao što je već rečeno izvor elektromagnetnog zračenja je fotosfera i njen temperatura iznosi oko 5800 K. Međutim, na površini Sunca se nalaze pojave kao što su Sunčeve pege, granule i spikule koje utiču na spektar elektromagnetnog zračenja koje stiže do Zemlje, pa se on razlikuje od spektra zračenja apsolutno crnog tela zagrejanog do temperature od 5800 K.

Spektar Sunčevog zračenja na gornjoj granici atmosfere naziva se ekstraterestrijalno zračenje. Razlika između spektra zračenja apsolutno crnog tela, ekstraterestrijalnog zračenja i zračenja koje dospe na površinu Zemlje prikazana je na slici 1.4.



Slika 1.4 Spektar zračenja apsolutnog crnog tela i Sunčev spektar na ulazu u atmosferu i na površini Zemlje

Sa slike se vidi da je maksimalan intenzitet emitovanog zračenja na talasnoj dužini od 518 nm. Interval talasnih dužina UV oblasti spektra na gornjoj granici atmosfere i na površini Zemlje se razlikuju. Na gornjoj granici on je od 190-400 nm, a na površini 290-400 nm. Kako je ukupan intenzitet zračenja za određenu oblast proporcionalan površini ispod krive vidi se da je intenzitet UV zračenja koje stiže do gornje granice atmosfere veći od intenziteta istog zračenja na površini Zemlje. To smanjenje je posledica apsorpcije UV zračenja od strane gasova i aerosola koji se nalaze u atmosferi. Od ukupnog Sunčevog zračenja koje dospe do površine Zemlje UV zračenje čini samo 5%, vidljivo zračenje 56%, a infracrveno zračenje 39%.

1.4 Podela UV zračenja

Ne postoji jedinstvena podela UV zračenja jer je ono predmet proučavanja raznih naučnih disciplina. Ovde će biti predstavljene sledeće podele: CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, publication No. 69, 1985) podela, podela na osnovu biološkog dejstva, podela na osnovu hemijskog dejstva i podela u spektroskopiji.

Prema CIE UV zračenje se deli na:

- UV-C oblast od 100 nm do 280 nm
- UV-B oblast od 280 nm do 315 nm
- UV-A oblast od 315 nm do 400 nm

Granice između pojedinih oblasti su manje-više određene proizvoljno. Granica između UV-C i UV-B oblasti određena je na osnovu činjenice da zračenje talasnih dužina manjih od 290 nm ne stiže do površine Zemlje.

Podela UV zračenja prema biološkom dejstvu se malo razlikuje od predhodne:

- UV-C oblast od 180 nm do 290 nm
- UV-B oblast od 290 nm do 320 nm
- UV-A oblast od 320 nm do 400 nm

UV-C zračenje je zračenje najveće energije u UV oblasti. Apsorbuju ga sve ćelijske komponente, uključujući i nukleinske kiseline te ono direktno deluje na genetski materijal i može izazvati smrt ćelija. Ovaj deo UV zračenja je najštetniji za živi svet na Zemlji, ali je u potpunosti apsorbovan od strane atmosfere i zbog toga ne predstavlja opasnost za biosferu.

Od ukupnog solarnog UV zračenja koje dospe do površine Zemlje svega 2% je UV-B zračenje. U humanoj koži ovaj deo spektra UV zračenja izaziva sintezu vitamina D₃. Pored toga ono ima i štetno dejstvo koje se ogleda u izazivanju crvenila kože, opekotina, pigmentacije, bora, brzog starenja kože, karcinogeneze, fotokeratitisa očiju...

Najveći deo (90%) UV zračenja koje dospeva do površine Zemlje je UV-A zračenje. Ovo zračenje prodire dublje u kožu od UV-B zračenja, ali se efekti koje ono izaziva slabiji i deluju kumulativno. Efekat ovog zračenja se zbog načina njegovog dejstva otkriva tek kada se promene ozbiljno razviju. Deluje na genetski materijal, DNK, funkcionalne proteine i ćelijske membrane, izaziva pojavu fotodermatoze, fotosenzibilaciju egzogenih ili endogenih supstanci prisutnih u koži. UV-A zračenje pojačava dejstvo UV-B zračenja na ljudsku kožu.

Podela UV zračenja prema hemijskom dejstvu:

- 175 nm-220 nm, oblast zračenja koje ima uticaj na formiranje ozona u atmosferi
- 220 nm-300 nm, oblast koja ima germicidno dejstvo
- 280 nm-320 nm, oblast koja ima najjače dejstvo na kožu - eritemska oblast

Podela UV zračenja u spektroskopiji je sledeća:

- 200 nm-300 nm - daleka oblast
- 300 nm-400 nm - bliska oblast

1.5 Faktori koji utiču na intenzitet UV zračenja na površini Zemlje

Faktori koji utiču na intenzitet UV zračenja na površini Zemlje su apsorpcija od strane gasova i aerosola u atmosferi, visina Sunca, oblaci, nadmorska visina, rasejanje,

refleksija i apsorpcija površine. Apsorpcijom UV od strane aerosola njegov intenzitet može da bude smanjen od 5-50%.

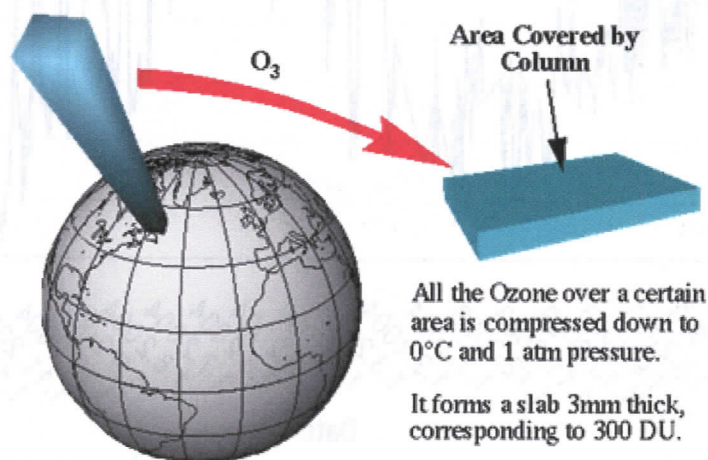
Apsorpcija UV zračenja od strane gasova u atmosferi

Najveći deo UV zračenja se apsorbuje od strane ozona i molekularnog kiseonika. UV zračenje u atmosferi apsorbuju i atomski kiseonuk, azot i jedinjenja azota, jedinjenja ugljenika i dr.

Ozon

Ozon apsorbuje u delu spektra koji se prostire od 200-300 nm. Oblast u kojoj se nalazi najjača apsorpciona traka, Hartlijeva traka, je između 180 i 320 nm. Apsorpciona traka koja je nešto slabija od Hartlijeve nalazi se u oblasti između 320 i 360 nm i naziva se Huginsova traka. Ozon u potpunosti apsorbuje UV-C komponentu zračenja, zračenje koje je po živi svet najopasnije, i većinu UV-B komponente tako da se UV zračenje koje stiže do Zemlje sastoji od UV-A zračenja i male količine UV-B zračenja.

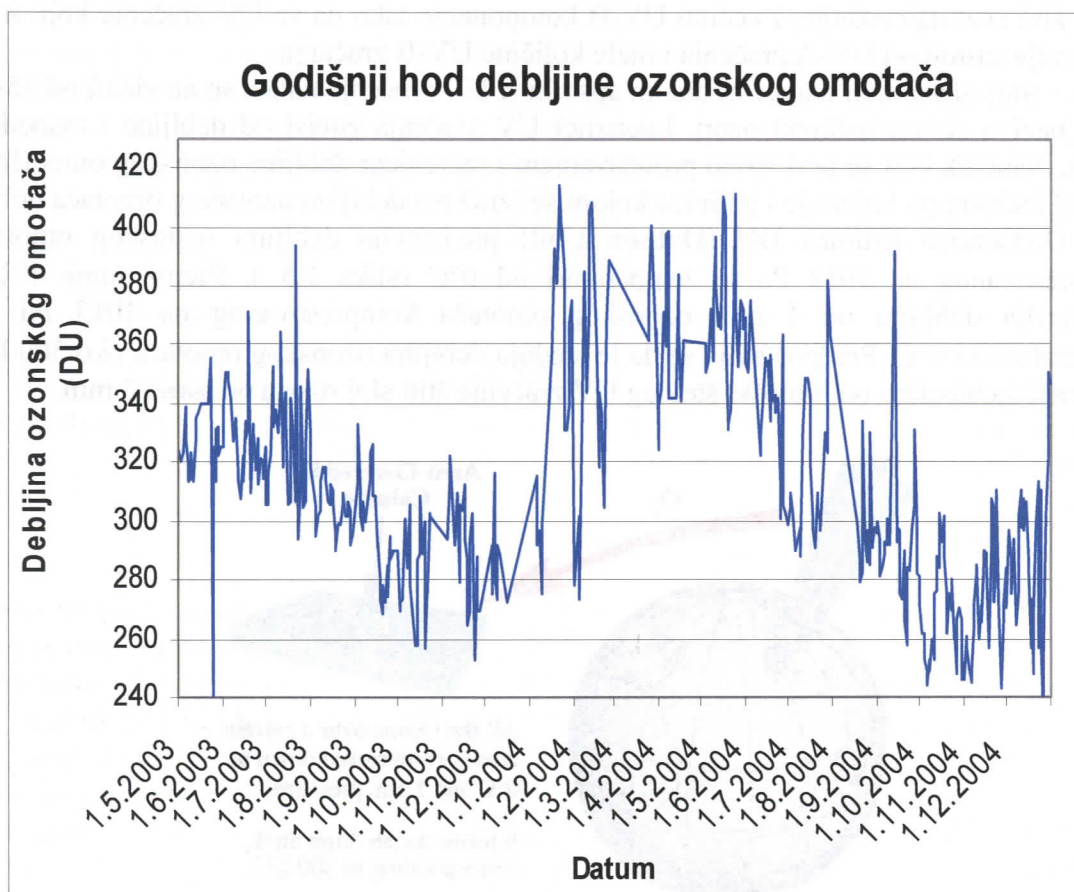
Sloj ozona koji najvećim delom apsorbuje UV zračenje nalazi se na visini od 15-30 km i naziva se stratosferski ozon. Intenzitet UV zračenja zavisi od debljine i raspodele ozona. Naučnik koji se prvi bavio proučavanjem i merenjem debljine ozonskog omotača je G.M.B Dobson po kojem je i jedinica kojom se izražava debljina ozonskog omotača dobila ime. Dobsonova jedinica DU (Dobson Unit) predstavlja debljinu ozonskog omotača kompresovanog na 1013 Pa tri temperaturi od 0°C (slika 1.5). Prema tome 1 DU predstavlja debljinu od 1 mm ozonskog omotača kompresovanog na 1013 Pa pri temperaturi od 0°C. Predpostavlja se da je srednja debljina ozonskog omotača oko 300 DU što znači da biosferu od biološki štetnog UV zračenja štiti sloj ozona od samo 3 mm.



Slika 1.5 Definicija Dobsonove jedinice (DU)

Distribucija ozona je određena atmosferskim i hemijskim procesima. Vreme života ozona u nižoj stratosferi je do nekoliko meseci, ali lokalna debljina ozona se menja svakodnevno pod dejstvom stratosferskih vetrova. Proizvodnja ozona je velika u tropima,

ali debljina ozonskog sloja je tu mala zbog globalne atmosferske cirkulacije kojom se ozon transportuje ka većim geografskim širinama. Zbog globalne atmosferske cirkulacije debljina ozona raste sa povećanjem geografske širine. Promena količine ozona izražena je u srednjim geografskim širinama zbog povećane cirkulacije vazdušnih masa na nivou troposfera-stratosfera koja je izazvana razlikom temperature u zavisnosti od godišnjeg doba. Cirkulacija je najjača u zimskom periodu kada je smanjeno i solarno zračenje koje može da izazove razaranje ozona. To uzrokuje nagomilavanje ozona u stratosferi, pa je tada i maksimalna debljina ozona. Početkom proleća slabi atmosferska cirkulacija i povećava se solarno zračenje što izaziva smanjenje debljine ozona. Smanjenje količine ozona traje sve do zime. Na slici 1.6 je prikazan godišnji hod debljine ozonskog omotača iznad Novog Sada (geografska širina 45,3 E, geografska dužina 19,8 N). Podaci o debljini stratosferskog ozonskog omotača su preuzeti sa http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead.html. Vidi se da su velike vrednosti debljine ozonskog omotača od februara do juna, a male vrednosti od kraja septembra do januara.



Slika 1.6 Godišnji hod debljine ozonskog omotača iznad Novog Sada

Na Antarktiku tokom zime, kada nema svetlosti u nižoj i srednjoj stratosferi cirkumpolarnim vetrovima se stvaraju oblasti sa izuzetno niskom tempereraturom. Kada se temperatura u tim oblastima spusti ispod -80°C formiraju se Polarni Stratosferski Oblaci (PSC-Polar Stratospheric Clouds) sastavljeni od leda i azotne kiseline. Zbog već pomenute

opšte cirkulacije vazduha do polova dospevaju velike količine polutanata pa se tu stvaraju i rezervoari hlora. Iako postoji velika količina supstanci koja utiče na razaranje ozona do toga ne dolazi jer je za početak fotohemijskih reakcija neophodna svetlost. Sa krajem polarne noći počinje razaranje ozona. Razaranje ozona traje sve do početka leta kada počinje sinteza ozona. U periodu od početka razaranja do početka sinteze debljina ozonskog omotača može da se smanji od 50% do 90%. Količina materija koje štetno utiču na razaranje ozona je povećana dejstvom antropogenih faktora čime je povećano i razaranje ozona tako da u toku leta, kada se vrši sinteza ozona, ne može da se sintetiše količina ozona koja bi mogla da nadoknadi njegov gubitak tokom zime. Upravo to su razlozi zbog kojih je 1985. godine uočena ozonsaka rupa iznad Antarktika.

Molekularni kiseonik

Molekularni kiseonik ima apsorpcioni UV spektar koji počinje na oko 260 nm i prostire se ka kraćim talasnim dužinama. Herbergova traka, skoncentrisana između 200-260 nm je veoma slaba i ne doprinosi mnogo apsorpciji solarnog UV zračenja, jer je prekrivena mnogo jačom trakom ozona u toj oblasti. Međutim, ova traka ima uticaja na formiranje ozona. Ovoj traci se približava veoma jaka traka Šuman-Runge, a postoji i kontinuum u oblasti 125-200 nm. Između 100-125 nm, pored ostalih, nalazi se i linija Lajmana na 121.3 nm.

Azot, azot dioksid

Azot apsorbuje u oblasti od 100 do 145 nm i oko 145.9, 337.1, 357.7, i 398.5 nm.

Azot dioksid je veoma bitan polutant, jer apsorpcijom u UV oblasti disocira, stupa u hemijske reakcije i na taj način postaje izvor drugih polutanata koji takođe apsorbuju UV zračenje.

Visina Sunca

Sunčeva elevacija (visina Sunca) je ugao između horizonta i pravca u kojem se vidi Sunce. Umesto visine Sunca često se koristi zenitni ugao (slika 1.7). Zenitni ugao je ugao Sunca meren u odnosu na normalu na Zemljinu površini. Za velike uglove elevacije zraci Sunca padaju pod velikim uglom u odnosu na površinu Zemlje, tada je broj fotona koji dospeva na površinu Zemlje u jedinici vremena maksimalan, jer je prolazak kroz sloj apsorbera najkraći. Sunčeva elevacija pored toga što zavisi od doba dana zavisi i od geografske širine i datuma u godini. Najveći intenzitet UV zračenja je u letnjim mesecima oko podneva.

