

Vjerojatnost pojave i trajanja različitog toplinskog osjeta u Zagrebu tokom 1981.

Probability of Occurrence and Duration of Various Thermal Sensations in Zagreb during 1981.

JADRANKA NOVAKOVIĆ

Republički hidrometeorološki zavod SRH, Zagreb

Sažetak: U radu su analizirane čestine i duljine kontinuiranog trajanja perioda pojedinih osjeta ugodnosti po godišnjim dobima tokom 1981. godine, određenih prema slijedećim biometeorološkim indeksima: indeksu ohlađivanja, entalpiji zraka, omjeru entalpije i indeksa ohlađivanja i ekvivalentnoj temperaturi. Oni su dobiveni iz podataka dviju meteoroloških stanica s područja Zagreba.

Ključne riječi: Zagreb, Biometeorološki indeksi, Vjerojatnost, Trajanje topl. osjeta.

Abstract: The frequencies and spans of continuous duration of periods with various sensation is analysed on the basis of a few biometeorological indices (cooling power, air enthalpy, air enthalpy and cooling power ratio and equivalent temperature) over four seasons in 1981. These indices are calculated for two meteorological stations in Zagreb.

Key words: Zagreb, Biometeorological indices, Probability, Duration of thermal sensation.

1. UVOD

U prethodna dva članka prikazane su prosječne bioklimatske prilike na području Zagreba, a također i ekstremne prilike (izuzetno toplo ili hladno i sl.), koje znatnije odstupaju od tog prosjeka.

Ovim radom željelo se pokazati na primjeru jedne godine koja je vjerojatnost za pojavu određenih bioklimatskih osjeta u pojedinim sezonama i koliko oni traju. Naime, trajanje je bitno i kod ugodnih, a naročito kod neugodnih osjeta (npr. sparno, letalno toplo...), koji su to neugodniji, odnosno predstavljaju to veće opterećenje za ljudski organizam, što dulje traju.

Za procjenu osjeta ugodnosti korišteni su slijedeći bioklimatski indeksi: indeks ohlađivanja H , entalpija i , njihov omjer i/H i ekvivalentna temperatura T_{eq} .

Budući da niti jedan od ovih indeksa nije općenito prihvaćen u svijetu, već se vrlo često koriste i indeks ohlađivanja i entalpija, a za procjenu

sparine ekvivalentna temperatura, željelo se ispitati koji je od tih indeksa najpogodniji za procjenu osjeta ugodnosti konkretno na području Zagreba.

Indeks ohlađivanja ima nedostatak da ne uvažava utjecaj vlažnosti zraka na naš osjet ugodnosti, pa stvarni osjet može ovisno o količini vlage u zraku i znatnije odstupati od osjeta dobivenog po toj klasifikaciji, koja je prikazana u radu ZANINOVIĆ (1983).

Nedostatak entalpije za ocjenu osjeta ugodnosti je neuvažavanje strujanja zraka, koje može u znatnoj mjeri modificirati naš osjet kombiniranog djelovanja topline i vlage zraka. Na bazi entalpije Brazol je dao vrlo detaljnu klasifikaciju osjeta ugodnosti, koja je prikazana u radu ZANINOVIĆ (1983).

Budući da se u toj klasifikaciji pojedini susjedni osjeti bitno ne razlikuju, a da bi se izbjegla isprekidanost u trajanju, izvršena je grupacija tih osjeta, pa je dobivena skraćena klasifikacija (Tabela 1).

