



Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za Fiziku



Milica Pejak

Uticaj klimatskih promena na vrednosti bioklimatskih indeksa u Somboru i na Zlatiboru

– Master rad –

Mentor: dr Zorica Podraščanin

Novi Sad, 2017. godina

Ovaj master rad je rađen na Prirodno-matematičkom fakultetu, Departmanu za fiziku, Univerziteta u Novom Sadu.

Želim da izrazim posebnu zahvalnost mentoru rada, docentu dr Zorici Podraščanin na trudu, naporu i vremenu uloženom u naše obrazovanje.

Posebno želim da se zahvalim članovima komisije prof. dr Oliveri Klisurić i prof. dr Milici Pavkov Hrvojević na nesebičnom trudu i pomoći, kao i beskrajnom strpljenju.

Zahvaljujem se, takođe, i svojoj porodici, posebno svojim roditeljima na podršci i ukazanom poverenju.

Reči zahvale upućujem i svima onima koji su na bilo koji način pomogli izradu ovog master rada kao i ostalim profesorima sa kojima sam se susrela za vreme studiranja.

Milica

Sadržaj

1. UVOD	4
2. Model MENEX (Man - ENvironment - heat - EXchange).....	5
2.2 Bioklimatski indeksi	15
3. PODACI KORIŠĆENI U RADU	18
3.1. EBU-POM model	18
3.2. Podaci sa stanica RHMZ-a	18
4. REZULTATI.....	20
4.1. Analiza meteoroloških veličina	20
4.2. Analiza bioklimatskih indeksa.....	23
5. ZAKLJUČAK	29
6. LITERATURA	30
7. BIOGRAFIJA	32

1. UVOD

Biljni i životnjski svet, pa samim tim i čovek je od samog nastanka pod uticajem klimatskih uslova na Zemlji. Pored samih klimatski elemenata za određenu oblast značajni su i bioklimatski elementi. Kako smo poslednjih godina svedoci ubrzanih klimatskih promena poznavanje bioklimatskih elemenata u budućnosti postaje sve neophodnije. Poseban značaj bioklimatskih elemenata se ogleda pri razvoju novih i održanju postojećih turističkih centara.

U cilju procene uticaja klimatskih promena na čoveka u ovom radu su računata dva bioklimatska indeksa: indeks fiziološkog naprezanja (*PhS*) (Blazejczyk, 1994) i indeks vlažnosti (*HUMIDEX*) (Blazejczyk et al., 2012). Bioklimatski indeksi su računati za Zlatibor i Sombor. Zlatibor je izabran kao već razvijeni turistički centar, a Sombor sa svojom okolinom kao oblast sa velikim turističkim potencijalom.

Bioklimatski indeksi su računati upotrebom MENEX (Man-ENVironment-EXchange) (Blazejczyk, 1994) modela. Ovaj model se zasniva na toplotnoj razmeni energije između čoveka i njegove okoline. MENEX model kao ulazne podatke koristi fiziološke podatke o čoveku, podatke o njegovom oblačenju i meteorološke/klimatološke podatke. Kao meteorološki/klimatološki podaci korišćene se srednje dnevne temperaturi vazduha, dnevna količina padavina i srednja dnevna relativna vlažnosti vazduha za period 1971 – 2000. izmerene na mernim stanicama Sombor i Zlatibor. Za određivanje bioklimatskih indeksa u budućnosti (2071-2100) korišćene su srednje dnevne temperaturi vazduha, dnevna količine padavina i srednje dnevne relativne vlažnosti vazduha dobijene upotrebom regionalnog klimatskog modela EBU-POM (Đurđević i Rajković, 2010). U EBU-POM modelu su korišćeni klimatski scenariji A1B i A2 (Nakicenovic i Swart, 2000).

2. Model MENEX (Man - ENvironment - heat - EXchange)

MENEX (Man - ENvironment - heat - EXchange) model je klimatološko-fiziološki model zasnovan na razmeni energije između čoveka i njegove okoline (Blazejczyk, 1994). Ovaj model je razvijen od strane Blazejczyk 1994. godine. Prvobitna verzija modela je modifikovana dodavanjem dela za procenu apsorbovanog solarnog zračenja (Blazejczyk, 1998, 2005a) i računanjem srednje temperature zračenja (Blazejczyk, 2005). Razmena enegije između čoveka i okoline u ovom modelu je predstavljena preko jednačine:

$$M + Q + C + E + R_{es} + K_d = S \quad (1)$$

gde je:

M - metabolička proizvodnja energije,

Q - bilans zračenja u čoveku,

C - razmena toplote konvekcijom,

E - gubitak toplote isparavanjem,

R_{es} - gubitak toplote disanjem,

S - akumulacija toplote u telu i

K_d - razmena toplote kondukcijom.

Svi fluksevi u jednačini (1) su izraženi u $[W/m^2]$. Član koji predstavlja razmenu toplote kondukcijom je dosta manji od ostalih i zbog toga je u MENEX modelu zanemaren. Ukoliko se telo nalazi u toplotnoj ravnoteži onda je proizvodnja toplote u telu jednaka gubitku toplote, tada je akumulacija toplote u telu jednaka nuli ($S=0$). U određenim trenucima akumulacija toplote u telu (S) može da ima pozitivnu ili negativnu vrednost. Ako proizvodnja toplote u telu prevazilazi gubitak toplote iz tela, temperatura tela raste i tada se organizam nalazi u stanju pozitivnog toplotnog balansa tj. kumulacija toplote u telu će imati pozitivnu vrednost

($S > 0$). Ako je gubitak toplote iz tela veći od proizvodnje toplote u telu, temperatura opada i nastaje negativan toplotni balans, tj. akumulacija toplote u telu će imati negativnu vrednost ($S < 0$) (Blazejczyk, 2005).

MENEX model rešava jednačinu (1) u dva koraka. U prvom koraku model računa komponente ove jednačine neposredno posle kontakta čoveka sa okolinom. Nakon kontakta čoveka s okolinom aktiviraju se temperaturni receptori i dolazi do fiziološkog odgovora organizma u cilju održavanja konstantne telesne temperature. Ako su vremenski uslovi hladniji, proces adaptacije ne menja bitno temperaturu kože, tako da receptori u koži registruju stvarnu temperaturu kože. U toplijim vremenskim uslovima, usled intenzivnog isparavanja znoja, nakon 15-20 minuta počinje hlađenje kože, tako da receptori u koži registruju novu, manju temperaturu kože. U drugom koraku, model rešava jednačinu toplotne ravnoteže čoveka uzimajući u obzir temperaturu kože nastale kao posledica procesa termoregulacije. Drugim rečima, komponente jednačine toplotne ravnoteže predstavljaju nivo razmene toplote između čoveka i životne sredine nakon 15-20 minuta nakon započetog procesa adaptacije (Blazejczyk, 2005).