Zenitni ugao Sunca za tačku koja se nalazi na geografskoj širini ϕ i geografskoj dužini λ (koje su izražene u radijanima), za dan kada je deklinacija Sunca:

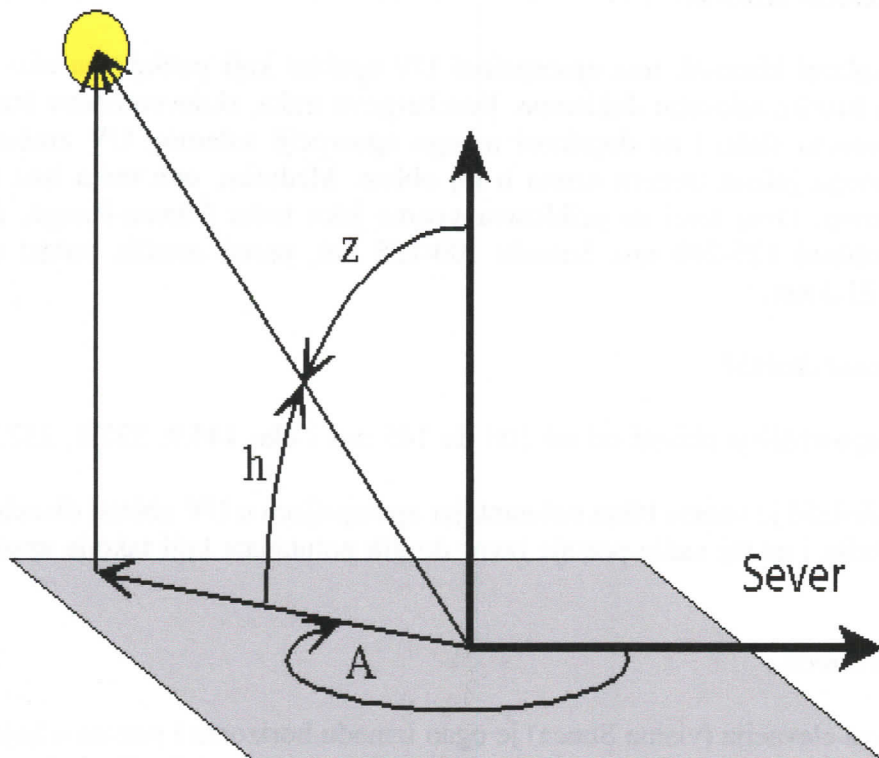
$$\delta_s = \phi_r \cos[2\pi(d-d_r)/d_z]$$



gde je $\phi_r = 23,45^\circ = 0,409$ rad, d-redni broj dana u godini ($27.X = 300$), $d_r = 173$ (dan letnjeg solsticija i $d_z = 365,25$ - prosečan broj dana u godini, može da se izračuna iz jednačine oblika:

$$\sin \psi = \sin \phi \sin \delta_s - \cos \phi \cos \delta_s \cos \left[\left(\frac{\pi t_{utc}}{12} - \lambda \right) \right]$$

gde je sa t_{utc} označen vremenski trenutak za koji se računa zenitni ugao izražen u UTC (coordinated universal time).



Slika 1.7 Visina Sunca (h), azimutni ugao (A) i ugao elevacije (z)

Rasejanje

Sunčevo zračenje koje prolazi kroz atmosferu se rasejava na molekulima vazduha i česticama aerosola. Zračenje koje do površine Zemlje stiže bez rasejana naziva se direktno zračenje, dok se zračenje koje se raseje pri prolasku kroz atmosferu naziva difuzno zračenje. Što je talasna dužina zračenja manja veće je njegovo rasejanje. Od ukupnog Solarnog zračenja 50% je difuzno zračenje.

Oblačnost

Uticaj oblačnosti na intenzitet UV zračenja zavisi od vrste, debljine i količine oblaka kojima je nebo prekriveno. Prekrivenost neba cirusima (visokim, tankim oblacima) neće puno uticati na intenzitet UV zračenja, ali prekrivenost neba kumulonimbusom može u potpunosti da ukloni UV zračenje. Kako oblaci utiču na intenzitet UV zračenje može da se vidi iz faktora korekcije UV indeksa CMF (Cloud Modification Factor) koji je u zavisnosti od prisustva tri vrste oblaka (niskih, srednjih i visokih) i njihove prekrivenosti neba, izraženom u osminama, dat u tabeli 1.1.

Tabela 1.1 Faktor korelacije UV indeksa CMF (Cloud Modification Factor) u prisustvu tri vrste oblaka za različite iznose oblačnosti izražene u osminama prekrivenosti neba

Niski <3000m		Srednji 3000-7000m		Visoki >7000m	
Osmine	CMF	Osmine	CMF	Osmine	CMF
0-2	1	0-4	1	0-5	1
3-5	0.8	5-7	0.75	6-8	0.9
6-7	0.5	8	0.5		
8	0.2				

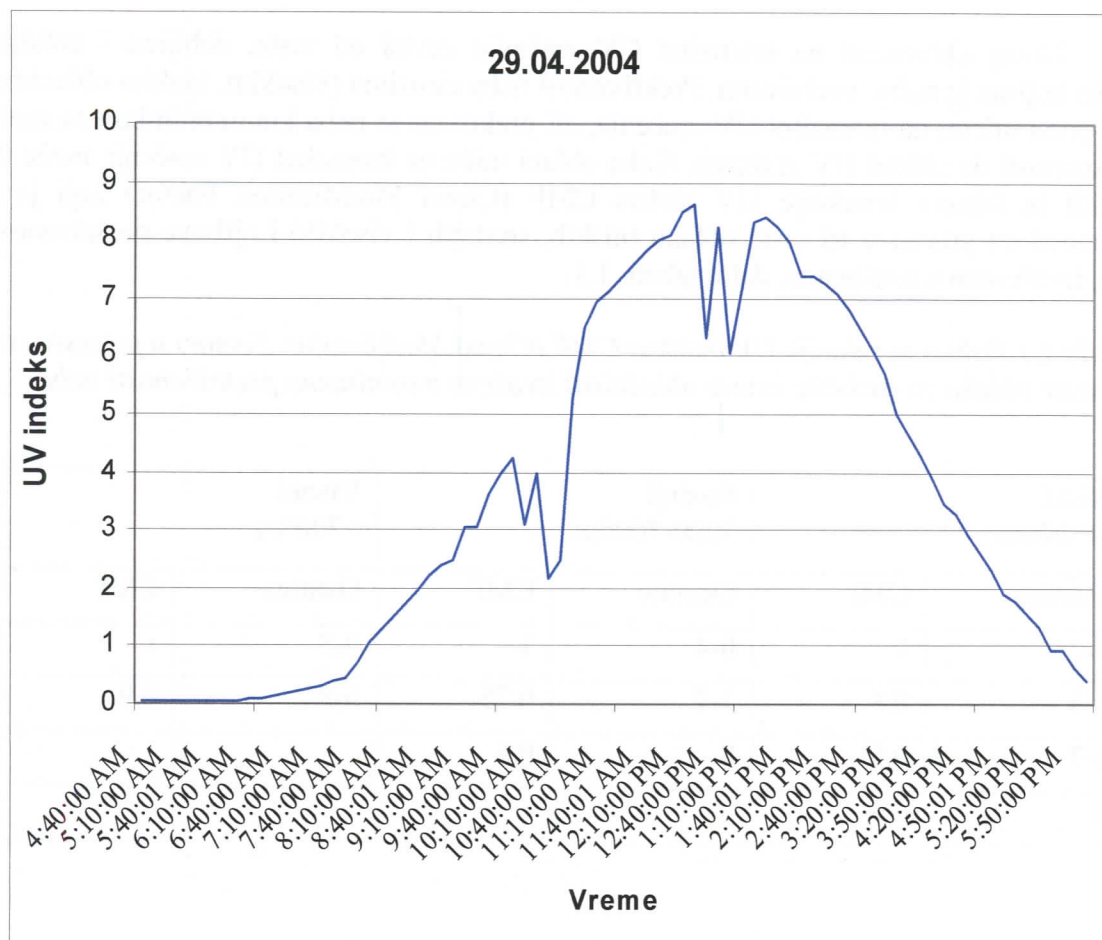
Rasejanje, refleksija i apsorpcija površine

UV zračenje prolaskom kroz atmosferu se rasejava na molekulima vazduha (tz. Rejlijevo rasejanje), na produktima vodene pare od kojih su sačinjeni oblaci kao i na česticama aerosola.

Na intenzitet UV zračenja utiču i osobine same podloge. Od njih zavisi da li će posmatrana podloga apsorbovati ili reflektovati upadno UV zračenje. Pesak reflektuje oko 30%, a svež sneg reflektuje oko 80% upadnog UV zračenja. Zbog velike refleksivnosti snega na nagnutnim površinama na kojima se nalazi sneg, zimi pri vedrom nebu intenzitet UV zračenja se može povećati i do letnjih vrednosti.

Nadmorska visina

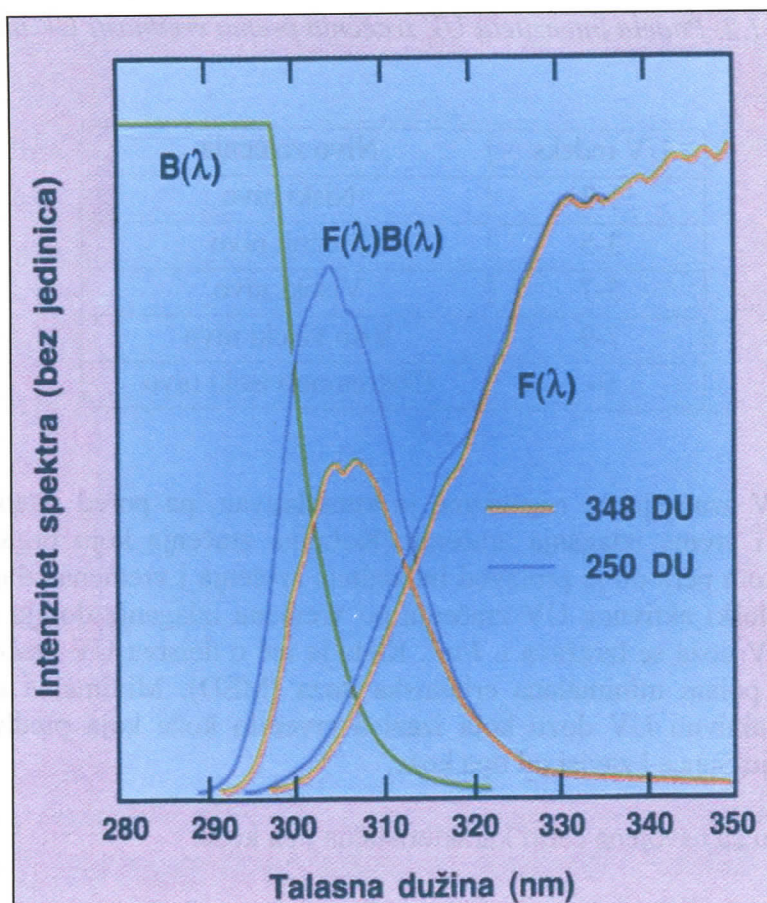
Sa povećanjem nadmorske visine povećeva se intenzitet UV zračenja za 6-12% na svakih 1000 m. Do ovog povećanja dolazi zbog smanjenja količine apsorbera sa povećanjem nadmorske visine. Na slici 1.8 se vidi dnevni hod intenziteta UV zračenja merenog na Kopaoniku (nadmorske visine oko 1700 m) 29.04.2004. pri delimično oblačnom danu. UV indeks je tog dana prelazio preko 8, dok istog meseca u Novom Sadu (nadmorska visina 87 m) UV indeks nije prelazio preko 6.



Slika 1.6 Dnevni hod UV indeksa izmeren 29.04.2004 na Kopaoniku

1.6 UV indeks i minimalna eritemska doza (MED)

Biološki efekti koje izaziva UV zračenje svojim dejstvom na žive organizme su različiti i zbog toga je definisan biološki spektar za svaku vrstu biološkog dejstva. Za čoveka je najvažniji eritemski spektar, tj. spektar zračenja koje izaziva crvenilo kože. Ovaj spektar biološkog dejstva definisan je 1987. godine od strane Mek Kinija i Difija i prihvaćen je od strane CIE. Funkcija biološkog dejstava $B(\chi)$ je prikazana na slici 1.8 .



Slika 1.8 Aktivni biološki spektar

Stvarni biološki spektar ne zavisi samo od spektra biološkog dejstva već zavisi i od spektralne raspodele zračenja kojem je izložen organizam $F(\lambda)$ i naziva se aktivni biološki spektar. Aktivni biološki spektar $BA(\lambda)$ se dobija množenjem funkcija $F(\lambda)$ i $B(\lambda)$. Ovaj spektar se naziva otežanim spektrom jer uzima u obzir na samo spektar zračenja iz određenog izvora nego i biološko dejstvo na organizam. Na slici 1.8 je sa krivom $F(\lambda)$ prikazan spektar zračenja u UV oblasti koje stiže do površine Zemlje za dve različite debljine ozona. Krivom $F(\lambda)B(\lambda)$ prikazan je aktivan biološki spektar. Vidi se da biološki aktivan spektar ima maksimum u okolini talasnih dužina od 300 do 305 nm i da većinom pokriva UV-B oblast.

Integracijom biološki aktivnog spektra po talasnim dužinama dobija se njegov ukupni fluks koji je proporcionalan površini ispod krive $F(\lambda)B(\lambda)$ i izražava se u jedinicama W/m^2 . Ovaj način prezentacije biološki aktivnog UV zračenje nije pogodan za široku upotrebu, pa je kao merna jedinica za fluks, odnosno intenzitet UV zračenja izabran UV indeks. UV indeks se definiše kao fluks zračenja od $25 mW/m^2$ otežan na biološki aktivan spektar. Prema tome vrednosti od 1 UV indeksa odgovara vrednost od $25 mW/m^2$. Podela intenziteta UV zračenja prema intenzitetu izraženom u jedinici UV indeks je data u tabeli 1.2.

Tabela 1.2. Podela intenziteta UV zračenja prema vrednosti UV indeksa

UV indeks	Nivo zračenja
1-3	Niski nivo
3-5	Srednji nivo
5-7	Visoki nivo
7-9	Vrlo visoki nivo
9-	Ekstremno visoki nivo

Uticaj UV zračenja na organizme je kumulativan, pa pored intenziteta zračenja veoma je bitno i vreme izlaganja zračenju. Količina zračenja koju organizam primi u nekom vremenskom periodu je proizvod intenziteta zračenja i vremena izlaganja zračenju. Integracijom biološki aktivnog UV zračenja po vremenu izlaganja dobija se aktivna UV doza. Aktivna UV doza se izražava u J/m^2 . Kada je reč o dejstvu UV zračenja na ljudsku kožu uveden je pojam minimalna eritemska doza (MED). Minimalna eritemska doza predstavlja onu aktivnu UV dozu koja izaziva crvenilo kože koja predhodno nije bila izlagana delovanju Sunca i zavisi od tipa kože.

Za Evropu su usvojena četiri karakteristična tipa kože:

- *Tip kože I* je tip kože koja uvek crveni, a nikad ne tamni. To su ljudi sa izrazito svetlom puti, svetlim očima i kosom. Za tip kože I 1 MED iznosi 200 J/m^2 .
- *Tip kože II* po pravilu crveni, a retko crni. Za tip kože II 1 MED iznosi 250 J/m^2 .
- *Tip kože III* su ljudi smeđe kose i očiju, crne, a ne crvene odmah. Za tip kože III 1 MED iznosi 350 J/m^2 .
- *Tip kože IV* poseduju ljudi tamne puti, tamne kose i očiju. Njihova koža crni, a retko pocrveni. Za tip kože IV 1 MED iznosi 450 J/m^2 .