Tabela 1. Skraćena Brazolova skala osjeta prema entalpiji i

Tab. 1 Shortened Brazol's sensation scale based on air enthalpy

Osjet ugodnosti	Entalp., kcal kg ⁻¹	(J/kg) 10 ³
HLADNO	<2.5	<10.5
SVJEŽE	2.5—7.5	10.6—31.4
UGODNO	7.5—11	31.4—46.1
TOPLO	11—19	46.1—79.5
SPARNO	19—31	79.5—129.8
LETALNO TOPLO	>31	>129.8

Za procjenu sparine korištena je ekvivalentna temperatura i to i prema strožem i prema blažem kriteriju. Stroži kriterij, po kome se osjet sparine javlja već kod $T_{eq} > 49^{\circ}\text{C}$, a koji se primjenjuje u SR Njemačkoj za klasifikaciju lječilišta, korišten je budući da se na području Remetinca planira graditi nova bolnica.

Kombinacijom entalpije i indeksa ohlađivanja dobivena je detaljna klasifikacija osjeta ugodnosti koja uključuje istovremeni utjecaj ukupnog sadržaja topline u zraku, vlage i strujanja na osjet (PLEŠKO, 1979).

Kombinirana bioklimatska klasifikacija prikazana je u članku PLEŠKO (1983), no budući da i u toj klasifikaciji postoje srodni susjedni osjeti, koji se međusobno malo razlikuju, radi izbjegavanja isprekidanosti u trajanju, ponovno je izvršena grupacija takvih osjeta, te je dobivena skraćena kombinirana bioklimatska klasifikacija, koja je prikazana tabelom 2.

Tabela 2. Skraćena kombinirana bioklimatska klasifikacija

Tab. 2 Shortened combined bioclimate classification

Osjet ugodnosti	(i/H) ₁	(i/H) ₂
IZVANREDNO HLADNO	<0.05	<5
HLADNO	0.05—0.1	5—10
SVJEŽE	0.2—0.3	20—30
UGODNO	0.4—0.8	40—80
TOPLO	0.9—1.5	90—150
NEUGODNO TOPLO	1.6—2.0	160—200
SPARNO	2.1—3.1	210—310
LETALNO TOPLO	>3.1	>310

Za procjenu osjeta ugodnosti na temelju navedenih bioklimatskih indeksa korišteni su podaci Meteorološko-aerološkog opservatorija u Maksimiru i meteorološke stanice u Remetincu, s ciljem da se utvrdi da li se i koliko predviđena lokacija nove bolnice u Remetincu razlikuje od perifernog područja (Maksimir) na drugoj strani grada. Također se htjelo utvrditi koliko je s bioklimatskog stanovišta područje Remetinca pogodno za izgradnju bolnice.

2. PODACI I METODE RADA

Biometeorološki indeksi računati su iz podataka o temperaturi i vlazi zraka te brzini vjetra za svaki sinoptički termin, odnosno svaka tri sata (01, 04, 07...22h) tokom 1981. godine.

Na temelju tih veličina određene su duljine kontinuiranog trajanja pojedinih osjeta ugodnosti prema određenom biometeorološkom indeksu. Budući da su ti indeksi računati za svaki treći sat, a ne svaki sat, određeno je najkraće i najdulje moguće trajanje pojedinog osjeta ugodnosti. Na primjer, ako je samo u jednom terminu motrenja bilo sparno, tada je moguće trajanje tog osjeta ugodnosti od 1 do 5 sati, za dva termina motrenja moguće trajanje je od 4 do 8 sati itd.

Razdiobe čestina (u %) pojedinih duljina trajanja perioda određenih osjeta ugodnosti prikazane su tabelarno po sezona.

Napominjemo da zbog povremenih prekida registracija anemografa na met. stanici u Remetincu nedostaje na obje stanice 7.4% podataka, budući da su, zbog međusobne usporedivosti bioklimatskih indeksa za područje Remetinca i za područje Maksimira, termini u kojima anemograf u Remetincu nije radio, eliminirani i za Maksimir.

3. KOMPARACIJA 1981. S DESETOGODIŠNJIM RAZDOBLJEM

Da bismo ocijenili da li i u kom smislu promatrana godina odstupa od prosjeka, pa zbog toga i zaključci o trajanju perioda određenih osjeta ugodnosti, uspoređivani su godišnji hodovi temperature zraka, relativne vlage i srednjih satnih brzina vjetra u klimatološkim terminima (07, 14, 21) s prosječnim godišnjim hodovima tih elemenata za prethodno desetogodišnje razdoblje (1971—80).