2.1 Određivanje komponenta jednačine toplotne ravnoteže čoveka

Računanje komponenta jednačine (1) se razlikuju u prvom i drugom koraku. Članovi M , R_{es} i deo člana Q se računaju na isti način i u prvom i u drugom koraku. Za M se uzima vrednost od $135 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ koja odgovara toploti koja se oslobodi prilikom hoda odraslog čoveka brzinom od 4 km/h (Jendritzky et al. 2002). Balans zračenja čoveka Q , zavisi od apsorbovanog sunčevog zračenja, $R [\text{Wm}^{-2}]$ i dugotalasnog zračenja čoveka, $L [\text{Wm}^{-2}]$.

$$Q = R + L \quad (2)$$

Apsorbovano sunčevo zračenje se računa kao:

$$R = \left(K_{dir} \cdot \cot \frac{h}{\pi} + 0,5 \cdot K_{dif} + 0,5 \cdot K_{ref} \right) \cdot (1 - a_c) \quad (3)$$

gde su:

K_{dir} – direktno sunčevo zračenje [Wm^{-2}],

h – visina sunca [$^\circ$],

K_{dif} – difuzno sunčevo zračenje [Wm^{-2}],

K_{ref} – reflektovano sunčevo zračenje [Wm^{-2}] i

a_c – albedo kože ($a_c = 35[\%]$ za Evropljane).

Ostali članovi jednačine (1) u prvom koraku se računaju kao što je prikazano u nastavku. Dugotalasno zračenje čoveka predstavlja balans toplotne razmene između čoveka, L_s i atmosfere, L_a kao i toplotne razmene između čoveka, L_s i zemljine površine, L_g i računa se kao:

$$L = (0,5 \cdot L_g + 0,5 \cdot L_a - L_s) \cdot I_{rc} \quad (4)$$

gde je:

I_{rc} – koeficijent smanjenja konvektivnog i radijativnog prenosa toplote za različitu vrstu odeće (bezdimezionna veličina) [-].

$$L_g = S \cdot \sigma \cdot (273 + T_g)^4 \quad (5)$$

gde su:

S – koeficijent emisivnosti ($S=0,95$ za ljudsko telo; $S=0,97$ za objekte od prirodnog materijala),

σ – Štefan – Bolcmanova konstanta ($\sigma = 5,667 \cdot 10^{-8} [\text{W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-4}]$),

T_g – temperatura zemljišta [$^\circ\text{C}$].

$$L_a = S \cdot \sigma \cdot (273 + t)^4 \cdot (0,82 - 0,25 \cdot 10^{(-0,094 \cdot e)}) \quad (6)$$

gde su:

e – napon vodene pare u vazduhu [hPa] i

t – temperatura vazduha [°C].

$$L_s = s_h \cdot \sigma \cdot (273 + T_s)^4 \quad (7)$$

gde su:

s_h – koeficijent emisivnosti za ljudsko telo ($s_h=0,95$) [-],

T_s – temperatura kože [°C].

Koeficijent smanjenja konvektivnog i radijativnog prenosa toplote za različite vrste odeće se računa kao:

$$I_{rc} = \frac{h'_c}{(h'_c + h_c + 21,55 \cdot 10^{-8} \cdot T_s^3)} \quad [-] \quad (8)$$

gde su:

h_c – koeficijent toplotnog prenosa zračenja [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$] i

h'_c – koeficijent prenosa toplote kroz odeću [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$].

Koeficijent toplotnog prenosa zračenja, h_c [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$] i koeficijent prenosa toplote kroz odeću, h'_c [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$] se računaju kao:

$$h_c = (0,013 \cdot p - 0,04 \cdot t - 0,503) \cdot (v + v')^4 \left[\frac{1}{\text{kW} \cdot \text{m}^2} \right] \quad (9)$$

gde su:

h_c – koeficijent toplotnog prenosa zračenja, [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$],

p – vazdušni pritisak [hPa],

t – temperature vazduha [$^{\circ}\text{C}$],

v – brzina vetra [m/s],

v' – srednja brzina čoveka u pokretu [m/s],

odnosno

$$h_c' = \frac{(0,013 \cdot p - 0,04 \cdot t - 0,503) \cdot 0,5^3}{Icl \cdot [1 - 0,27 \cdot (v + v')^{0,4}]} \quad (10)$$

gde su:

h_c' – koeficijent prenosa toplote kroz odeću [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^2$]

Icl – izolacija odeće [clo].

Temperatura kože se određuje na osnovu jednačine:

$$T_s = (26,4 + 0,02138 \cdot M_{rt} + 0,2095 \cdot t - 0,0185 \cdot f - 0,009 \cdot v) + 0,6 \cdot (Icl - 1) + 0,00128 \cdot M \quad (11)$$

gde su:

f – relativna vlažnost vazduha [%] i

M_{rt} – srednja temperatura zračenja [$^{\circ}\text{C}$].

Srednja temperatura zračenja se računa kao:

$$M_{rt} = [(R/Irc + L_g + L_a)/(s_h \cdot \sigma)]^{0,25} - 273 \quad (12)$$

Gubitak toplote isparavanjem se računa na osnovu jednačine:

$$E = h_e \cdot (e - e_s) \cdot w \cdot I_e - [0,42 \cdot (M - 58) - 5,04] \quad (13)$$

gde je:

e – napon vodene pare u vazduhu [hPa].

e_s – zasićeni pritisak vodene pare na temperaturi kože [hPa],

w – koeficijent vlažnosti kože [-],

I_e - koeficijent evaporacije pri smanjenju prenosa toplote zbog zračenja [-],

M - metabolička toplotna energija [Wm^{-2}].

Zasićeni pritisak vodene pare na temperaturi kože se računa kao:

$$e_s = e^{(0,058 \cdot T_s + 2,003)} \quad (14)$$

gde je:

e_s – zasićeni pritisak vodene pare na temperaturi kože [hPa].

Koeficijent evaporacije pri toplotnom transferu računa na osnovu jednačine:

$$h_e = \frac{[t \cdot (0,00006 \cdot t - 0,00002 \cdot p + 0,011) + 0,02 \cdot p - 0,773] \cdot 0,5^3}{\{I_{cl} \cdot [1 - 0,27 \cdot (v + v')^{0,4}]\}} \quad (15)$$

gde je:

h_e – koeficijent evaporacije pri toplotnom transferu [$\text{hPa} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$],

Koeficijent evaporacije pri smanjenju prenosa toplote zbog zračenja se može izračunati iz jednačine:

$$I_e = \frac{h_c'}{h_c' + h_c} \quad (16)$$

gde je:

I_e – koeficijent evaporacije pri smanjenju prenosa toplote zbog zračenja [-],

h_c – koeficijent toplotnog prenosa zračenja [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$],

h_c' – koeficijent prenosa toplote kroz odeću [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$].