2. Monitoring UV zračenja

2.1 Instrumenti za merenje UV zračenja

Instrumenti za merenje UV zračenja mogu da se podele u četiri kategorije:

- instrumenti širokog opsega
- filterski radiometri
- spektralni radiometri i
- dozimetri

Instrumenti širokog opsega daju vrednost integrisanog spektra biološki aktivnog dejstva UV zračenja na ljudsku kožu u oblasti od 280 do 380 (290-400) nm. Ovi instrumenti ne obezbeđuju podatke o spektralnim vrednostima zračenja. UV zračenje izaziva fluorescenciju fosfora i instrument meri napon koji odgovara vrednosti zračenja koji dolazi do senzora, množi ga sa vrednostima biološki aktivnog spektra i takvu vrednost daje kao izlaznu. Njihove prednosti su jednostavnost, efikasnost i dugoročna stabilnost. Nedostatak im je što su osetljivi na širok opseg talasnih dužina, uključujući i one koje su nešto veće od onih koje ulaze u opseg UV-B zračenja. Prvobitni instrumenti širokog spektra zračenja su korišćeni za monitoring UV zračenja u SAD-u i pokazali su da se sa smanjenjem debljine ozonskog omotača smanjuje i intenzitet UV zračenja. Kasnijom proverom podataka ustanovljeno je da je kalibracija ovih instrumenata bila pogrešna. Da bi se odклонile ove greške razvijena je nova generacija ovih instrumenata kao što su YANKEE UVB-1, SOLAR LIGHT 501 i drugi. U nastavku rada biće više reči o YANKEE UVB-1 detektoru.

Filterski radiometri upotrebljavaju filtere koji izdvajaju zračenje u intervalima od nekoliko nanometara. Upotrebom više filtera moguće je meriti istovremeno nekoliko opsega talasnih dužina. Mnogi od ovih instrumenata mere u vrlo uskom opsegu talasnih dužina pa korekcija za uticaj količine ozona i sunčevog zenitnog ugla nije potrebna. Relativno su pristupačnih cena i jednostavni su za upotrebu. Mana im je što filterima opada tačnost sa vremenom upotrebe.

Spektralni radiometri vrše spektralna merenja unutar čitavog UV spektra što je značajno za dobijanje odgovora na pitanje o hemijskom sastavu atmosfere. Na vrhu instrumenta se nalazi deo koji služi za prikupljanje zračenja koje se prosleđuje u monohromator koji je odgovoran za razdvajanje zračenja na različite talasne dužine. Razdvojeno zračenje se usmerava ka detektoru gde se zračenje pretvara u električni signal pomoću fotomultiplikatora.

Najsavremeniji instrumenti koriste fotomultiplikatore u kombinaciji sa jednostrukim ili dvostrukim monohromatorima. Dvostruki monohromatori imaju prioritet jer imaju sposobnost da umanje doprinos rasejanog zračenja što bitno menja intenzitet radijacije unutar jedne talasne dužine pri talasnim dužinama manjim od 320 nm. Ovim instrumentima treba nekoliko minuta da obave merenje i da uračunaju nepouzdanost

nastalu zbog privremene promenljivosti zračenja. Spektralni instrumenti su dosta skuplji i pri nabavci i pri upotrebi za razliku od predhodna dva tipa i zahtevaju prisustvo visoko obučenog operatora.

Dozimetri mere aktivnu dozu zračenja koju primi određena površina u određenom periodu vremena. Koriste se u situacijama kada upotreba radiometara nije moguća. Obično se sastoje od malog senzora koji je napravljen od biološkog materijala. Osnovn nedostatak ovih instrumenata je što mogu da odrede samo dozu zračenja.

Posle dužeg vremena upotrebe instrumenti pokazuju odstupanja od početnih karakteristika i potrebna je njihova kalibracija. Pored kalibracije za uređaje je bitna i interkomparacija koja se sastoji u poređenju rezultata dobijenih istovremeno korišćenjem različitih instrumenata kalibrisanih na različite načine. Slaganje između spektro-radiometara koji su kalibrisani na sličan nači je obično 5% u UV-A oblasti i 5-10% u UV-B oblasti.

2.2 Monitoring UV zračenja u svetu

Danas se u svim razvijenim državama vrše stalna merenja intenziteta UV zračenja. Formirana je i svetska UV mreža. Kao podrška svetskoj UV mreži Svetska meteorološka organizacija (WMO) je osnovala Naučnu savetodavnu grupu (SAG) koja detaljno razmatra probleme koji se tiču merenja i sakupljanja podataka i koja izdaje direktive za upotrebu instrumenata, procedure za kalibraciju i kontrolu kvaliteta podataka. Svetski centar podataka o ozonu i UV zračenju WOUDC (World Ozone and Ultraviolet radiation Data Centar) ima sedište u Torontu i prihvata podatke iz celog sveta. Kako do sada nije uspostavljeno međunarodno pravilo koje standardizuje određeni instrument za ovu aktivnost centri koji šalju podatke u Toronto moraju da naznače i karakteristike mesta za monitoring, tip uređaja i njegovu kalibraciju.

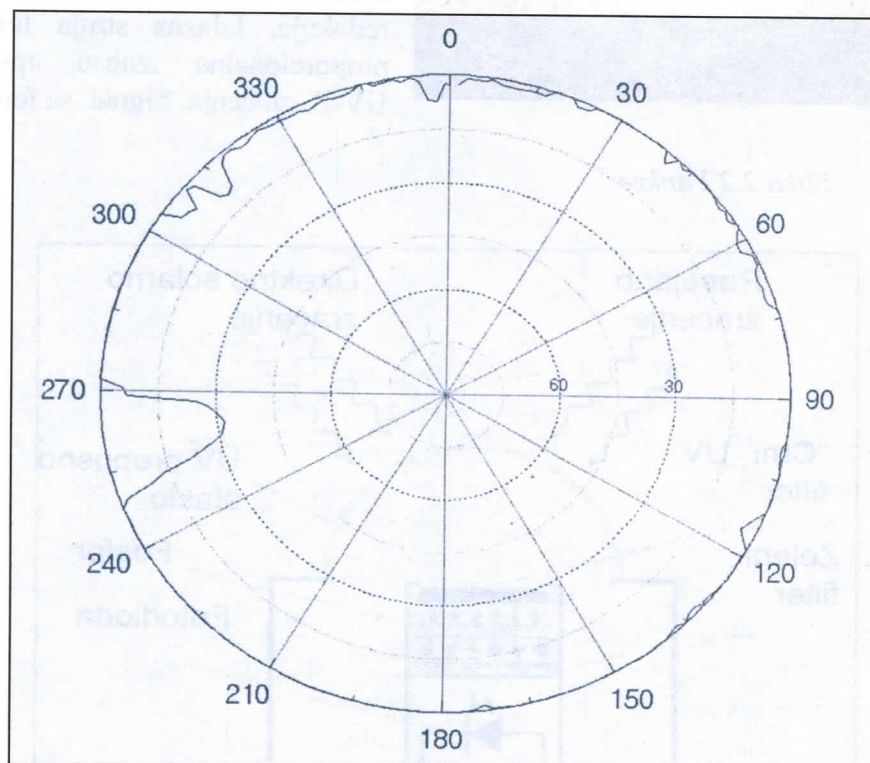
Pod karakteristikama mesta WUDC podrazumeva: ime centra, ime grada, ime odgovornog instituta, geografsku širinu, geografsku dužinu, nadmorsku visinu i režim merenja. Uz ove podatke mogu da se prilože i podaci vezani za horizont, opis podloge, okruženje, zbirka podataka, najbliža zemaljska stanica za merenje ozona (ime i udaljenost) i najbliža meteorološka stanica (ime i udaljenost).

Detaljne definicije i metodi za utvrđivanje karakteristika instrumenata se prilažu u posebnom dokumentu o instrumentu. WDU zahteva da se precizira: tip, proizvođač, model i serijski broj instrumenta kojim je vršeno merenje. Poželjno je ako se dodaju i sledeće karakteristike: procena nesigurnosti, pun ugaoni odgovor, dinamički opseg, linearnost, prag detekcije i stabilizacija temperature.

Kada je reč o kalibraciji instrumenta trebalo bi da se prilože: raspored za kalibraciju, procedure za kalibraciju, mogućnost praćenja karakteristika mernog mesta prema NSL (Nacionalna standardna lampa). Preporučuje se da se čuva arhiva kalibracije.

2.3 Monitoring UV zračenja u Novom Sadu

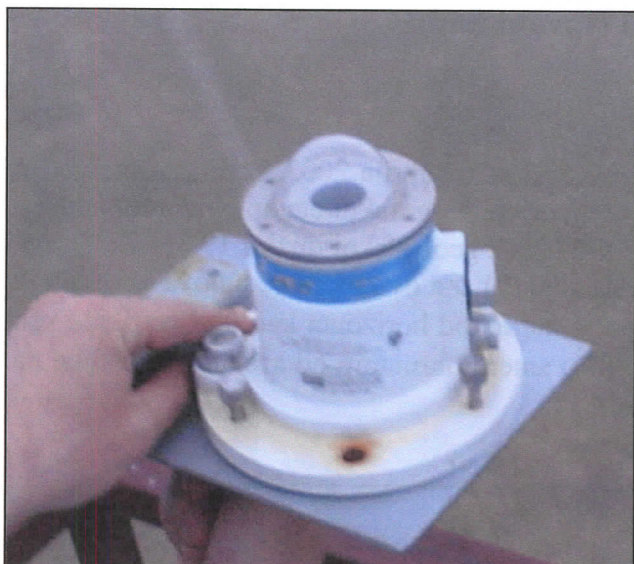
U našoj zemlji monitoring UV zračenja vrši se od aprila 2003. godine. Detektor je postavljen 10.04.2003. godine na zgradu Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu na nadmorskoj visini od 84 m, geografskoj širini 45.3N i geografskoj dužini 19.8E. Zavisnost ugla horizonta u funkciji od azimuta data je na slici 2.1. Za ovo merenje uglova korišćen je teodolit (Wild T2, tačnosti 1") . Zenitni ugao je meren od horizonta kao 0° i vertikale kao 90°. Azimutni ugao je meren od severa kao 0° u smeru obrnutom od kretanja skazaljke na satu do 360°.



Slika 2.1 Zavisnost ugla horizonta u funkciji od azimuta

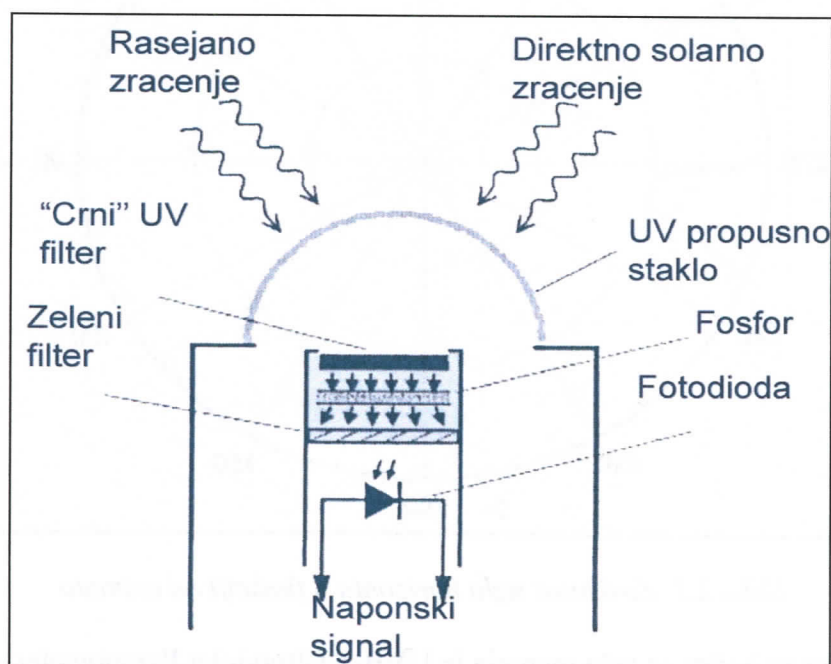
Detektor sa kojim se vrše merenja je UVB-1 Ultraviolet Pyranometer, a proizvođač je Yankee Environmental Systems, Inc (slika 2.2). Ovaj instrument često se kraće naziva Yankee. Spada u grupu širokopojasnih detektora i meri globalno UV-B zračenje u oblasti talasnih dužina od 280 do 320 nm.

Princip rada UVB-1 detektora Kroz propusnu spoljnu kupolu od kvarca prolazi direktno i rasejano Sunčevo zračenje. Blok šema UVB-1 detektora prikazana je na slici 2.3. Propušteno zračenje dospeva do predfiltera (crni filter) napravljenog od crnog stakla prečnika 25 mm i debljine 1,6 mm. Ovaj filter propušta oko 80% upadnog UV-B zračenja i veoma malo vidljive crvene svetlosti talasne dužine oko 750 nm (slika 2.4b). Zračenje koje



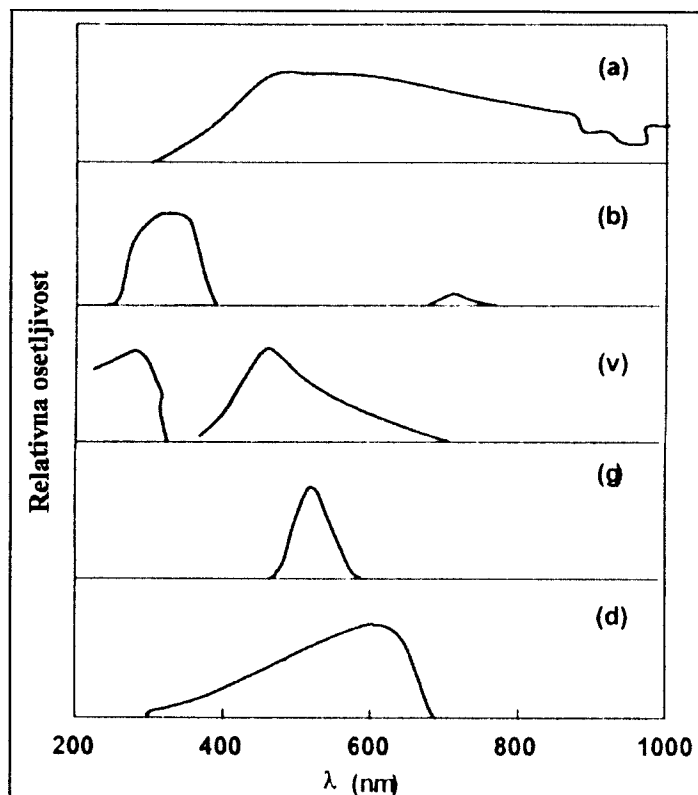
prođe kroz predfilter pada na sloj fosfora koji se nalazi ispod filtera. Fosfor rasaje crvenu svetlost i apsorbuje UV-B zrake i ponovo ih emituje u vidljivoj zelenoj oblasti (slika 2.4v). Zeleni filter koji se nalazi ispod MgWO_4 prečnika 25 mm i debljine 2.5 mm, propušta zeleno svetlo do fotodiode i apsorbuje crvenu svetlost koju je propustio predfilter (slika 2.5g). Fotodiode je sačinjena od galijum arsen fosfora. Maksimalna osetljivost joj je u oblasti zelene svetlosti (slika 2.4d), a crvenu svetlost redukuje. Izlazna struja fotodiode je proporcionalna iznosu apsorbovanog UV-B zračenja. Signal sa fotodiode se

Slika 2.2 Yankee



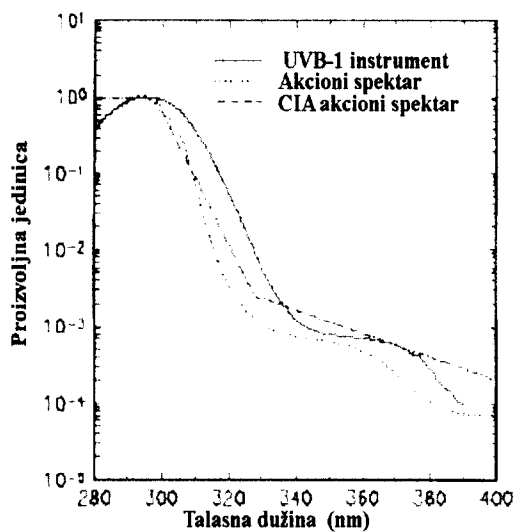
Slika 2.3 Blok šema UVB-1 detektora

dalje vodi na pojačivačku elektroniku tako da je konačni izlazni signal naponski. Kako se ovaj detektor koristi prvenstveno za određivanje eritemskog UV zračenja neophodno je naglasiti da se spektralni odgovor UVB-1 detektora malo razlikuje od eritemskog akcionog spektra. Razlika je prikazana na slici 2.5. Zbog postojanja ove razlike koristi se konverzioni faktor kojeg daje proizvođač. Po proizvođaču greška merenja je $\pm 5\%$ od idealnog kosinusnog odgovora.