Što se temperaturnog režima tiče, promatrana godina u svom većem dijelu nije znatnije odstupala od desetogodišnjeg razdoblja, osim što je siječanj bio za 2—3°C hladniji, a maksimumi temperature u 1. dekadi lipnja i naročito u 1. dekadi kolovoza su bili izrazitiji, odnosno 2—3°C viši nego u prethodnom desetogodišnjem razdoblju.

Što se tiče vjetrovitosti, u zimskim mjesecima su srednje satne brzine vjetra bile za oko 1 m/sek veće nego u razdoblju 1971—80, naročito u prosincu i to u jutarnjim satima. Za razliku od navedenog desetogodišnjeg razdoblja, u kom su najveće srednje satne brzine vjetra zabilježene u drugoj dekadi travnja, u 1981. zabilježene su maksimalne vrijednosti u 2. dekadi ožujka. Prema tome, i u promatranoj godini i u ranijem desetogodišnjem razdoblju upravo je proljeće bilo najvjetrovitije. Napominjemo da u oba perioda nisu srednje satne brzine vjetra prelazile vrijednost od 3.5 m/sek.

Kolebanja relativne vlage zraka nešto su veća (naročito u 14 sati) nego u prosječnom desetogodišnjem hodu.

Budući su za desetogodišnje razdoblje osjeti ugodnosti računati iz dekadskih srednjaka temperature, vlage i brzine strujanja, to će za 1981. klasifikacije imati širi raspon osjeta, jer ekstremne situacije dolaze više do izražaja nego u prosjeku.

Biometeorološki indeksi određeni iz stvarnih mjerenja imaju znatnu prednost prema indeksima koji se računaju iz srednjih meteoroloških podataka, upravo zato što prikazuju realno, a ne neko fiktivno, ublaženo stanje.

4. BOKLIMATSKE OCJENE PO SEZONAMA

4.1. Proljeće 1981.

a) Tabelom 3a prikazane su čestine (u %) pojedinih duljina trajanja osjeta ugodnosti prema indeksu ohlađivanja za proljeće 1981.

Na obje lokacije prevladavale su (u oko 40% slučajeva) vremenske prilike, koje određuju osjet »poštedno« do »blago podražajno«. Pritom su periodi »blago podražajnog« na obje stanice trajali najčešće 1—5 sati, dok su u Remetincu periodi »poštednog« trajali najčešće 4—8 sati neprekidno. Najdulje kontinuirano trajanje imao je osjet »poštedno« — preko dva dana iako se s tako dugim trajanjem nije javio često (0,5% slučajeva). Također su dugo trajali periodi »blago podražajnog« i to naročito u Remetincu (40—44 sata). Periodi ekstremnih osjeta bili su rijetki i kraće su trajali (do jednog dana).

b) Prema entalpiji (tabela 3b) najčešći (u preko 40% slučajeva) su bili periodi »ugodnog«, dok su također vrlo česti (preko 30% slučajeva) periodi »svježeg« imali najdulje kontinuirano trajanje (preko tri dana). Periodi »hladnog« bili su vrlo rijetki, naročito na području Remetinca (1,6% slučajeva), što je svakako i posljedica nevažavanja strujanja zraka. Naime, prema indeksu ohlađivanja je učestalost hladnih perioda (točnije »jako podražajnog« i »prehladnog«) veća.

c) Kombinirana bioklimatska klasifikacija (tabela 3.c) ima najdetaljniju skalu, s najviše stupnjeva osjeta ugodnosti, a osim toga uvažava i temperaturu zraka, i vlažnost i strujanje.