Razmena toplote konvekcijom se u MENEX modelu računa na osnovu jednačine:

$$C = h_c \cdot (t - T_s) \cdot I_{rc} \quad (17)$$

gde je:

C – razmena toplote konvekcijom [Wm^{-2}],

h_c – koeficijent toplotnog prenosa zračenja [$\text{K} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$],

I_{rc} - koeficijent konvektivnog i radijativnog smanjenja prenosa toplote za različitu vrstu odeće,

Toplotni gubici nastali disanjem se računaju kao:

$$R_{es} = 0,0014 \cdot M \cdot (t - 35) + 0,0173 \cdot M \cdot (0,1 \cdot e - 5,624) \quad (18)$$

U drugom koraku se fluksevi, osim R , R_{es} i M koji se računaju isto kao i u prvom koraku, računaju kao:

$$S_R = M + Q_R + E_R + C_R + R_{es} \quad (19)$$

gde je:

M - metabolička toplotna energija [Wm^{-2}].

Q_R – rezultujuća vrednost balansa zračenja u čoveku [Wm^{-2}],

E_R – rezultujuća vrednost isparavanja [Wm^{-2}],

C_R – rezultujuća vrednost konvektivne toplotne razmene [Wm^{-2}],

R_{es} – toplotni gubici nastali disanjem,

T_{SR} – rezultujuća vrednost ukupne količine toplote [Wm^{-2}], koja je izračunata pomoću T_{SR} vrednosti:

$$T_{SR} = T_S + dT_S \quad (20)$$

T_{SR} – rezultujuća vrednost temperature kože [$^{\circ}\text{C}$],

T_S – temperature kože [$^{\circ}\text{C}$],

dT_S – diferencijal temperature kože [$^{\circ}\text{C}$],

$$dT_S = (E + 50) \cdot 0,066 \quad (21)$$

(za $E < -50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$)

ili $dT_S = 0$ (za $E \geq -50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$)

gde su:

dT_S – diferencijal temperature kože [$^{\circ}\text{C}$],

E – isparavanje [Wm^{-2}].

Ako je $T_{SR} < 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$C_R = h_c \cdot (iM_{rt} - T_{SR}) \cdot I_{rc} \quad (22)$$

gde je:

C_R – rezultujuća vrednost konvektivne toplotne razmene [Wm^{-2}],

h_c – koeficijent toplotnog prenosa zračenja [$\text{kW}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$],

T_{SR} – rezultujuća vrednost temperature kože [$^{\circ}\text{C}$],

I_{rc} – koeficijent konvektivnog i radijativnog smanjenja prenosa toplote za različitu vrstu odeće [-] i

iM_{rt} – unutrašnja srednja temperature vazduha ispod odeće [°C],

$$iM_{rt} = \left\{ \frac{R + (L_a + L_g) \cdot I_{rc} + 0,5 \cdot L_s}{S_h \cdot \sigma} \right\}^{0,25} - 273 \quad (23)$$

gde je:

R – apsorbovano sunčevo zračenje [$W \cdot m^{-2}$],

L_a – balans toplotne razmene čoveka i atmosfere [$W \cdot m^{-2}$],

L_g – balans toplotne razmene čoveka i zemljine površine [$W \cdot m^{-2}$],

I_{rc} – koeficijent konvektivnog i radijativnog smanjenja prenosa toplote za različitu vrstu odeće [-],

L_s – dugotalasno zračenje čoveka [$W \cdot m^{-2}$],

S_h – koeficijent emisivnosti za ljudsko telo ($S_h=0,95$),

σ – Štefan – Bolcmanova konstanta, $\sigma = 5,667 \cdot 10^{-8} W \cdot m^2 \cdot K^{-4}$,

$$E_R = h_e \cdot \sqrt{(v + v')} \cdot (e^* - e_{SR}) \cdot W_R \cdot I_e - [0,42 \cdot (M - 58) - 5,04] \quad (24)$$

gde su:

E_R – rezultujuća vrednost isparavanja [Wm^{-2}],

h_e – koeficijent isparavanja (evaporacije) pri transferu toplote [$hPa \cdot W^{-1} \cdot m^{-2}$],

v – brzina vetra [m/s],

v' – srednja brzina čoveka u pokretu [m/s],

e^* - napon vodene pare ispod odeće [hPa],

e_{SR} – napon zasićene vodene pare (maksimalni napon) [hPa],

W_R – koeficijent vlažnosti kože na rezultujućoj temperature kože [-],

I_e – koeficijent evaporacije pri smanjenju prenosa toplote zbog zračenja [-],

M - metabolička toplotna energija [Wm^{-2}].

$$e^* = 6,12 \cdot 10^{\left[\frac{7,5 \cdot iM_{rt}}{237,7 + iM_{rt}} \right]} \cdot 0,01 \cdot f \quad (25)$$

gde su:

e^* - napon vodene pare ispod odeće [hPa],

iM_{rt} – unutrašnja srednja temperature vazduha ispod odeće [°C],

f – relativna vlažnost vazduha [%],

$$e_{SR} = e^{(0,058 \cdot T_{SR} + 2,003)} \quad (26)$$

gde su:

e_{SR} – napon zasićene vodene pare (maksimalni napon) [hPa],

T_{SR} – rezultujuća vrednost temperature kože [°C].

$$W_R = \frac{1,031}{(37,5 - T_{SR} - 0,065)} \quad (27)$$

(za $T_{SR} > 36,5$ °C, $W_R = 1$ i za $T_{SR} < 22$ °C, $W_R = 0,001$)

gde su:

W_R – koeficijent vlažnosti kože na rezultujućoj temperature kože [-],

T_{SR} – rezultujuća vrednost temperature kože [°C].

$$Q_R = R + L_R \quad (28)$$

gde je:

Q_R – rezultujuća vrednost balansa zračenja u čoveku [$W \cdot m^{-2}$],

R – apsorbovano sunčevo zračenje [$W \cdot m^{-2}$], i

L_R – rezultujuća vrednost dugotalasnog zračenja čoveka [$W \cdot m^{-2}$].

$$L_R = (0,5 \cdot L_g + 0,5 \cdot L_a - L_s) \cdot I_{rc} \quad (29)$$

gde je:

L_R – rezultujuća vrednost dugotalasnog zračenja čoveka [$W \cdot m^{-2}$],

L_g – balans toplotne razmene čoveka i zemljine površine [$W \cdot m^{-2}$],

L_a – balans toplotne razmene čoveka i atmosfere [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$],

L_S – balans dugotalasnog zračenja čoveka [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$], i

I_{RC} – koeficijent smanjenja konvektivnog i radijativnog prenosa toplote za različitu vrstu odeće [-].

$$L_{SR} = S_h \cdot \sigma \cdot (273 + T_{SR})^4 \quad (30)$$

gde je:

L_{SR} – rezultujuća vrednost balansa toplotne razmene čoveka [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$],

S_h – koeficijent emisivnosti za ljudsko telo (0,95) [-],

σ – Štefan – Bolcmanova konstanta ($\sigma = 5,667 \cdot 10^{-8}$ [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$]), i

T_{SR} – rezultujuća vrednost temperature kože [$^{\circ}\text{C}$].