Slika 2.4 Relativna osetljivost pojedinih elemenata UVB-1 detektora

UVB-1 detektor je preko odgovarajućeg A/D konvertora povezan sa računarom koji upravlja merenjima. Merenja UV indeksa se vrše na svakih 30 sekundi. U intervalu od 10 minuta ove vrednosti se usrednjavaju i kao takve mogu se naći na web adresi www.cmem.net.



Slika 2.5 Razlika između eritemalnog spektra i spektra UVB-1 detektora

2.4 Kalibracija UVB-1 detektora

Teorija kalibracije Grainiger, Basher i McKenzie (1993) može da se primeni na svaki širokopojasni detektor, pa tako i na UVB-1 detektor. U nastavku će biti opisana ova teorija.

Izlazni signal S horizontalno postavljenog UVB-1 detektora, kada je detektor u horizontalnom položaju i izložen konstantnom zračenju $L(\lambda, \theta, \phi)$, može se izraziti kao:

$$S = \iiint R(\lambda, \theta, \phi) L(\lambda, \theta, \phi) \sin \theta d\theta d\phi d\lambda \quad (2.1)$$

gde je $R(\lambda, \theta, \phi)$ funkcija odgovora instrumenta na ulazno zračenje L , talasne dužine λ , zenitnog ugla θ i ugla azimuta ϕ . Zbog toga što je odgovor instrumenta nezavisan od azimuta i pošto zenitni ugao može da se razdvoji od spektralne zavisnosti, funkciju R možemo predstaviti kao proizvod:

$$R(\lambda, \theta, \phi) = KA(\theta)r(\lambda) \quad (2.2)$$

gde je K faktor apsolutne kalibracije, $r(\lambda)$ je relativni spektralni odgovor a $A(\theta)$ relativni kosinusni odgovor, tj. odnos merenog ugaonog odziva instrumenta $C(\theta)$ i idealnog kosinusnog odgovora:

$$A(\theta) = C(\theta) / \cos \theta \quad (2.3)$$

Kosinusni odgovor $A(\theta)$ daje proizvođač za UVB-1.

Izraz 2.1 se sada može napisati u obliku:

$$S = K \int r(\lambda) \int \int A(\theta) L(\lambda, \theta, \phi) \cos \theta \sin \theta d\theta d\phi d\lambda \quad (2.4)$$

Ukupno zračenje može da se подели na direktnu i difuznu komponentu:

$$L(\lambda, \theta, \phi) = L^{dir}(\lambda, \theta, \phi) + L^{dif}(\lambda, \theta, \phi) \quad (2.5)$$

Ako pretpostavimo da je difuzna komponenta konstantna u gornjoj hemisferi u odnosu na detektor, biće:

$$S = K \left[D \int r(\lambda) E^{dif}(\lambda, \theta_0) d\lambda + A(\theta_0) \cos(\theta_0) \int r(\lambda) E^{dir}(\lambda, \theta_0) d\lambda \right] \quad (2.6)$$

gde su E^{dif} i E^{dir} difuzno i direktno spektralno zračenje, θ_0 i ϕ_0 označena pozicija Sunca, K' apsolutna konstanta kalibracije ($K' = \pi K$).

U praksi se jedino E^{tot} meri, a računom se pronalaze difuzna i direktna komponenta po formulama:

$$E^{dif}(\lambda) = E^{tot}(\lambda) / (1 + \eta) \quad (2.7)$$

$$E^{dir}(\lambda) = \eta E^{tot}(\lambda) / (1 + \eta) \quad (2.8)$$

gde se μ računa za sunčan dan (Green, 1980.).

Za ovaj instrument proizvođač preporučuje kalibracije na svakih 12-18 meseci.

3. Analiza podataka

3.1 Formiranje baze podataka

Kao što je već rečeno UVB-1 detektorom se vrše merenja UV indeksa na svakih 30 sekundi. U intervalu od 10 minuta ove vrednosti se usrednjavaju i upisuju u fajl u kome se čuvaju podaci za dati dan. Kako se usrednjavanje vrši na svakih deset minuta svaki fajl sadrži 144 zapisa. Rad sa velikim brojem fajlova je otežan pa je radi lakše obrade podataka napravljena baza podataka koja obuhvata sve do sada izmerene vrednosti UV indeksa kao i debljinu ozonskog omotača. Debljina sloja stratosferskog ozona preuzeta je sa http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead.html.

Baza podataka je napravljena u Visual FoxPro-u 8.0. Pri izradi baze najviše pažnje je posvećeno unosu podataka. Da se podaci u bazi ne bi duplirali sprečen je ponovni unos podataka za dan za koji su već uneti. Isto tako sprečen je i unos podataka koji su mereni između desetominutnog intervala.

Na osnovu unetih podataka o UV indeksu računaju se maksimalne dnevne, mesečne i godišnje vrednosti UV indeksa kao i dnevne, mesečne i godišnje aktivne doze. Radi računanja predhodno navedenih parametara veoma je značajno znati za koje dane postoje podaci kao i da li su podaci za te dane potpuni. U zavisnosti od onoga šta se računa iz postojećih podataka u obzir mogu da se uzmu i dani kada su merenja nepotpuna. Na primer, kada se računa maksimum za određeni dan potrebno je da postoje merenja samo u intervalu između 11 h i 14 h, a za računanje aktivnih dnevnih doza potrebni su podaci u vremenskom intervalu između izlaska i zalaska Sunca. Broj dana za koje možemo da računamo dozu i maksimum biće prikazani kada bude više reči o maksimalnim dnevnim vrednostima i dozama.

Radi lakšeg pristupa podacima u bazi razvijena je aplikacija UV baza. Pored lakšeg pristupa podacima ova aplikacija olakšava i unos podataka u bazu i ostvaruje vezu sa Microsoft Excel-om. Komunikacija sa Microsoft Excel-om je ostvarena radi lakše statističke obrade podataka kao i zbog grafičkog predstavljanja istih. Ova aplikacija biće detaljno predstavljena u dodatku.

3.2 Broj postojećih podataka

Pošto se vrši analiza podataka od 25.04.2003 do 31.12.2004 za očekivati je da broj dana za koje se vrši analiza bude 617, ali nije tako, jer postoje dani za koje nema podataka o merenjima kao i dani kada su podaci nepotpuni (ima ih manje od 144). Broj dana po mesecima za koje postoje podaci prikazani su u tabeli 3.1 za 2003. godinu, a u tabeli 3.2 za 2004. godinu. Broj dana za koje imamo potpune podatke za određeni mesec dat je u tabeli 3.3 za 2003. godinu i u tabeli 3.4 za 2004. godinu.

Tabele 3.1 i 3.2 Broj dana za koje postoje podaci o merenjima za 2003. i 2004. godinu, redom

Mesec	Godina	Br.merenja
I	2003	0
II	2003	0
III	2003	0
IV	2003	6
V	2003	30
VI	2003	29
VII	2003	31
VIII	2003	29
IX	2003	29
X	2003	28
XI	2003	23
XII	2003	10

Mesec	Godina	Br.merenja
I	2004	21
II	2004	22
III	2004	17
IV	2004	12
V	2004	28
VI	2004	24
VII	2004	30
VIII	2004	15
IX	2004	29
X	2004	31
XI	2004	30
XII	2004	31

Tabele 3.3 i 3.4 Broj dana za koje postoje potpuni podaci o merenjima za 2003. i 2004. godinu, redom

Mesec	Godina	Br.merenja
I	2003	0
II	2003	0
III	2003	0
IV	2003	6
V	2003	19
VI	2003	22
VII	2003	19
VIII	2003	8
IX	2003	11
X	2003	11
XI	2003	13
XII	2003	3

Mesec	Godina	Br.merenja
I	2004	8
II	2004	6
III	2004	3
IV	2004	6
V	2004	9
VI	2004	12
VII	2004	12
VIII	2004	10
IX	2004	21
X	2004	27
XI	2004	26
XII	2004	29

3.3 Srednje satne vrednosti

Radi lakšeg praćenja promena UV indeksa tokom dana i tokom godine posmatračemo promene usrednjenih satnih vrednosti za svaki mesec. Srednje satne vrednosti za mesece u 2003. i 2004. godini su prikazani u tabelama 3.5 i 3.6, redom.

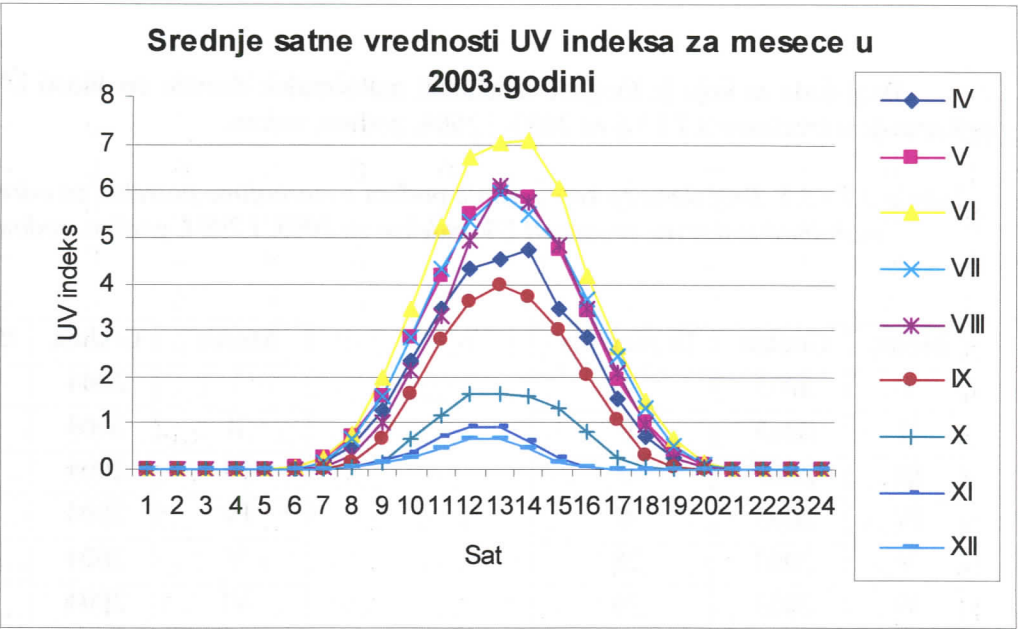
Tabela 3.5 Srednje satne vrednosti za mesece u 2003.godini

Sat	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0,03	0,05	0,02	0	0	0	0	0
6	0,13	0,23	0,26	0,15	0,06	0,01	0	0	0
7	0,52	0,71	0,77	0,65	0,31	0,14	0,03	0,07	0,04
8	1,28	1,6	2,01	1,56	1,04	0,66	0,16	0,19	0,13
9	2,35	2,85	3,45	2,84	2,12	1,63	0,64	0,36	0,28
10	3,49	4,2	5,24	4,32	3,32	2,78	1,17	0,69	0,46
11	4,33	5,52	6,71	5,33	4,92	3,61	1,62	0,94	0,64
12	4,54	6,03	7,03	5,96	6,13	3,99	1,61	0,92	0,67
13	4,72	5,84	7,09	5,51	5,76	3,74	1,6	0,61	0,44
14	3,46	4,73	6,05	4,85	4,84	2,99	1,31	0,26	0,16
15	2,83	3,41	4,17	3,65	3,49	2,05	0,81	0,07	0,06
16	1,54	1,94	2,63	2,43	2,11	1,05	0,25	0	0
17	0,72	1,02	1,5	1,35	0,98	0,31	0,05	0	0
18	0,24	0,39	0,64	0,49	0,23	0,06	0	0	0
19	0,03	0,09	0,15	0,1	0,04	0	0	0	0
20	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0

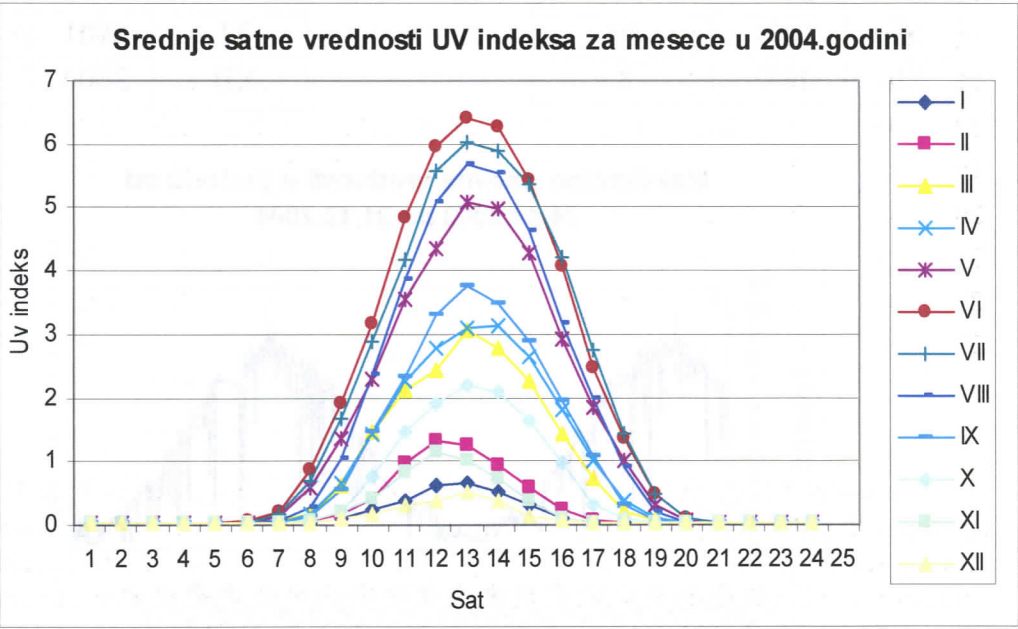
Tabela 3.6 Srednje satne vrednosti za mesece u 2004.godini

Sat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0,04	0,07	0,05	0	0	0	0	0
6	0	0	0,06	0,05	0,14	0,22	0,17	0,07	0,04	0	0	0
7	0,04	0,07	0,19	0,18	0,58	0,88	0,69	0,27	0,14	0,06	0,08	0,03
8	0,11	0,19	0,62	0,65	1,37	1,9	1,68	1,05	0,57	0,22	0,2	0,09
9	0,25	0,43	1,45	1,44	2,31	3,16	2,89	2,37	1,47	0,77	0,41	0,19
10	0,4	0,99	2,12	2,27	3,55	4,84	4,18	3,87	2,33	1,47	0,82	0,3
11	0,64	1,34	2,44	2,77	4,37	5,96	5,58	5,08	3,3	1,92	1,16	0,4
12	0,66	1,26	3,06	3,1	5,1	6,41	6,03	5,67	3,77	2,21	1,02	0,52
13	0,53	0,93	2,79	3,13	4,97	6,26	5,9	5,52	3,5	2,1	0,73	0,38
14	0,32	0,6	2,25	2,65	4,27	5,42	5,36	4,64	2,9	1,64	0,37	0,15
15	0,11	0,26	1,44	1,81	2,91	4,06	4,21	3,17	1,96	0,96	0,1	0,06
16	0,04	0,07	0,72	1,02	1,84	2,49	2,75	1,99	1,07	0,31	0,03	0
17	0	0	0,22	0,38	1	1,37	1,42	0,89	0,33	0,09	0	0
18	0	0	0,06	0,1	0,3	0,48	0,5	0,2	0,08	0,03	0	0
19	0	0	0	0,03	0,08	0,12	0,12	0,05	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0,03	0,04	0,04	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Na slici 3.1 su prikazane srednje satne vrednosti za mesece u 2003. godinu, dok su na slici 3.2 prikazane srednje satne vrednosti za mesece u 2004. godini. Vidi se da su najveće satne vrednosti u junu, a najmanje u decembru kao i da se maksimalne dnevne vrednosti javljaju u periodu od 11 do 13 h. Srednje satne vrednosti za mesece u 2003. godini nešto su veće nego u 2004. godine.