2.2 Bioklimatski indeksi

MENEX model pored računanja članova energetskog balansa čoveka i njegove okoline računa i bioklimatske indekse koji zavise od tih članova kao što je fiziološko naprezanje, PhS . Osim bioklimatskih indeksa koji zavise od članova energetskog balansa čoveka MENEX model računa i bioklimatske indekse koji ne zavise od članova energetskog balansa kao što je *HUMIDEX* (humidity index).

Fiziološko naprezanje predstavlja intenzitet procesa adaptacije u hladnom ili toplom okruženju. Zavisi od odnosa konvektivnog fluksa i fluksa isparavanja. Računa se pomoću jednačine:

$$PhS = \frac{C}{E} \quad (31)$$

gde su:

PhS – indeks fiziološkog naprezanja [-],

C – razmena toplote konvekcijom [W/m^2], i

E – razmena toplote isparavanjem [W/m^2].

Na osnovu vrednosti fiziološkog naprezanja (tabela 1) određuje se stepen udobnosti.

Tabela 1. Opseg fiziološkog naprezanja i stepen udobnosti fiziološkog naprezanje PhS (Błażejczyk, 1994)

Fiziološko naprezanje PhS		
< 0,0	ekstremno toplo naprezanje	intenzivno znojenje i dehidracija, povećanje otkucaja srca i velike promene temperature kože
0,00 – 0,24	veliko toplo naprezanje	povećanje periferne cirkulacije krvi i smanjenje krvnog pritiska
0,25 – 0,74	umereno toplo naprezanje	toplo fiziološko naprezanje koje se manifestuje kao povećanje temperature kože
0,75 – 1,50	termoneutralno naprezanje	blagi odgovor termoregulacionog sistema
1,51 – 4,00	umereno hladno naprezanje	hladno fiziološko naprezanje koje se manifestuje kao smanjenje temperature kože
4,01 – 8,00	veliko hladno naprezanje	smanjenje periferne cirkulacije krvi, povećanje krvnog pritiska
> 8,00	ekstremno hladno naprezanje	povećanje toplotne izolacije u tkivu kože i drhtavica

HUMIDEX je uveden da bi se odredio uticaj temperature i vlažnosti vazduha na subjektivan osećj toplote čoveka. Za razliku od toplotnog indeksa (eng. heat index) koji se računa na osnovu relativne vlažnosti vazduha, **HUMINDEX** se računa na osnovu tačke rose. Naravno, moguće je i izračunati tačku rose iz relativne vlažnosti vazduha i obrnuto. Ovaj

indek je prvi put upotrebljen u Kanadi 1965. godine. *HUMINDEX* se računa na osnovu jednačine (Blazejczyk et al., 2012):

$$HUMINDEX = t + 0,555 \cdot \left[6,11 \cdot e^{5417,7530 \cdot \left(\frac{1}{273,16} - \frac{1}{T_d} \right)} \right]^{-10} \quad (32)$$

gde su:

T_d – tačka rose [°C],

t – temperatura vazduha [°C].

HUMINDEX se koristi u svakodnevnim vremenskim prognozama u Kanadi i upozorenja se izdaju na osnovu izračunatih vrednosti. U tabeli 2. je prikazana podela *HUMINDEX-a* u odnosu na stepen komfora.

Tabela 2. Podela *HUMINDEX-a* u odnosu na stepen komfora (Blazejczyk et al., 2012)

<i>HUMINDEX</i> [°C] skala	
20 - 29	udobno - prijatno
30 - 39	toplo
40 - 45	vruće - izbegavati fizičku aktivnost
> 45	moгуć toplotni udar

3. PODACI KORIŠĆENI U RADU

3.1. EBU-POM model

EBU-POM model je povezan regionalni klimatski model atmosfere i okeana (Đurđević, 2002; Đurđević, 2007; Đurđević i Rajković, 2008A, 2008b, 2008c, 2010; Rajković i Đurđević, 2009). Atmosferska komponenta modela je Eta/NCEP model (Janjić, 1984, 1990, 1994, Mesinger et al., 1998) dok je okeanska komponenta POM - Princeton Ocean Model (Blumberg and Mellor, 1986; Mellor, 1986). U ovom radu su korišćeni podaci iz EBU-POM modela čiji domen obuhvata teritoriju Evrope i ima rezoluciju ~30km. Atmosferski model ima 32 vertikalna nivoa, a okeanski 21. Atmosferski i okeanski model su povezani u svakom vremenskom koraku u kome se poziva šema koja opisuje fizičke procese u atmosferskom modelu.

Srednje dnevne temperature vazduha i dnevne količine padavina izračunate modelom EBU-POM su korigovane (tzv. „bias-correction“) upotrebom „quantile mapping“ metode. Prilikom korekcije su korišćene osmotrene vrednosti ovih veličina u periodu 1961-1990. za određivanje relacija između osmotrenih i modelskih podataka. Veza između osmotrenih i modelskih podataka je zatim primenjena i na modelske podatke dobijene za period do 2100. godine koristeći klimatske scenarije A1B i A2. Ovako korigovani podaci su pogodni za upotrebu u studijama uticaja klimatskih promena na ljudske aktivnosti.

U radu je kao referentni period korišćen period 1971-2000. godine. Podaci dobijeni za period 2071-2100. godina upotrebom scenarija A1B i A2 su korišćeni kao klimatske simulacije. I za referentni period i za period klimatskih simulacija korišćene su dnevne vrednosti dobijene upotrebom EBU-POM modela.

3.2. Podaci sa stanica RHMZ-a

Dnevne vrednosti podataka izmerenih na stanicama RHMZ-a Srbije, Sombor i Zlatibor za period 1971-2000. godina su korišćene za računanje bioklimatskih indeksa. Osnovni podaci o ovim stanicama se nalaze u tabeli 3.