Slika 3.1 Srednje satne vrednosti UV indeksa za mesece u 2003.godini



Slika 3.2 Srednje satne vrednosti UV indeksa za mesece u 2004.godini

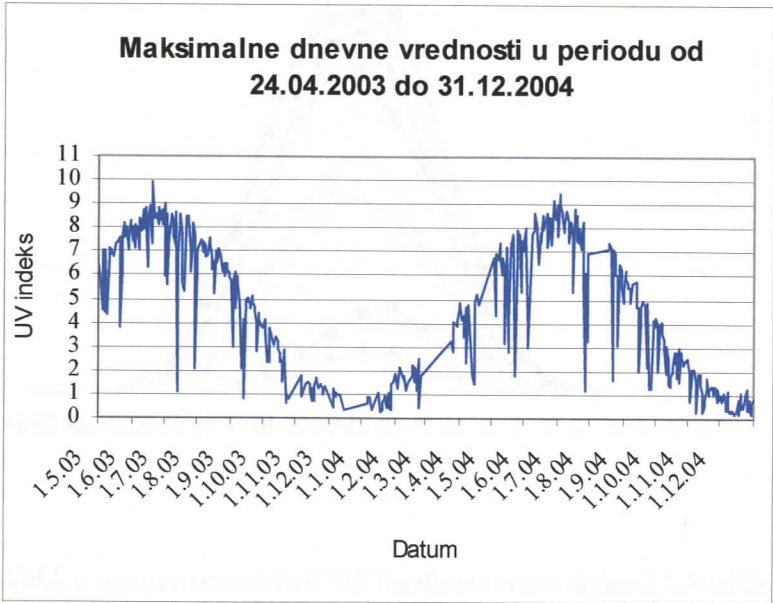
3.4 Maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa

Broj dana za koje je moguće izračunati maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa prikazan je u tabelama 3.7 i 3.8 za 2003. i 2004. godinu, redom.

Tabele 3.7 i 3.8 Broj dana za koje postoje podaci o merenjima potrebni za određivanje maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa za 2003. i 2004. godinu, redom

Mesec	Godina	Br.merenja
I	2003	0
II	2003	0
III	2003	0
IV	2003	6
V	2003	28
VI	2003	29
VII	2003	30
VIII	2003	29
IX	2003	25
X	2003	21
XI	2003	19
XII	2003	8

Mesec	Godina	Br.merenja
I	2004	18
II	2004	18
III	2004	6
IV	2004	12
V	2004	26
VI	2004	23
VII	2004	29
VIII	2004	14
IX	2004	28
X	2004	31
XI	2004	30
XII	2004	31



Slika 3.3 Maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa u periodu od 24.04.2003 do 31.12.2004. god.

Maksimalne dnevne vrednosti u periodu od 25.04.2003 do 31.12.2004 prikazane su na slici 3.3. Maksimalna izmerena vrednost UV indeksa u 2003. godini je 9.88 i izmeren je 20. juna. Ova vrednost UV indeksa je i maksimalna izmerena vrednost u Novom Sadu od kada se vrše merenja. Dnevni tok UV indeksa za taj dan prikazan je na slici 3.4. Maksimalna izmerena vrednost u 2004. godini je 9.46 i izmerena je 3. jula.

Broj dana u godini kada je UV indeks bio niskak, srednji, visok, vrlo visok i ekstremno visok prikazan je u tabeli 3.9 za 2003. godinu i u tabeli 3.10 za 2004. godinu.

Broj dana u mesecu kada je UV indeks bio niskak, srednji, visok, vrlo visok i ekstremno visok prikazan je u tabeli 3.11 za 2003. godinu i u tabeli 3.12 za 2004. godinu.

Tabela 3.9 Broj dana u 2003. godini (u periodu u kom su vršena merenja) kada je UV indeks bio nizak, srednji, visok, vrlo visok i ekstremno visok

Niski nivo (0-3)	45
Srednji nivo (3-5)	31
Visiki nivo (5-7)	47
Vrlo visoki nivo (7-9)	71
Ekstremno visoki nivo(9-)	2

Tabela 3.10 Broj dana u 2004. godini kada je UV indeks bio nizak, srednji, visok, vrlo visok i ekstremno visok

Niski nivo (0-3)	135
Srednji nivo (3-5)	40
Visiki nivo (5-7)	34
Vrlo visoki nivo (7-9)	55
Ekstremno visoki nivo(9-)	4

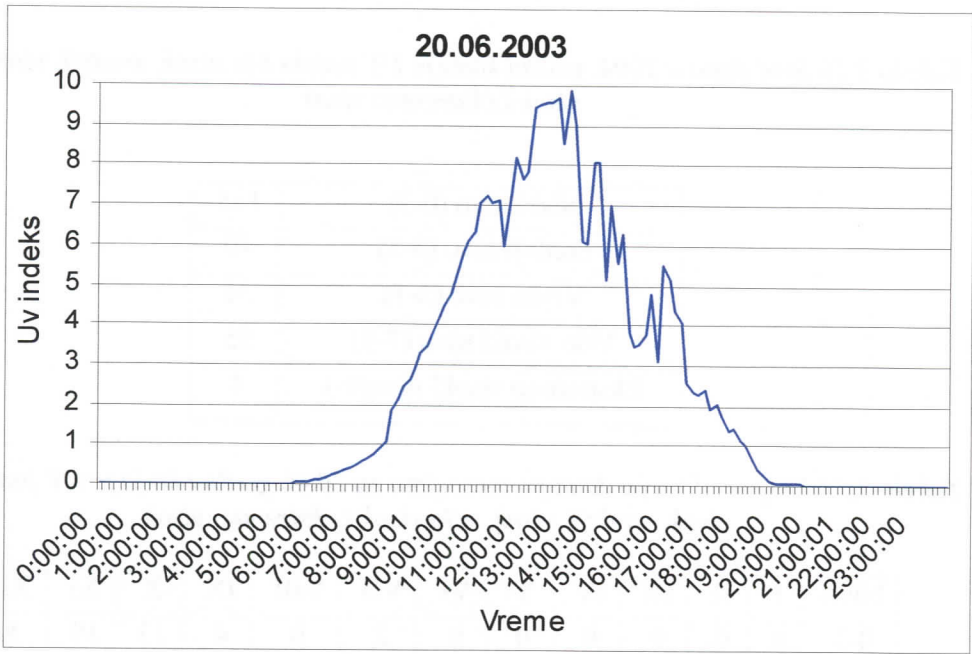
Tabela 3.11 Raspored broja dana po mesecima za 2003. godinu kada je UV indeks bio niskak, srednji, visok, vrlo visok i ekstremno visok

Nivo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0-3	0	0	0	0	0	0	2	0	4	13	19	8
3-5	0	0	0	1	5	0	1	0	15	9	0	0
5-7	0	0	0	4	9	2	6	20	6	0	0	0
7-9	0	0	0	1	14	26	20	9	0	0	0	0
9-	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

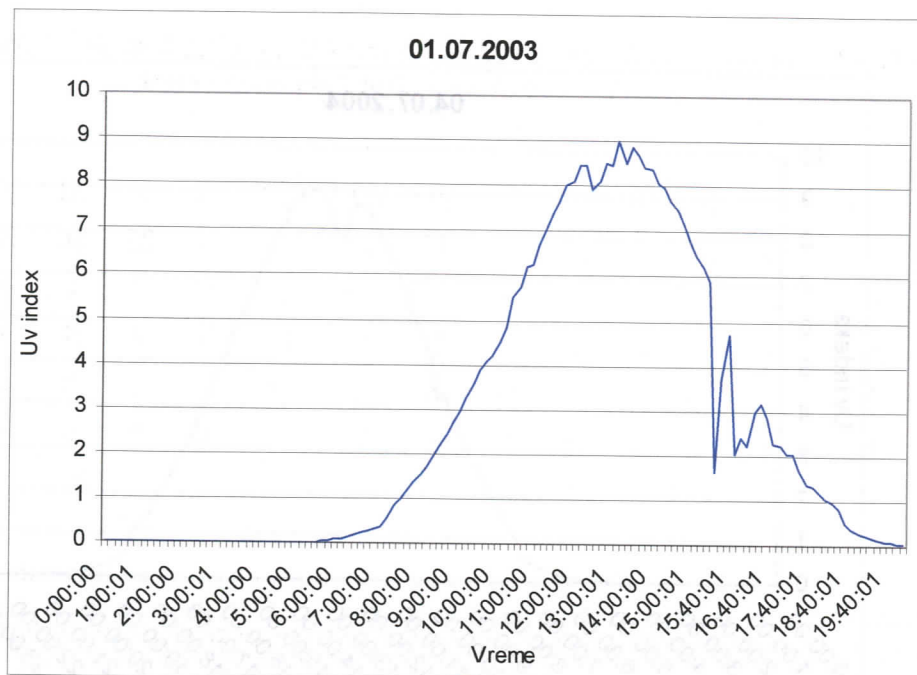
Tabela 3.12 Raspored broja dana po mesecima za 2004. godinu kada je UV indeks bio
nisak, srednji, visok, vrlo visok i ekstremno visok

Nivo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0-3	18	18	1	3	2	1	1	1	6	23	30	31
3-5	0	0	5	8	3	1	1	1	13	8	0	0
5-7	0	0	0	1	10	1	4	8	10	0	0	0
7-9	0	0	0	0	12	18	21	4	0	0	0	0
9-	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0

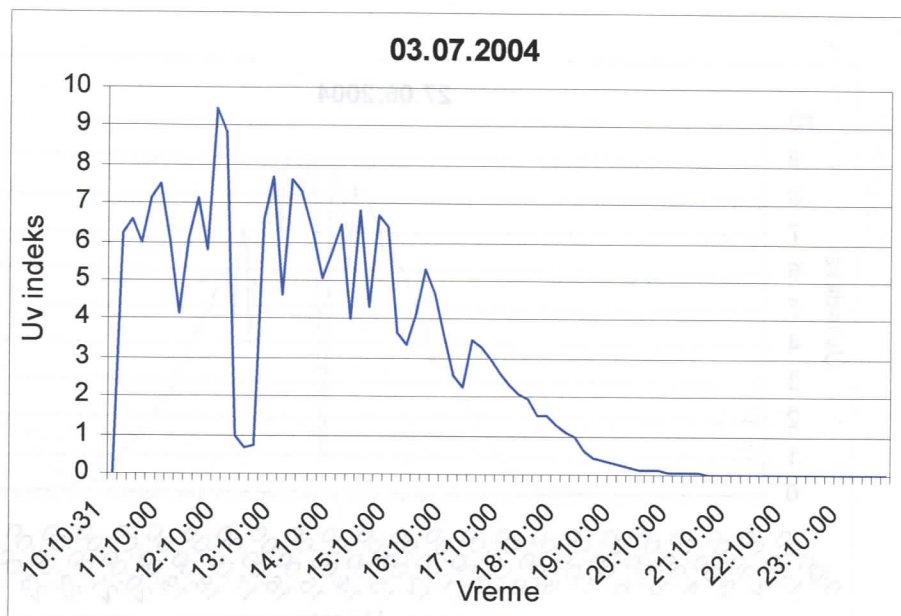
Meseci u kojima ima najviše dana sa vrlo visokim maksimalnim dnevnim UV indeksom su jun i jul. Broj dana kada je maksimalna dnevna vrednost u ove dve godine bila ekstremno visoka je šest. U nastavku će biti prikazan dnevni hod UV indeksa, debljina ozonskog sloja i dnevna doza za ove dana, slike 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, i 3.9.



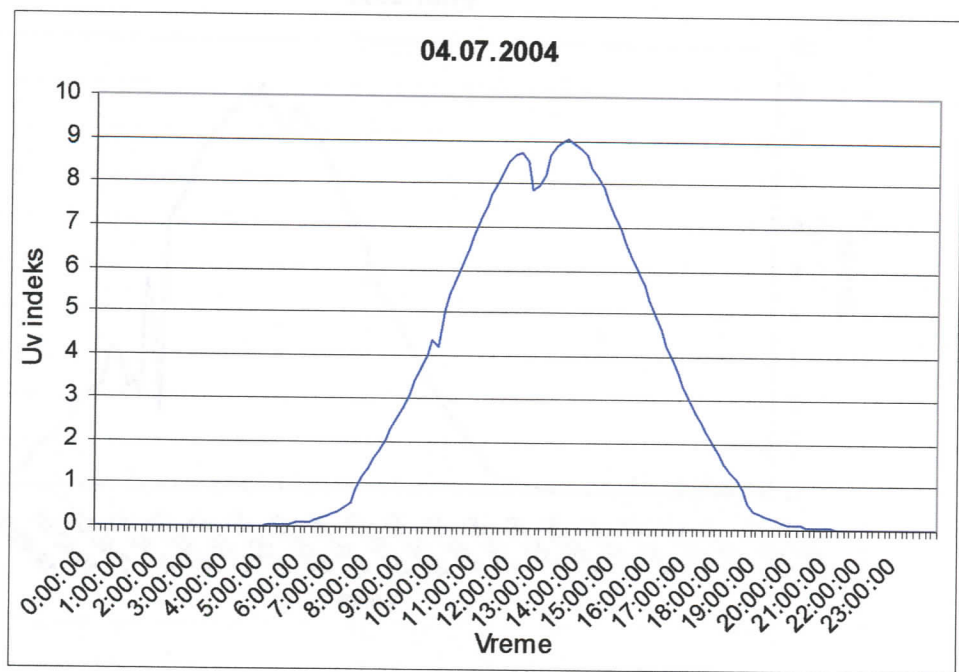
Slika 3.4 Dnevni hod UV indeksa 20.06.2003. Debljina ozonskog sloja 310 DU, maksimalna vrednost: 9.88, dnevna doza: 4836.45 J/m²



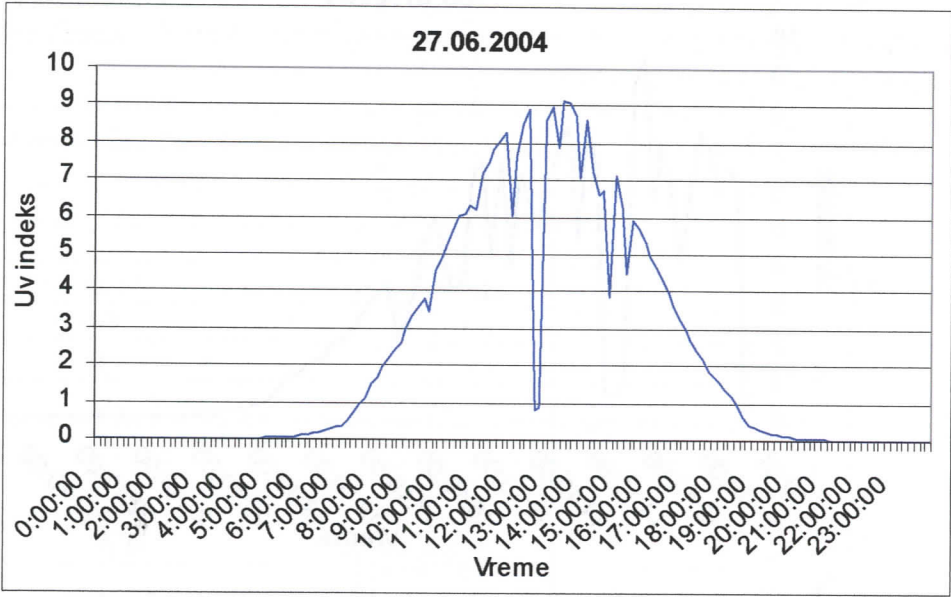
Slika 3.5 Dnevni hod UV indeksa 01.07.2003. Debljina ozonskog sloja: 306 DU, maksimalna vrednost: 9.02, dnevna doza: 4884.3 J/m²