Tabela 3. Geografski položaj meteoroloških stanica iz RHMZ mreže stanica (www.hidmet.gov.rs)

Lokacija	Geografska dužina	Geografska širina	Nadmorska visina (m)
Sombor	19°05' E	45°47' N	88
Zlatibor	19°43' E	43°44' N	1028

4. REZULTATI

Grafički softver koji olakšava upotrebu MENEX modela, BioKlima v2.6 je korišćen za računanje bioklimatskih indeksa *PhS* i *HUMIDEX*. Uz pomoć BioKlima softvera za Sombor i Zlatibor izračunati su bioklimatski indeksi *PhS* i *HUMIDEX* za period 1971-2000. godina na osnovu izmerenih meteoroloških podataka i podataka dobijenih iz modela EBU-POM, kao i za period 2071-2100. na osnovu podataka dobijenih iz EBU-POM modela upotrebom A1B i A2 scenarija. Pri računanju bioklimatskih indeksa u sva četiri slučaja korišćene su iste vrednosti parametara vezanih za čovekovu aktivnost i odeću. Ovi parametri su prikazani u tabeli 4.

Tabela 4. Vrednosti parametara vezanih za čovekovu aktivnost i odeću

Metabolička stopa [$M = 135 \text{ Wm}^{-2}$]
Temperatura kože [$T_s = 32^\circ\text{C}$]
Albedo kože [$a_c = 35\%$]
Provodljivost odeće I_{cl} [1 clo]
Srednja brzina kretanja čoveka u pokretu ($v' = 1,1$ [m/s])

4.1. Analiza meteoroloških veličina

Pre analize bioklimatskih indeksa biće analizirane klimatske vrednosti temperature vazduha, količine padavina i vlažnosti vazduha za Sombor i Zlatibor izmerene na meteorološkim stanicama i dobije upotrebom EBU-POM modela za period 1971-2000. godina. Pored toga biće analizirane i promene ovih veličina u periodu 2071-2100. kada se koriste scenariji A1B i A2 u odnosu na vrednosti dobijene EBU-POM modelom u period 2071-2100. (Tabela 5 i 6).

Srednja temperatura vazduha u periodu 1971-2000. godina u Somboru je viša nego na Zlatiboru. Srednja količina padavina na Zlatiboru u istom period je veća nego u Somboru, dok se srednje vrednosti relativne vlažnosti vazduha na ove dve stanice ne razlikuju mnogo.

Srednje temperature vazduha dobijene iz modela u istom periodu na obe merne stanice se ne razlikuju značajnije od izmerenih vrednosti srednjih temperatura vazduha. Manje razlike postoje u minimalnim i maksimalnim temperaturama koje su izmerene i onima dobijenim upotrebom modela. Srednje vrednosti količine padavina dobijene upotrebom modela su u dobrom slaganju sa izmerenim, dok postoje razlike u slaganju maksimalnih količina padavina u referentnom periodu. Dobra slaganja između izmerenih temperatura vazduha i količine padavina dobijenih iz modela je posledica korekcije modelskih vrednosti. Relativna vlažnost vazduha u periodu 1971-2000. godina u Somboru i Zlatiboru dobijena upotrebom modela je dosta manja od izmerene vrednosti. Ova razlika se javila iz dva razloga:

- a) modelski podaci za relativnu vlažnost nisu korigovani i
- b) relativna dnevna vlažnost na meteorološkim stanicama je računata Magnusovom jednačinom koristeći srednje dnevne vrednosti temperature i napona vodene pare.

Srednje temperature vazduha dobijene upotrebom EBU-POM modela sa A1B i A2 klimatskim scenarijima za period 2071-2100. godine su za ~ 4 [°C] veće od onih dobijenih upotrebom EBU-POM modela u periodu 1971-2000. godine za Sombor i Zlatibor. Srednja količina padavina u Somboru u obe klimatske simulacije se ne menja značajnije u odnosu na referentni period, ali su očekivane maksimalne vrednosti padavina u obe klimatske simulacije dosta veće od onih u referentnom periodu. U obe klimatske simulacije srednja količina padavina na Zlatiboru je nešto manja od one u referentnom periodu, ali su očekivane maksimalne količine padavina u obe klimatske simulacije veće od onih u referentnom periodu. Očekivane srednje realativne vlažnosti vazduha na osnovu oba scenarija su nešto veća u odnosu na referentni period.

Tabela 5. Vrednosti za srednju temperaturu vazduha, količinu padavina, i relativnu vlažnost vazduha za Sombor

	Merenja 1971- 2000.	Model 1971 – 2000.	A1B 2071 – 2100.	A2 2071 – 2100.
Temperatura vazduha [°C]				
Minimalna vrednost	-19,050	-19,460	-10,730	-12,060
Maksimalna vrednost	29,600	30,340	35,620	36,790
Srednja vrednost	11,050 ± 0,082	10,903 ± 0,084	14,345 ± 0,083	14,794 ± 0,084
Količina padavina [mm]				
Minimalna vrednost	0,000	0,000	0,000	0,000
Maksimalna vrednost	83,000	68,000	74,580	127,300
Srednja vrednost	1,574 ± 0,042	1,582 ± 0,043	1,585 ± 0,048	1,549 ± 0,069
Relativna vlažnost vazduha [%]				
Minimalna vrednost	31,937	18,225	15,200	16,075
Maksimalna vrednost	100,00	96,450	97,350	96,550
Srednja vrednost	72,719 ± 0,135	58,185 ± 0,156	56,398 ± 0,164	55,401 ± 0,162

Tabela 6. Vrednosti za srednju temperaturu vazduha , količinu padavina i relativnu vlažnost vazduha za Zlatibor

	Merenja 1971- 2000	Model 1971 - 2000	A1B 2071 - 2100	A2 2071 - 2100
Temperatura vazduha [°C]				
Minimalna vrednost	-15,750	-22,790	-16,180	-14,820
Maksimalna vrednost	28,350	26,900	32,660	34,250
Srednja vrednost	7,725 ± 0,078	7,496 ± 0,080	11,377 ± 0,081	11,884 ± 0,081

Količina padavina [mm]				
Minimalna vrednost	0,000	0,000	0,000	0,000
Maksimalna vrednost	116,000	66,00	113,00	117,00
Srednja vrednost	2,707 ± 0,60	2,676 ± 0,50	2,473 ± 0,063	2,302 ± 0,063
Relativna vlažnost vazduha [%]				
Minimalna vrednost	21,433	15,325	10,850	11,100
Maksimalna vrednost	100	95,900	98,575	96,975
Srednja vrednost	75,087 ± 0,141	58,635 ± 0,158	56,604 ± 0,158	55,470 ± 0,155

4.2. Analiza bioklimatskih indeksa

Bioklimatski indeksi fiziološkog naprežanja (*PhS*) i *HUMIDEX* su izračunati sa BioKlima modelom:

- 1) upotrebom izmerenih meteoroloških veličina za period 1971-2000. godina (MS),
- 2) upotrebom meteoroloških veličina dobijenih iz EBU-POM modela za period 1971-2000. godina (EPS),
- 3) upotrebom meteoroloških veličina dobijenih iz EBU-POM modela sa A1B scenariom za period 2071-2100. godina (EPA1B) i
- 4) upotrebom meteoroloških veličina dobijenih iz EBU-POM modela sa A2 scenariom za period 2071-2100. godina (EPA2).

Prilikom računanja indeksa fiziološkog naprežanja korišćeni su parametri vezani za čovekovu aktivnost i odeću prikazani u tabeli 4. Analizirane su srednje, minimalne i maksimalne vrednosti bioklimatoloških indeksa, kao i broj dana kada su posmatrani indeksi u određenom opsegu vrednosti. Prvo će biti upoređeni rezultati simulacija MS i EPS sa ciljem da se proceni mogućnost upotrebe BioKlima modela za meteorološkim veličinama dobijenim iz EBU-POM modela. Ovo je neophodno proveriti pre analize rezultata dobijenih na osnovu klimatskih simulacija za budućnost. Nakon toga će bioklimatski indeksi dobijeni u

simulacijama EPS i EPA1B, kao i EPS i EPA2 biti međusobno upoređeni radi procene očekivanih bioklimatskih indeksa u budućnosti.

Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti fiziološkog naprežanja za Sombor su prikazane u tabeli 7, dok je opseg naprežanja prikazan u tabeli 8. Nema većih odstupanja u minimalnim, maksimalnim i srednjim vrednostima fiziološkog naprežanja za Sombor dobijenih u simulacijama MS i EPS. Prilikom MS i EPS simulacije nema dana sa ekstremno toplim naprežanjem. Broj dana kada je indeks fizičkog naprežanja bio u određenom opsegu je veći za veliko toplo naprežanje, umereno toplo naprežanje, termoneutralno naprežanje i ekstremno hladno naprežanje za 12, 69, 65 i 5 dana, redom kod EPS simulacije nego u MS simulaciji. Broj dana kada ja indeks fizičkog naprežanja bio termoneutralan je za 138 dana manji u EPS nego u MS simulaciji.

Vrednosti fiziološkog naprežanja za Zlatibor su prikazane u tabeli 9, dok je opseg naprežanja prikazan u tabeli 10. Nema značajne razlike u srednjim vrednostima fiziološkog naprežanja u EPS simulaciji u odnosu na MS simulaciju. Kao što je to uočeno u Somboru, tako i na Zlatiboru prilikom MS i EPS simulacije nema dana sa ekstremno toplim naprežanjem. Minimalna i maksimalna vrednost fiziološkog naprežanja u EPS simulaciji su veće nego u MS simulaciji. U MS simulaciji ima dva dana sa velikim toplim naprežanjem, dok ih u MS simulaciji nema. Broj dana kada je fiziološko naprežanje bilo umereno toplo, termoneutralno, umereno hladno i ekstremno hladno naprežanje je za 31, 77, 8, 11, 56 dana veći u EPS nego u MS simulaciji.

Razlike koje su uočene u vrednostima fiziološkog naprežanja pri u EPS i MS simulaciji za Zlatibor i Sombor su male. Možemo zaključiti da BioKlima model možemo koristiti za računanje indeksa fiziološkog naprežanja na osnovu budućih simulacija klime.

Srednje vrednosti fiziološkog naprežanja za Sombor na osnovu simulacija EPA1B i EPA2 su niže nego u EPS simulaciji. Broj dana kada je fiziološko naprežanje veliko i umereno se povećao za 492 i 1042 dana, redom u EPA1B simulaciji, odnosno za 584 i 1145 dana, redom u EPA2 simulaciji u odnosu na EPS simulaciju. Broj dana kada je fiziološko naprežanje termoneutralno, umereno hladno i ekstremno hladno se smajii za 425, 1147 i 26 dana, redom u EPA1B simulaciji, odnosno za 571, 1177 i 26 dana, redom u EPA2 simulaciji u odnosu na EPS simulaciju.

Srednje vrednosti fiziološkog naprežanja za Zlatibor na osnovu simulacija EPA1B i EPA2 su niže nego u EPS simulaciji. Broj dana kada je fiziološko naprežanje veliko, umereno i termoneutralno se povećao za 100, 1038 i 638 dana, redom u EPA1B simulaciji, odnosno za 130, 1177 i 646 dana, redom u EPA2 simulaciji u odnosu na EPS simulaciju. Broj dana kada je fiziološko naprežanje umereno hladno, veliko hladno i ekstremno hladno se smanji za 392, 1292 i 91 dana, redom u EPA1B simulaciji, odnosno za 401, 1512 i 25 dana, redom u EPA2 simulaciji u odnosu na EPS simulaciju.

Tabela 7. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti fiziološkog naprežanja PhS za Sombor

	MS	EP	EPA1B	EPA2
Minimalna vrednost	0,166	0,133	0,003	0,000
Maksimalna vrednost	10,435	10,590	7,550	7,980
Srednja vrednost	2,448 ± 0,015	2,486 ± 0,015	1,928 ± 0,013	1,862 ± 0,013

Tabela 8. Opseg fiziološkog naprežanja PhS za Sombor

	Broj dana			
	MS	EP	EPA1B	EPA2
Ekstremno toplo naprežanje	0	0	0	0
Veliko toplo naprežanje	8	20	512	604
Umereno toplo naprežanje	1089	1158	2200	2303
Termoneutralno	2961	2823	2398	2352
Umereno hladno naprežanje	4952	4940	5003	4884
Veliko hladno naprežanje	1926	1991	844	814

Ekstremno hladno naprezanje	21	26	0	0
-----------------------------	----	----	---	---

Tabela 9. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti fiziološkog naprezanja PhS za Zlatibora

	MS	EP	EPA1B	EPA2
Minimalna vrednost	0,231	0,319	0,053	0,019
Maksimalna vrednost	9,235	11,884	9,387	8,910
Srednja vrednost	3,038 ± 0,016	3,092 ± 0,017	2,390 ± 0,014	2,305 ± 0,014

Tabela 10. Opseg fiziološkog naprezanja PhS za Zlatibor

	Broj dana			
	MS	EP	EPA1B	EPA2
Ekstremno toplo naprezanje	0	0	0	0
Veliko toplo naprezanje	2	0	100	130
Umereno toplo naprezanje	192	223	1261	1400
Termoneutralno	1794	1871	2509	2517
Umereno hladno naprezanje	5802	5810	5418	5409
Veliko hladno naprezanje	2936	2947	1653	1435
Ekstremno hladno naprezanje	51	107	16	12

Kao i prilikom analize fiziološkog naprezanja, i prilikom analize *HUMIDEX*-a, ćemo prvo uporediti vrednosti *HUMIDEX*-a dobijenih u simulacijama MS i EBS. Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti *HUMIDEX*-a kao i njegova podela na osnovu stepena konfora

su prikazane u tabelama 12 i 13 za Sombor, odnosno u tabelama 14 i 15 za Zlatibor. Postoje manje razlike u vrednostima *HUMIDEX*-a dobijenih u MS i EPM simulacijama i treba ih uzeti u razmatranje prilikom analiza ovog indeksa u EPA1B i EPA2 simulacijama. Predpostavljamo da je do ovih razlika došlo usled razlika u umerenoj relativnoj vlažnosti vazduha i relativnoj vlažnosti dobijenom na osnovu EBU-POM modela za period 1971-2000 godina.