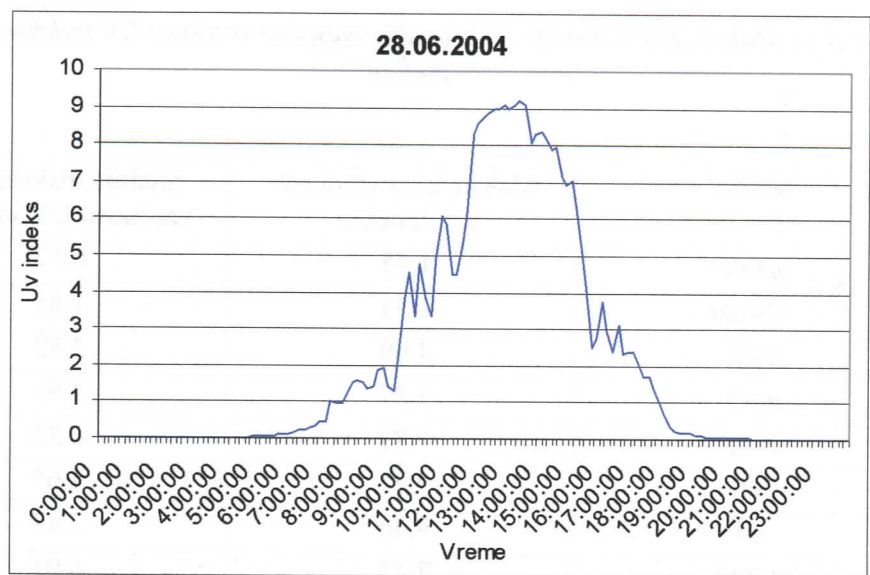
Slika 3.6 Dnevni hod UV indeksa 03.07.2004. Debljina ozonskog sloja: 303 DU, maksimalna vrednost: 9.46, dnevna doza: oko 3400 J/m²



Slika 3.7 Dnevni hod UV indeksa 04.07.2004. Debljina ozonskog sloja: 303 DU, maksimalna vrednost: 9.03, dnevna doza: 5397 J/m²



Slika 3.8 Dnevni hod UV indeksa 27.06.2004. Debljina ozonskog sloja: 306 DU, maksimalna vrednost: 9.14, dnevna doza: 4877.1 J/m²



Slika 3.9 Dnevni hod UV indeksa 28.06.2004. Debljina ozonskog sloja: 303 DU, maksimalna vrednost: 9.21, dnevna doza: 4530 J/m²

Najveće dnevne maksimalne vrednosti, kao što je i za očekivati, izmerene su u maju, junu, julu i avgustu. U decembru i januaru srednje maksimalne mesečne vrednosti nisu prelazile vrednost od 1 UV indeksa. U tabelama 3.13 i 3.14 prikazane su maksimalne i srednje mesečne vrednosti za 2003. i 2004. godinu, redom.

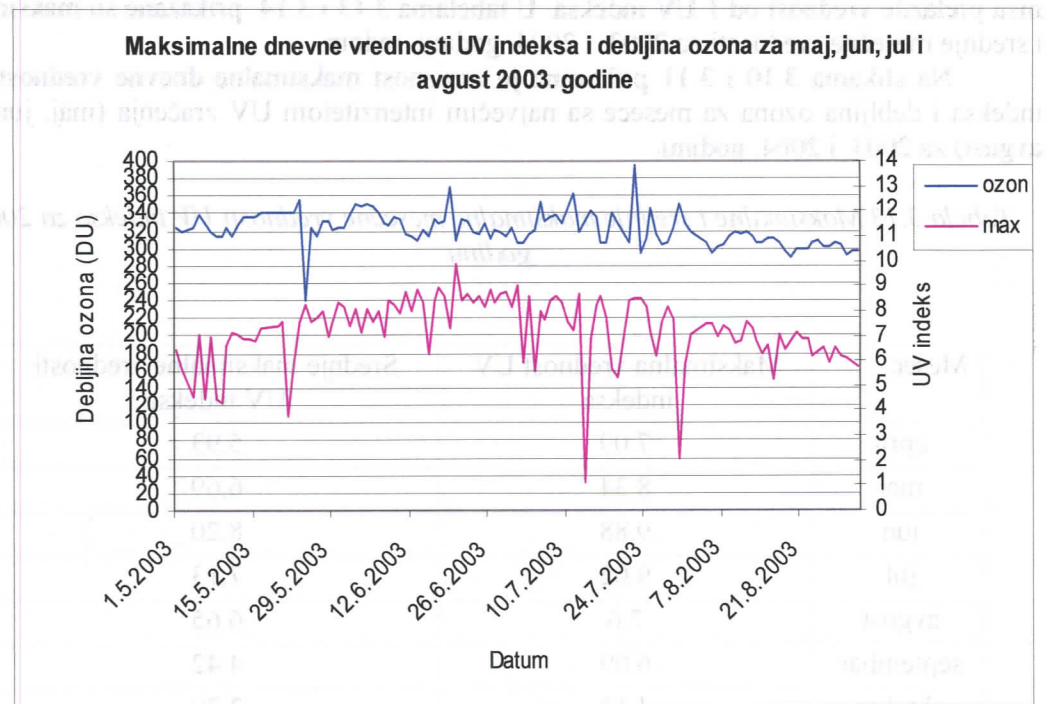
Na slikama 3.10 i 3.11 prikazana je zavisnost maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa i debljina ozona za mesece sa najvećim intenzitetom UV zračenja (maj, jun, jul, avgust) za 2003. i 2004. godinu.

Tabela 3.13 Maksimalne i srednje maksimalne mesečne vrednosti UV indeksa za 2003. godinu

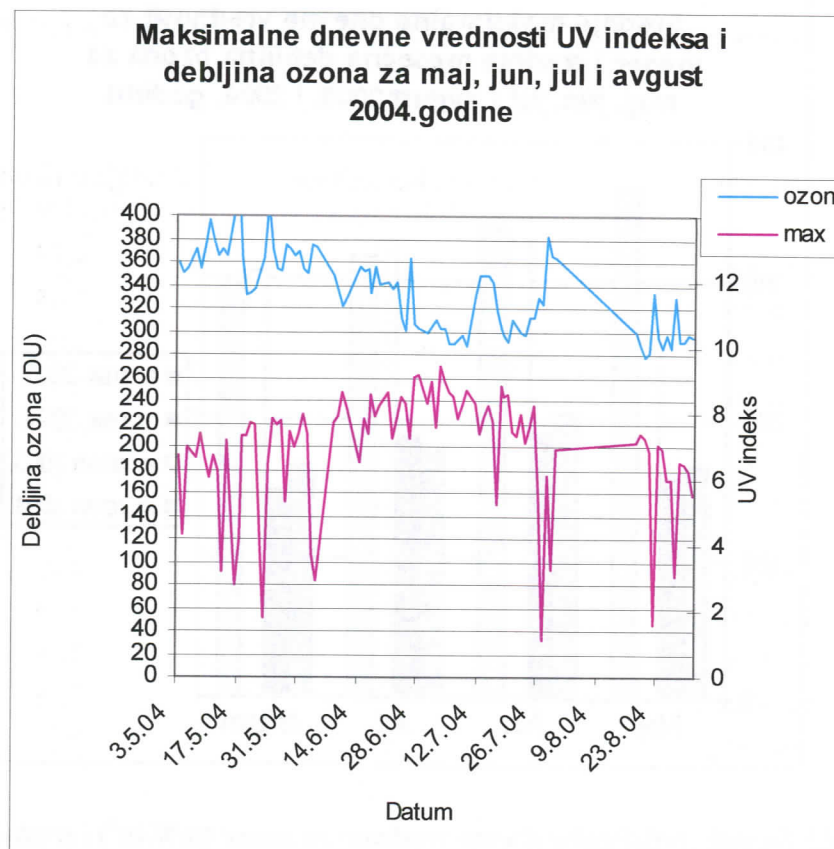
Mesec	Maksimalna vrednost UV indeksa	Srednje maksimalne vrednosti UV indeksa
april	7.09	5.93
maj	8.34	6.69
jun	9.88	8.20
jul	9.02	7.13
avgust	7.6	6.65
septembar	6.09	4.42
oktobar	4.13	2.70
novembar	1.82	1.28
decembar	1.27	0.87

Tabela 3.14 Maksimalne i srednje maksimalne mesečne vrednost UV indeksai za 2004. godinu

Mesec	Maksimalna vrednost UV indeksa	Srednje maksimalne vrednosti UV indeksa
januar	1.55	0.77
februar	2.53	1.65
mart	4.69	3.82
april	5.27	3.91
maj	7.89	6.32
jun	9.21	7.65
jul	9.46	7.49
avgust	7.42	6.01
septembar	6.23	4.29
oktobar	4.2	2.64
novembar	2.11	1.28
decembar	1.23	0.59

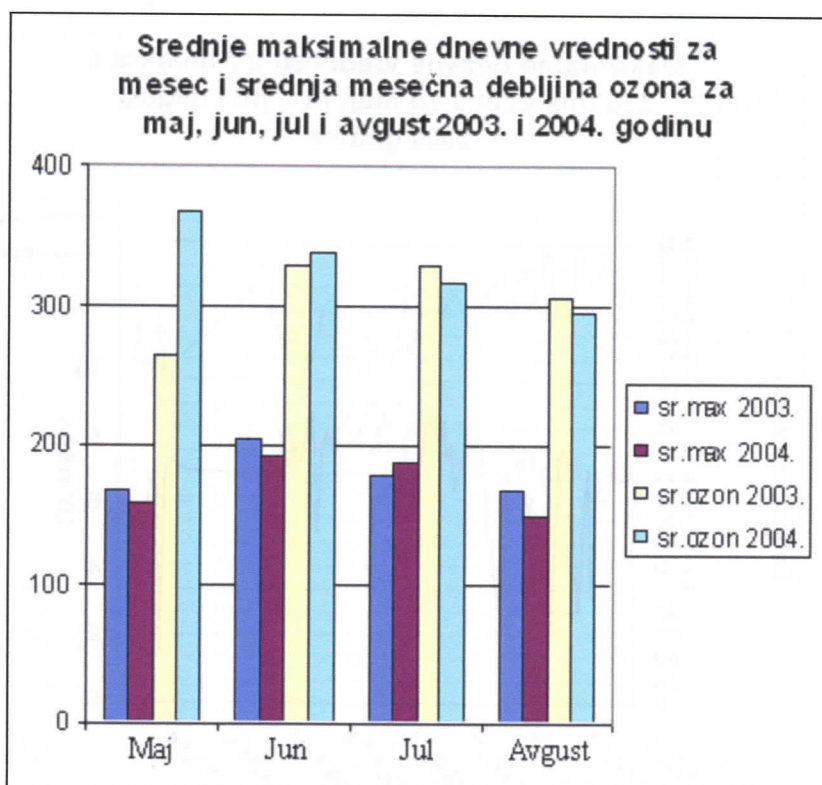


Slika 3.10 Maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa i debljina ozona (DU) za maj, jun, jul i avgust 2003.godine



Slika 3.11 Maksimalne dnevne vrednosti UV indeksa i debljina ozona (DU) za maj, jun, jul i avgust 2004.godine

Zbog nedostatka podataka ne može da se uporedi zavisnost maksimalnih dnevnih vrednosti UV indeksa od debljine ozona za svaki dan u 2003. i 2004. godini, ali mogu da se uporede srednje mesečne vrednosti maksimalnih dnevnih vrednosti UV indeksa (mW/m^2) i debljine ozona (DU) (slika 3.12) u mesecima kada je intenzitet UV zračenja najveći. Uopšteno gledano vrednosti UV indeksa u ovim mesecima je bila veća u 2003. godini nego u 2004. godini što odgovara debljini ozonskog omotača koja je bila veća u 2004. nego u 2003. godini. Odstupanja su primećena za mesec avgust gde je debljina ozona 2004. godine manja nego 2003. godine, a intenzitet UV zračenja umesto da bude veći, manji je nego 2003. godine. Ako pogledamo broj dana za koje smo mogli da računamo maksimum UV zračenja videćemo da je broj dana u 2004. godini manji nego u 2003. godini i uz to su podaci iz druge polovine meseca kada je i intenzitet zračenja koje dolazi do površine Zemlje manji, pa je neslaganje između debljine ozona i UV zračenja najverovatnije posledica nedostatka podataka.

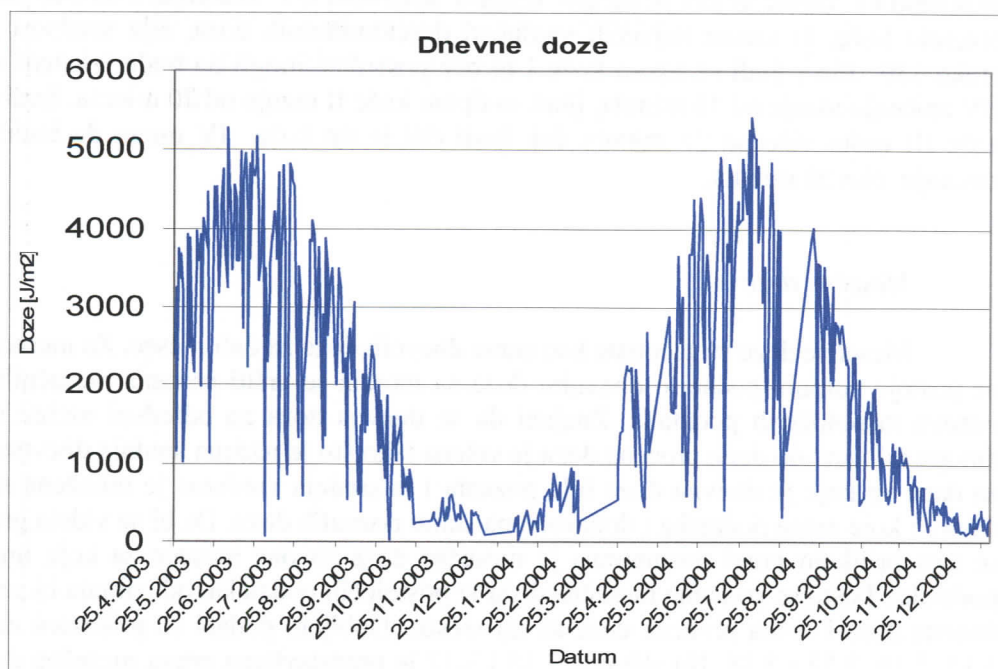


Slika 3.12 Srednje maksimalne dnevne vrednosti za mesec (mW/m^2) i srednja mesečna debljina ozona (DU) za 2003. i 2004. godinu

3.5 Dnevne aktivne doze i procena mesečnih i godišnjih doza

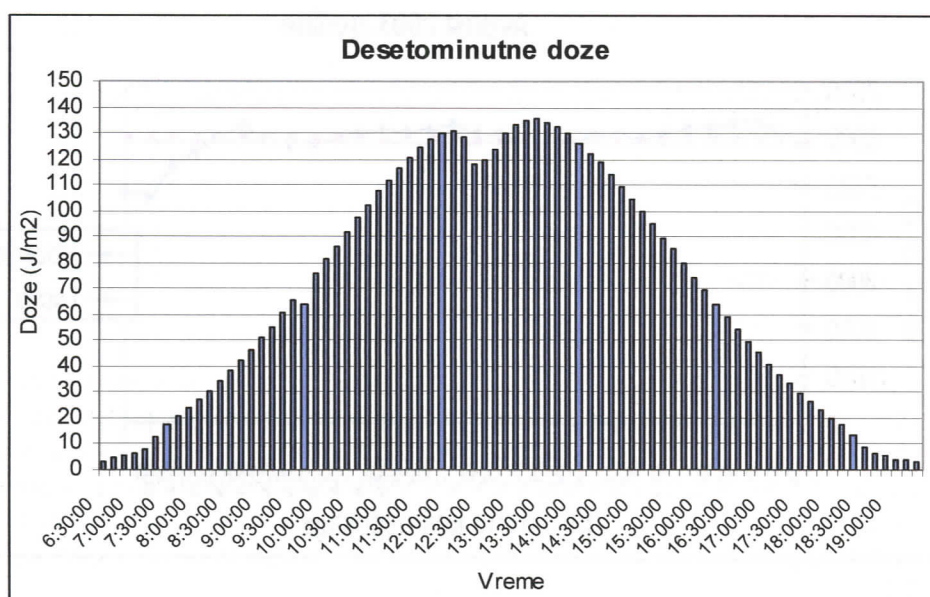
Dnevne doze

Dnevne doze su računate za one dane za koje postoje potpuni podaci ili podaci u intervalu između izlaska i zalaska Sunca. Doze koje su računate za dane za koje postoje podaci u intervalu između izlaska i zalaska Sunca su neznatno manje, jer pre izlaska i posle zalaska Sunca ima difuznog UV zračenja koje ovim načinom računanja dnevnih doza nije uzeto u obzir. Broj podataka, po mesecima, za koje je računata dnevna doza dat je u tabeli 3.15 za 2003. god., i u tabeli 3.16 za 2004. god. Vrednosti dnevnih doza su prikazane na slici 3.13.