Srednje vrednosti *HUMIDEX*-a dobijene u simulacijama EPA1B i EPA2 su veće od onih dobijenih u simulaciji EPM i za Sombor i za Zlatibor. Srednja vrednost *HUMIDEX*-a za Zlatibor na osnovu simulacija EPA1B i EPA2 je skoro dva puta veće od srednje vrednosti dobijene u EPM simulaciji. Broj dana na osnovu EPA1B i EPA2 simulacija kada čovek oseća blagu nelagodnost u oba grada je veći nego u simulaciji EPM.

Tabela 11. Vrednosti HUMIDEX-a za Sombora

	MS	EP	EPA1B	EPA2
Minimalna vrednost	-23,828	-24,640	-15,381	-16,690
Maksimalna vrednost	74,694	32,242	39,258	39,611
Srednja vrednost	11,373 ± 0,109	9,671 ± 0,098	13,922 ± 0,098	14,417 ± 0,098

Tabela 12. Podela HUMIDEX-a na osnovu stepena konfora za Sombora

	Broj dana			
	MS	EP	EPA1B	EPA2
udobno, prijatno	10703	10947	10460	10405
toplo, blaga nelagodnost	224	11	497	552
vruće, izbegavati fizičku aktivnost	0	0	0	0
moguć toplotni udar	30	0	0	0

Tabela 13. Vrednosti HUMIDEX-a za Zlatibor

	MS	EP	EPA1B	EPA2
Minimalna vrednost	-20,417	-27,913	-20,928	-19,491
Maksimalna vrednost	31,739	25,220	32,186	34,231
Srednja vrednost	6,876 ± 0,097	5,426 ± 0,091	10,150 ± 0,095	10,698 ± 0,095

Tabela 14. Podela HUMIDEX-a na osnovu stepena konfora za Zlatibor

	Broj dana			
	MS	EP	EPA1B	EPA2
udobno, prijatno	10992	10958	10920	10891
toplo, blaga nelagodnost	5	0	37	66
vruće, izbegavati fizičku aktivnost	0	0	0	0
moguć toplotni udar	0	0	0	0

5. ZAKLJUČAK

U cilju procene uticaja klimatskih promena na vrednosti bioklimatskih indeksa u Somboru i na Zlatiboru računati su fiziološko naprezanje i *HUMINDEX*. Ovi indeksi su računati upotrebom MENEX modela. Prvo je ispitana mogućnost ovog modela da koristi meteorološke veličine dobijene upotrebom EBU-POM modela poređenjem vrednosti bioklimatskih indeksa izračunatih upotrebom meteoroloških veličina iz EBU-POM (EPS) modela i meteorološkim veličinama merenim na stanicama Sombor i Zlatibor u periodu 1971-2000. godina (referentni period). Nakon što je utvrđeno da MENEX model može da koristi podatke dobijene EBU-POM modelom analizirane su vrednosti bioklimatskih indeksa dobijenih upotrebom podataka iz EBU-POM modela prilikom klimatskih simulacija sa A1B (EPA1B) i A2 (EPA2) scenarijem.

Srednje vrednosti fiziološkog naprezanja za Sombor i Zlatibor na osnovu simulacija EPA1B i EPA2 su niže nego u referentnoj simulaciji. U Somboru se broj dana kada je fiziološko naprezanje veliko i umereno povećao u EPA1B i EPA2 u odnosu na EPS simulaciju, dok se broj dana kada je fiziološko naprezanje termoneutralno, umereno hladno i ekstremno hladno smanjio u EPA1B i EPA2 u odnosu na EPS. Na Zlatiboru se broj dana kada je fiziološko naprezanje veliko, umereno i termoneutralno povećao u EPA1B i EPA2 simulaciji u odnosu na EPS simulaciju, dok se broj dana kada je fiziološko naprezanje umereno hladno, veliko hladno i ekstremno hladno se u EPA1B i EPA2 simulaciji u odnosu na EPS simulaciju.

Srednje vrednosti *HUMINDEX*-a dobijene u simulacijama EPA1B i EPA2 su veće od onih dobijenih u simulaciji EPM i za Sombor i za Zlatibor. Srednja vrednost *HUMINDEX*-a za Zlatibor na osnovu simulacija EPA1B i EPA2 je skoro dva puta veće od srednje vrednosti dobijene u EPM simulaciji. Broj dana na osnovu EPA1B i EPA2 simulacija kada čovek oseća blagu nelagodnost u oba grada je veći nego u simulaciji EPM.

6. LITERATURA

1. Blazejczyk, K. (1994), New climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor (MENEX) and its applications in bioclimatological studies in different scales, *Zeszyty IgiPZ PAN*, Nr., **28**, 27-58.
2. Blazejczyk, K. (2005), The Man-ENVironment heat EXchange model (MENEX_2005), *Zeszyty IgiPZ PAN* 2005, Nr., **72**, 1-30.
3. Blazejczyk, K. (2005a), Bioklima software MENEX, website: https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGiK/opracowania/indywidualne/blazejczyk/MENEX_2005.pdf [10. januar 2012.]
4. Blażejczyk, K. (2008), Bioclimatic principles of health tourism, *TIES Conference Reports*, R 01-2009, **20**, pp. 28-43
5. Blażejczyk, K.(2005a), New Indices to Assess Thermal Risk Outdoors, in: Holmér,I., Kuklane, K. and Gao, Ch. (eds.), *Environmental Ergonomics XI*, Proceedings of the 11th International Conference, 22-26 May, 2005 Ystad, Sweden: 222-225.
6. Blażejczyk, K.(2008), Bioclimatic principles of health tourism, *TIES Conference Reports*, R-01-2009, **20**, 28-43.
7. Blazejczyk, K., Epstein, Y., Jendritzky, G., Staiger, H., Tinz, B. (2012), Comparison of UTCI to selected thermal indices. *International Journal of Biometeorology*, **56(3)**, 515-535
8. Blumberg and Mellar, (1986), *Applications in Coastal Modeling* - Page 356 - Google Books Result, <https://books.google.rs/books?isbn=0080870872> [10. oktobar 2017.]
9. Djurdjevic V. and Rajkovic, B. (2008), Verification of a coupled atmosphere-ocean model using satellite observations over the Adriatic Sea, *Annales Geophysicae*, **26(7)**: 1935-1954.
10. Djurdjevic, V. and Rajkovic, B. (2010), *Development of the EBU-POM coupled regional climate model and results from climate change experiments*, In: *Advances in Environmental Modeling and Measurements*, Editors: T. D. Mihajlovic and Lalic B., Nova Publishers.
11. Đurđević, V. (2010), *Simulacija klime i klimatskih promena u jugoistočnoj Evropi korišćenjem regionalnog klimatskog modela*, (doktorska disertacija), Fizički Fakultet, Institut za meteorologiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd

12. Janjić, Z. (1994), The Step-Mountain Eta Coordinate Model: Further Developments of the Convection, website:
http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/phys_refs/PBL/MYJ.pdf [10. oktobar 2017.]
13. Jendritzky, G. et al. (2002) Thermal Comfort and Microclimates in Open Spaces, website: http://web.ornl.gov/sci/buildings/conf-archive/2010%20B11%20papers/79_Latini.pdf [18. septembar 2017.]
14. Mellor, M. (1983). Mechanical Behavior of Sea Ice. U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover USA, **115**. The Geophysics of Sea Ice pp 165-281.
15. Nakicenovic, N., and R. Swart (eds.) (2000). Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
16. Nikolić, J. (2017). Geografski položaj meteoroloških stanica iz RHMZ mreže stanica, Republički hidrometeorološki zavod, Beograd [datum pristupa: 27. oktobar 2017.], dostupno na: www.hidmet.gov.rs

7. BIOGRAFIJA



Milica Pejak rođena je 26.11.1980. godine u Bačkoj Palanci. Završila osnovnu školu „Braće Novakov“ u Silbašu sa odličnim uspehom. 1995. godine upisuje Srednju Hemijsko-Tehnološku školu “Đorđe Zličić” u Novom Sadu i završava sa odličnim uspehom. Po uspešnom završetku srednje škole, upisuje Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu (Departman za fiziku, smer: Fizika, meteorologija i modeliranje životne sredine).

Master studije upisuje 2015. godine, takođe na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu (Departman za fiziku, smer: Fizika, modul: meteorologija).

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJA**

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: *Monografska dokumentacija*

TD

Tip zapisa: *Tekstualni štampani materijal*

TZ

Vrsta rada: *master rad*

VR

Autor: *Milica Pejak*

AU

Mentor: *dr Zorica Podraščanin*

MN

Naslov rada: *Uticaj klimatskih promena na vrednosti bioklimatskih indeksa u Somboru i na Zlatiboru*

NR

Jezik publikacije: *Srpski (latinica)*

JP

Jezik izvoda: *Srpski (latinica)*

JI

Zemlja publikovanja: *R. Srbija*

ZP

Uže geografsko područje: *AP Vojvodina*

UGP

Godina: *2017.*

GO

Izdavač: *Autorski reprint*

IZ

Mesto i adresa: *Departman za fiziku, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3*

MA

Fizički opis rada: (7/36/21/14/-)
(broj poglavlja/strana/lit.citata/tabela/slika)

FO

Naučna oblast: *Fizika*

NO

Naučna disciplina: *Meteorologija*

ND

Predmetna odrednica/Ključne reči: *Klimatske promene, regionalni klimatski model, MENEX, bioklimatski indeksi*

UDK

Čuva se: *Biblioteka Departmana za fiziku, PMF Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3*

ČU

Važna napomena: -

VN

Izvod: *U radu su uz pomoć MENEX modela, koji se bazira na toplotnoj razmeni između čoveka i okoline, izračunati bioklimatski indeksi za Sombor i Zlatibor na osnovu klimatskog scenarija A1B i A2 za period 2071-2100. godine. Izračunato je fiziološko naprezanje i HUMINDEX bioklimatski indeksi. Analizom rezultata smo zaključili da će doći do smanjenja fiziološkog naprezanja i povećanja HUMINDEX-a u Somboru i na Zlatiboru ako se ostvare scenariji A1B i A2.*

Datum prihvatanja teme od strane NN veća: *2017.*

DP

Datum odbrane: *2017.*

DO

Članovi komisije:

(Naučni stepen/ime/prezime/zvanje/fakultet)

Predsednik: *prof. dr Milica Pavkov Hrvojević, redovni profesor PMF-a u Novom Sadu*

Član: *docent dr Zorica Podračanin, docent PMF-a u Novom Sadu, mentor*

Član: *prof. dr Olivera Klisurić, profesor PMF-a u Novom Sadu*

KO

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE
KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: *Monograf type*

DT

Type of record: *Printed text*

TR

Contents code: *MSc thesis*

CC

Author: *Milica Pejak*

AU

Mentor: *dr Zorica Podraščanin*

MN

Title: *The effect of climate change on the value of bioclimatic indexes in Sombor and Zlatibor*

TI

Language of text: *Serbian (Latin alphabet)*

LT

Language of abstract: *Serbian (Latin alphabet)*

LA

Country of publication: *Serbia*

CP

Locality of publication: *AP Vojvodina*

LP

Publication year: *2017.*

PY

Publisher: *Author's reprint*

PU

Publ. place: *Department of physics, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 3*

PP

Physical description: *(7/36/21/14/-)*

(chapters/pages/literature/tables/pictures)

PD

Scientific field: *Physics*

SF

Scientific discipline: *Meteorology*

SD

Subject/Key words: *Climate change, regional climate model, MENEX, bioclimatic indices*

UC

Holding data: *Department of Physics (library), Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3*

HD

Note: -

NT

Abstract: *In this paper, with the help of MENEX model, based on heat exchange between man and environment, the bioclimatic indices for Sombor and Zlatibor are calculated based on the climate scenarios A1B and A2 for the period 2071-2100. years. Physiological strain and HUMINDEX bioclimatic indexes were calculated. By analyzing the results we concluded that there will be a decrease in physiological strain and increase of HUMINDEX in Sombor and Zlatibor if the A1B and A2 scenarios are achieved.*

AB

Accepted by the Scientific Board on: *2017.*

ASB

Defended: *2017.*

DE

Thesis defend board:

President: *PhD Milica Pavkov Hrvojević, Full Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad*

Member: *PhD Zorica Podrašćanin, Faculty of Sciences, Novi Sad, mentor*

Member: *PhD Olivera Klisurić, Full Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad*

DB