Slika 3.13 Vrednosti dnevnih doza od 25.04.2003 do 31.12.2004

Najveća dnevna doza u 2003. godini izmerena je 26.juna i iznosila je 5158.8 J/m^2 , a najveća dnevna doza u 2004. godini je izmerena 04.jula i iznosila je 5397.8 J/m^2 . Pogledajmo kako su izgledale desetominutne doze 04.07.2004. (slika 3.14) i kako je

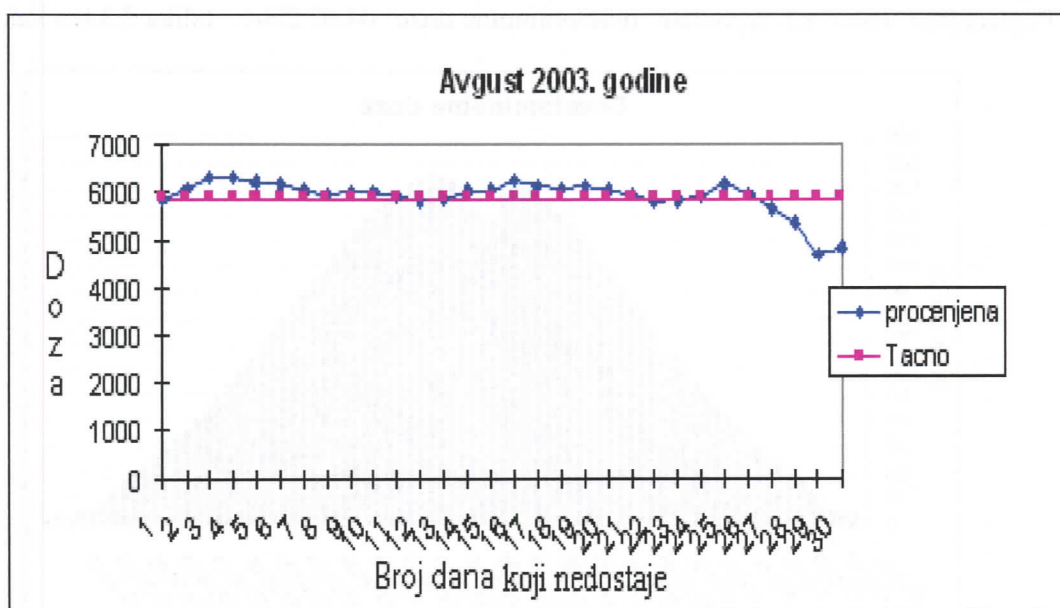


Slika 3.14 Desetominutne doze 04.06.2004. god.

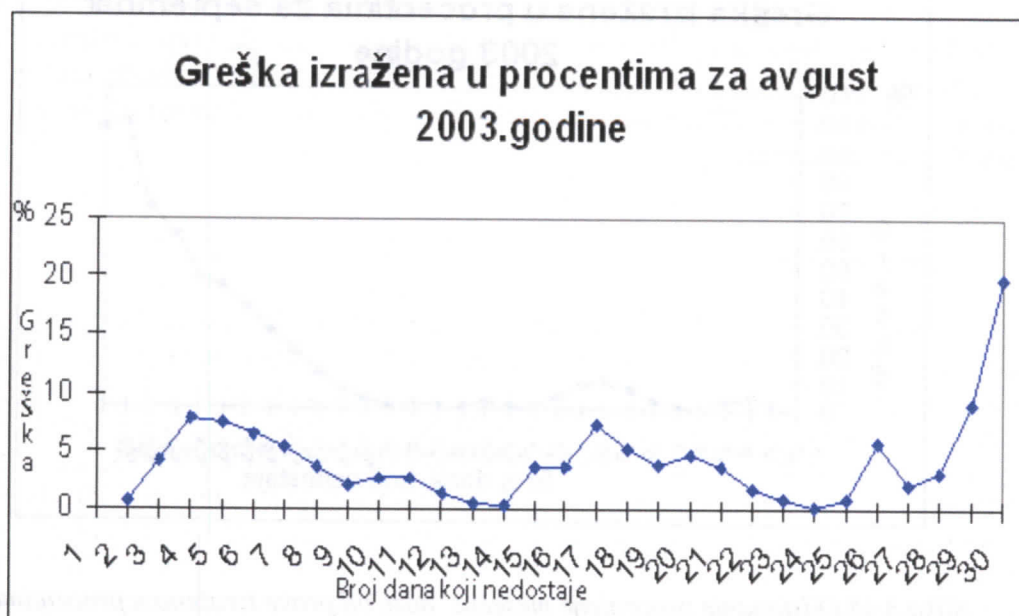
to uticalo na vreme kojem se moglo izlagati solarnom UV zračenje, a da ono ne izazove crvenilo kože. U vreme najvećih vrednosti desetominutnih doza, čija vrednost prelazila preko 130 J/m^2 , ljudi sa tipom kože I bi bez posledica mogli da budu izloženi solarnom UV zračenju manje od 15 minuta, ljudi sa tipom kože II manje od 20 minuta, ljudi sa tipom kože III nešto više od 25 minuta dok ljudi čiji je tip kože IV mogu da bude izloženi zračenju oko 30 minuta.

Mesečne doze

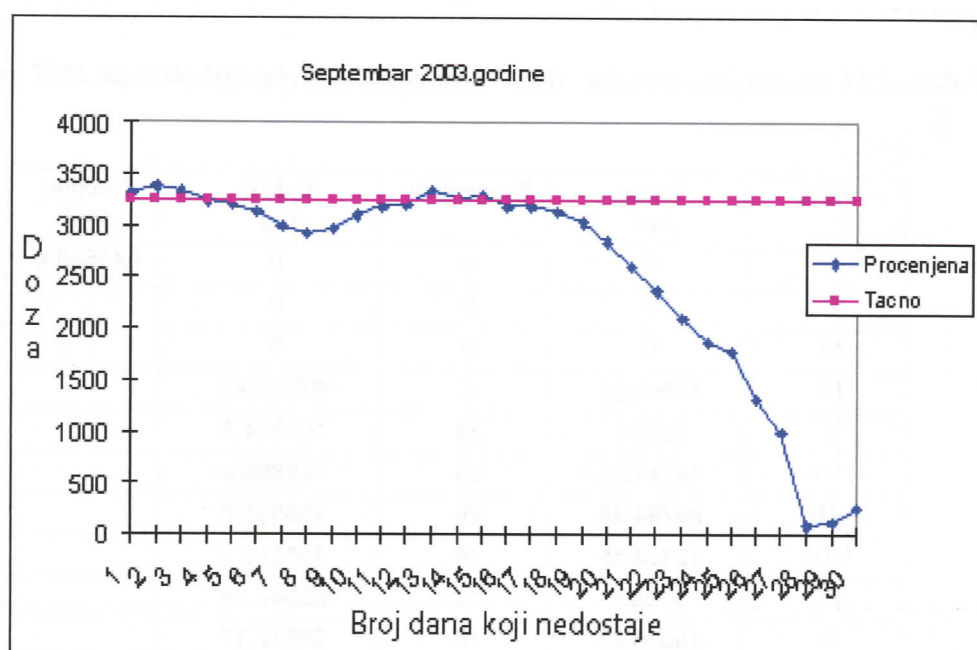
Mesečne doze su računate kao suma dnevnih doza za dati mesec. Za mesece za koje ne postoje potpuni podaci o dnevnim dozama morala se vršiti procena mesečnih doza na osnovu raspoloživih podataka. Znajući da se dnevna doza za određeni mesec ne menja mnogo od dana do dana procena doza je vršena tako što je nađena srednja dnevna vrednost za dane za koje je dnevna doza bila poznata i ta srednja vrednost je množena sa brojem dana za koje nema podataka i dodavana na sumu poznatih doza. Da bi se videla greška koja se tom prilikom pravi posmatrana je mesečna doza za one mesece za koje ima najviše podataka. Pošto se izračuna mesečna doza iz postojećih podataka, oduzimala bi se po jedna dnevna doza i vršila procena doze za taj mesec. Dobijeni podaci su prikazani na slikama 3.15, 3.16, 3.17 i 3.18. Na slikama 3.15 i 3.17 je predstavljena prava mesečna doza (doza dobijena iz podataka) sa pravom linijom. Drugom linijom je predstavljena procenjena eritemalna doza u zavisnosti od broja dana za koje doza nedostaje (oduzete doze). Na slikama 3.16 i 3.18 je predstavljeno odstupanje procenjene doze od prave izraženo u procentima.



Slika 3.15 Odstupanje procenjene doze (J/m^2) od tačne mesečne doze za avgust 2003. godine



Slika 3.16 Odstupanje procenjene doze od prave izraženo u procentima za avgust 2003. godine



Slika 3.17 Odstupanje procenjene doze (J/m^2) od tačne mesečne eritemalne doze za septembar 2003. godine



Slika 3.18 Odstupanje procenjene mesečne doze od prave izraženo u procentima

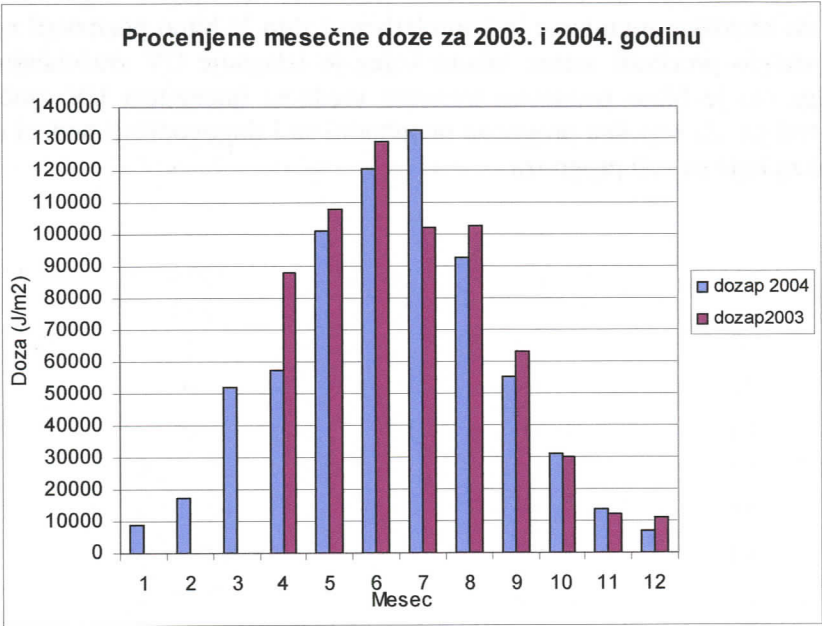
Vidi se da je greška procenjenih mesečnih vrednosti oko 10% sve dok broj dana koji nedostaju ne postane veći od 20. Na osnovu ovoga procenjene doze za april i decembar 2003. godine kao i za mart, april i avgust 2004. godine treba uzeti sa rezervom. Procenjene mesečne doze za 2003. godinu i 2004. godinu date su u tabelama 3.15 i 3.16 i na slici 3.19.

Tabela 3.15 Procenjene mesečne doze i broj postojećih dnevnih doza za 2003. godinu

Mesec	Doza J/m ²	Br.merenja	P.doza J/m ²	Ukupno J/m ²
I	0	0	0	645580,4
II	0	0	0	
III	0	0	0	
IV	17546,25	6	87731,25	
V	83082	24	107314,3	
VI	107413,5	25	128896,2	
VII	66784,35	20	103515,7	
VIII	52424,85	16	101573,1	
IX	29562	14	63347,14	
X	15386,93	16	29812,17	
XI	6511,05	16	12208,22	
XII	1803,6	5	11182,32	

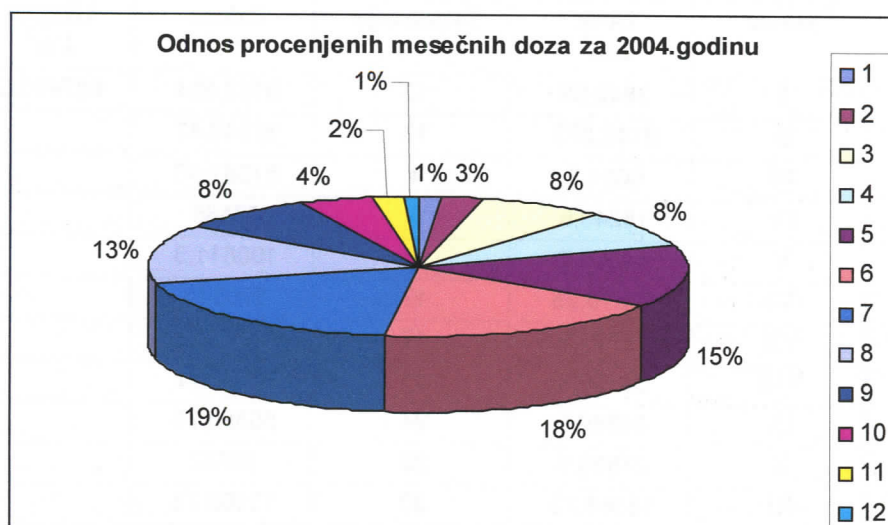
Tabela 3.16 Procenjene mesečne doze i broj postojećih dnevnih doza za 2003. godinu

Mesec	Doza J/m ²	Br.merenja	P.doza J/m ²	Ukupno J/m ²
I	3842,55	13	9163,004	687491,3
II	8146,575	13	17546,47	
III	6691,8	4	51861,45	
IV	15249,6	8	57186	
V	42275,7	13	100811,3	
VI	68210,25	17	120371	
VII	72790,8	17	132736,2	
VIII	32856,9	11	92596,72	
IX	44280,6	24	55350,75	
X	27803,1	28	30782	
XI	13168,73	30	13168,73	
XII	5726,85	30	5917,745	



Slika 3.19 Odnos procenjenih mesečnih vrednosti za 2003.i 2004. godinu

Godišnja doza za 2004.godinu na osnovu procenjenih mesečnih doza je 687491,3 J/m². Odnos mesečnih doza za 2004. godinu dat je na slici 3.20. Sa slike se vidi da je veći deo godišnje doze (65%) čine mesečne doze za mesece maj, jun, jul i avgust.



Slika 3.20 Odnos procenjenih mesečnih doza u 2004.godini

Čovek, za razliku od vidljive svetlosti ili toplote ne može da vidi ili osoti UV zračenje sve dok ono ne izazove štetne posledice na njegov organizam. Dejstvo UV zračenja na biološke organizme je kumulativno i zato je bitno poznavati njegov intenzitet da bi se moglo proceniti vreme tokom kojeg je izlaganje UV zračenju preporučljivo. Pored toga što je bitno poznavati trenutnu vrednost intenziteta UV zračenja bitno je i prognozirati ga. Za uspešnu prognozu neophodni su i dugogodišnji podaci o merenjima na području za koje se vrši prognoza.

Zaključak

Predhodno prikazani podaci dobijeni su na osnovu merenja UVB-1 detektorom u periodu od 25.04.2003. godine do 31.12.2004. godine. Podaci merenja dobijeni ovim instrumentom su veoma pogodni za otkrivanje trendova UV indeksa kada su merenja vršena dug vremenski period. U ovom sličaju merenja su vršena u periodu od 21-og meseca što je nedovoljno da bi se moglo govoriti o bilo kakvim trendovima, ali se mogu uporediti podaci dobijeni u 2003. i 2004. godini.

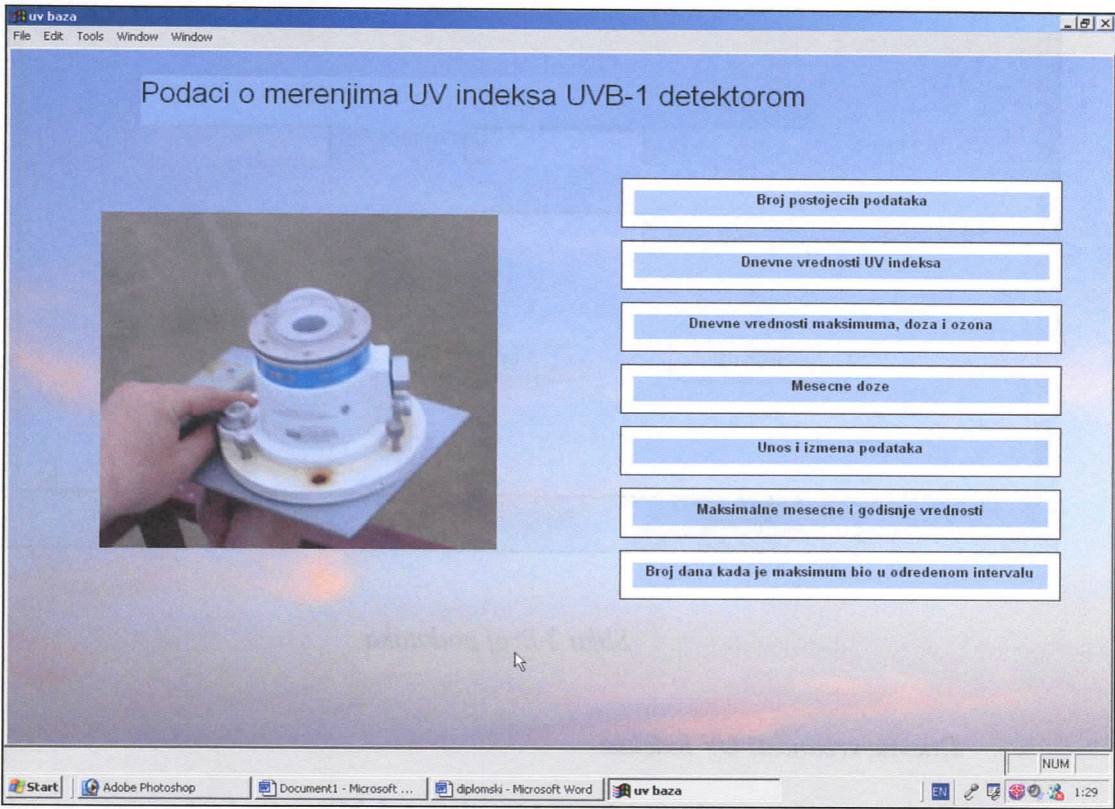
Upoređivanjem podataka za mesece kada je intenzitet UV zračenja najveći pokazalo se da su vrednosti UV indeksa bile nešto više u 2003. godini nego u 2004. godini. Poređenje srednjih mesečnih vrednosti dnevnih maksimuma sa srednjom debljinom ozonskog omotača potvrdile su da se sa smanjenjem debljine ozonskog omotača povećava intenzitet UV zračenja.

Pri ovom poređenju najveći problem je predstavljao nedostatak podataka. Nedostatak podataka je bio i najveći problem pri izradi baze podataka. Sa otklanjanjem ovog problema počelo se sredinom avgusta i od tada se smanjio broj nedostajućih podataka na svega nekoliko dana u mesecu sa nepotpunim podacima. Ako taj broj ne nastavi da se povećava u narednim godinama i ako budu dostupni podaci o debljini ozonskog sloja, koncentraciji aerosola, oblačnosti, kao i drugim faktorima koji utiču na intenzitet UV zračenja biće moguće govoriti i o trendovima UV indeksa.

DODATAK

Opis aplikacije UV baza

Uz pomoć aplikacije UV baza olakšan je pristup podacima o UV indeksu. Parametri UV zračenja koji mogu da se dobiju ponuđeni su u glavnom prozoru (slika 1) i to su: *broj postojećih podataka, dnevne vrednosti UV indeksa, dnevne vrednosti maksimuma, ozona i doza, maksimalne mesečne i godišnje vrednosti, broj dana kada je maksimum bio u određenom intervalu*. Pored mogućnosti da se pogledaju parametri UV zračenja postoji i opcija za *unos i izmenu podataka*.



Slika 1 Glavni prozor

Broj postojećih podataka

Broj raspoloživih podataka zavisi od parametara koje računamo. U prozoru broj podataka (slika 2) u polju pored *podaci* za može da se izabere pogled na sve podatke, *sve* (dane za koje postoje merenja nezavisno od njihove potpunosti), podatke za koje postoje merenja u intervalu od 11 do 14 h, tj. dane za koje može da se računa maksimalna dnevna vrednost, *max* i *ozon*. Podaci o debljini ozona postoje samo za one dane za koje mogu da

se računaju maksimalne vrednosti. Broj raspoloživih podataka za računanje dnevne doze (oni dani za koje postoje podaci u intervalu od izlaska do zalaska Sunca) dobija se kada se izabere opcija *doze*. Kada se izabere parametar za koji se traži broj podataka sa kojim baza raspolaže treba izaberati i vremenski interval u kome se posmatraju podaci. Ako se u polju pored *za mesec* izabere samo mesec bez godine dobiće se podaci za sve mesece bez obzira na godinu. Ako se pored meseca izabere i godina dobiće se podaci samo za mesec u određenoj godini. Da bi videli podatke za celu godinu u polje pored *u godini* potrebno je da se upiše željena godina.

Slika 2 Broj podataka

Dnevne vrednosti UV indeksa

Dnevne vrednosti UV indeksa mogu da se dobiju za određen dan, za određen interval dana, za određen mesec, za određen mesec u određenoj godini, za niz meseci u određenoj godini, za godinu i niz godina. Svaki put kada se izabere određen interval u kome se posmatra UV indeks u prozoru UV indeks (slika 3) otvoriće se dokumenten u Excel-u gde će se naći traženi podaci. Sa ovim dokumentom može da se postupa kao sa bilo kojim drugim Excel dokumentom. Ako se izmeni neki od podataka taj podatak neće biti promenjen u bazi već samo u trenutnom radnom okruženju.

Slika 3 UV indeks

Dnevne vrednosti maksimuma, ozona i doza

U zavisnosti od toga da li se posmatraju maksimalne dnevne vrednosti i ozon, doze ili svi podaci izabere se jedna od opcija pored *podaci za max i ozon*, *sve* ili *doze* u prozoru UV maksimumi doze i ozon (slika 4). Kada se izabere opcija *sve* dobiju se podaci za maksimalne vrednosti i doze za one dane za koje postoje merenja bez obzira da li su ti podaci potpuni. Kada se izbere *max i ozon* ili *doze* dobiju se podaci samo za one dane kada postoje predhodno navedeni uslovi za njihovo računanje. Kao i kod *dnevne vrednosti UV indeksa* moguće je izabrati period za koji se posmatraju podaci. Podaci će se ponovo pojaviti u Excel dokumentu.

Mesečne doze

Zbog nedostataka podataka mesečne doze su procenjene. Tako da kada se izabere mesec u određenoj godini za koji se posmatra doza u prozoru mesečne doze (slika 5) dobiju se podaci o mesečnoj dozi, (*doza*) koja se odnosi samo na one dane za koje postoje merenja dok je *dozap* doza procenjena za ceo mesec na osnovu postojećih podataka. Pored doza ovde je naveden i broj dana u mesecu za koje postoje merenja. To je bitno jer procenjena doza se mora uzeti sa rezervom za one mesece za koje je broj raspoloživih podataka manji od 11. Pored mesečnih doza ovde se mogu videti i ukupne doze (na osnovu procenjenih doza) za određeni interval meseci (*ukupno*). Tako da kada se izabere interval od januara do decembra određene godine u polju *ukupno* će se naći godišnja doza koja je izračunata na osnovu procenjenih mesečnih doza.

UV maksimumi, doze i ozon

Podaci za

Za dan

Za niz dana od do

Za mesec u godini

Za niz meseci od do u godini

Za godinu

Za niz godina od do

Potvrdi Ponisti Izadi

Slika 4 UV maksimumi, doze i ozon

Mesečne doze

Mesečne doze u nizu meseci od do u godini

Potvrdi Ponisti Izadi

Slika 5 Mesečne doze

Unos i izmena podataka

Podatci mogu biti uneti za dan ili za niz dana (prozor unos i izmena podataka, slika 6). Kada se ne unese ni *datum* ni *putanja* za unošenje podataka biće unošeni podatci iz C:\podaci\ i to tako što će biti traženi fajlovi sa podacima od datuma poslednjeg unešenog

podatka do dana kada se vrši unos. U slučaju da se podaci ne nalaze na ovoj lokaciji unese se putanja na kojoj se oni nalaze i oni će odatle biti uneti. Kada se unose podatci za samo jedan dan unese se datum i podatci će biti unešeni. Naravno ako se ne nalaze na C:\podaci\ potrebno je uneti i putanju. Ako se više puta izabere isti datum podatci neće biti uneti preko postojećih, tj. podatci neće biti ni uneti. Kada je potrebno da se unesu drugačije podatke od postojećih podataka za određeni dan prvo je potrebno izbrisati postojeće podatke tako što se unese *datum* za koji se brišu podatci i izabere opcija *obriši*. Posle toga na predhodno opisan način mogu se uneti podatci za taj dan. Uneti podatci se mogu pogledati na *pogledaj UV indeks* i *pogledaj sve*.

Slika 6 Unos i izmena podataka

Maksimalne mesečne i godišnje vrednosti

Da bi pogledali maksimalne vrednosti dnevnih maksimuma, doza i ozona za određeni mesec potrebno je izabrati mesec u prozoru mesečni i godišnji maksimumi i doze (slika 7). Pored maksimalnih vrednosti dobija se i datum kada je ona izmerena. Kada su potrebni podaci za mesec u određenoj godini unese se i godina. Podatke o godišnjim maksimumima dobiju se kada se unese godina u polje pored *maksimalne vrednosti za godinu*.

Mesečni i godišnji maksimumi i doze

Maksimalna vrednost za mesec u godini

Maksimalna vrednost za godinu

Potvrdi Ponisti Izadi

Slika 7 Mesečni i godišnji maksimumi i doze

Broj dana kada je maksimum bio u određenom intervalu

Često je potrebno znati broj dana kada je UV indeks bio u određenom intervalu. Da bi dobili taj broj u prozoru broj dana u određenom intervalu maksimalnih vrednosti (slika 8) zada se traženi interval i izabere mesec ili godina na koju se odnosi traženi broj dana. Pored informacije o broju dana dobija se i informacija o datumima i o vrednostima UV indeksa.

Broj dana u određenom intervalu maksimalnih vrednosti

Broj dana kada je maksimalna vrednost bila u intervalu

od do

za mesec u godini

za godinu

Potvrdi Ponisti Izadi

Slika 8 Broj dana u određenom intervalu maksimalnih vrednosti

Literatura

1. Zoran Mijatović, Liljana Čonkić, Suzana Miljković: UV zračenje, izvori, osobine, efekti i zaštita; Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2002.
2. Darko Kapor: Predavanja na predmetu Zračenje u atmosferi (IV-V semestar, grupa Fizika, meteorologija i modeliranje životne sredine)
3. Judita Mamužić: Monitoring UV zračenja u Novom Sadu, Diplomski rad, Novi Sad, 2003.
4. http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozone_overhead.html
5. Whil Hentzen: Visual FoxPro 3.0, Mikro knjiga Beograd, 1995.
6. www.astronomija.co.yu/suncsist/Sunce/ciklus.htm
7. www.astronomija.co.yu/suncsist/Sunce/sastav.htm

Biografija



Rođena sam 17.06.1981. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu "22. avgust" završila sam u Bukovcu. Gimnaziju "Isidora Sekulić", prirodno-matematički smer završila sam 2000. godine. Iste godine upisala sam PMF u Novom Sadu, smer fizika, meteorologija i modeliranje životne sredine.

U slobodno vreme bavim se izradom maketa aviona.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada: Diplomski rad

VR

Autor: Zorica Podražčanin, 412/2000

AU

Mentor: Dr Zoran Mijatović, vanredni profesor

MN

Naslov rada: Analiza parametara uticaja solarnog ultraljubičastog zračenja i formiranje baze podataka

NR

Jezik publikacije: Srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda: s/e

JI

Zemlja publikacije: Srbija i Crna Gora

ZP

Uze geografsko područje: Vojvodina

UGP

Godina: 2005

GO

Izdavač: Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: PMF, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada: (broj poglavlja/broj strana//broj tabela/broj slika/broj grafika/broj priloga): (5/57/7/18/41/1)

FO

Naučna oblast: Fizika

NO

Naučna disciplina: atmosferska fizika

ND

Ključne reči: UV zračenje, solarno zračenje, UV indeks, Monitoring

PO

UDK

Čuva se: Biblioteka instituta za fiziku, PMF, Novi Sad

ČU

Važna napomena: Nema

VN

IZ Izvod: Cilj ovog rada je da se analizira uticaj parametara solarnog UV zračenja tokom 2003. i 2004. godine i formiranje baze podataka.

Datum prihvatanja teme od strane departmana za fiziku: 07.02.2005.

DP

Datum odbrane: .03.2004.

DO

Članovi komisije:

Predsednik: Dr Darko Kapor, redovni profesor

Mentor: Dr Zoran Mijatović, vanredni profesor

Član: Dr Ljiljana Čonkić, redovni profesor

Član: Dr Dragutin Mihailović, redovni profesor

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCES
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph type

DT

Type of record: Printed text

TR

Contents Code: Final paper

CC

Author: Zorica Podražčanin, 412/2000

AU

Mentor: Dr Zoran Mijatović, associate professor

MN

Title:

TI

Language of text: Serbian

LT

Language of abstract: Serbian

LA

Country of publication: Serbia and Montenegro

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2005

PY

Publisher: Author reprint

PU

Publ.place: Faculty of Sciences

PP

Physical description: (chapters/pages/literature/tables/graphics/additional lists):
(5/57/7/18/41/1)

Scientific field: Physics

SF

Scientific discipline: Atmospheric Physics

SD

Key words: UV radiation, Solar radiation, UV index, Monitoring

UC

Holding data: Department of Physics library

HO

Note: None

Abstract: The purpose of this work was to analyse the parameters influence of solar radiation during 2003. and 2004. years and formation of data base of measured data.

Accepted by the Scientific Board on: 7.2.2005.

Defended: .3.200.

Thesis defend board:

President: Dr Darko Kapor, full professor

Mentor: Dr Zoran Mijatović, associate professor

Member: Dr Ljiljana Čonkić, full professor

Member: Dr Dragutin Mihailović, assistant professor