Tabela 3. Čestine (%) trajanja osjeta ugodnosti prema:

- a) indeksu ohlađivanja
- b) entalpiji zraka
- c) kombiniranoj bioklimatskoj klasifikaciji

Tab. 3 Frequencies (%) of duration of comfort sensation based on:

- a) cooling power
- b) air enthalpy
- c) combined bioclimate classification spring 1981.

a)

REMETINEC

PROLJEĆE 1981.

Trajanje (sati) OSJET	PROLJEĆE 1981.														Σ		
	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	31—35	34—38	37—41	40—44		46—50	52—56
Prehladno																	0.5
Jako podraž.	3.1	2.2	1.4	0.5	0.5												7.7
Blago podraž.	18.1	5.8	6.3	2.7	2.3	1.4	0.9	0.5	0.5	1.8	1.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	38.5
Poštedno	10.8	12.2	4.1	3.1	2.3	2.7	1.8										43.2
Pretoplo	5.4	1.8	1.4	0.5	0.5												10.1
Σ	37.4	22.0	13.7	6.8	5.6	4.6	2.7	1.4	0.5	1.8	1.4	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati)	1-5	4-8	7-11	10-14	13-17	16-20	19-23	22-26	25-29	28-32	31-35	34-38	37-41	40-44	43-47	Σ
OSJET																
Prehladno	1.0		0.5		0.5	0.5										1.5
Jako podraž.	2.4	0.5	1.5	0.5	0.5											5.8
Blago podraž.	15.4	9.7	6.8	2.9	1.0	1.0	0.5	0.5		0.5						39.2
Posjedno	11.1	8.2	7.7	3.9	5.3		2.4	0.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0			45.6
Pretoplo	6.3	0.5			1.0											7.8
Σ	36.2	18.9	16.5	7.3	8.7	1.5	2.9	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	100.0

b) REMETINEC

Trajanje (sati)	1-5	4-8	7-11	10-14	13-17	16-20	19-23	22-26	25-29	31-35	34-38	49-53	52-56	73-77	76-80	Σ
OSJET																
Letalno toplo																
Sparno																
Toplo	3.8	5.3	3.8	4.3	0.5	1.6	0.5									19.8
Ugodno	15.5	12.3	6.4	7.0	2.1	1.1	0.5	0.5	1.1							46.5
Svježe	4.4	1.6	4.4	8.0	5.9	4.8			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			32.1
Hladno	1.1		0.5													1.6
Σ	24.8	19.2	15.1	19.3	8.5	7.5	1.0	0.5	1.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati)	1-5	4-8	7-11	10-14	13-17	16-20	19-23	22-26	31-35	34-38	40-44	43-47	49-53	52-56	73-77	76-80	Σ
OSJET																	
Letalno toplo																	
Sparno																	
Toplo	3.8	5.4	2.7	4.9	1.1	0.5											18.4
Ugodno	16.9	8.7	9.2	5.4	1.6	0.5	0.5	1.6									44.9
Svježe	7.1	2.3	2.7	9.3	3.2	4.3			0.5	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	34.0
Hladno	1.1	0.5	1.1														2.7
Σ	28.9	16.9	15.7	19.6	5.9	5.3	1.0	1.6	0.5	1.0	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	100.0

c) REMETINEC

Trajanje (sati)	1-5	4-8	7-11	10-14	13-17	16-20	19-23	22-26	25-29	28-32	31-35	34-38	37-41	46-50	Σ	
OSJET																
Izv. hladno																
Hladno	4.0	1.4	0.4	0.5		0.5		0.4							7.2	
Svježe	8.1	3.1	5.4	4.9	3.1	0.9	0.9	0.9	0.5		0.5	0.5			28.8	
Ugodno	12.1	8.5	4.5	6.7	4.1	0.4	1.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5		40.3	
Toplo	7.2	6.7	2.7	0.9	1.3										18.8	
Neug. toplo	0.9	2.2													3.1	
Sparno	0.4	0.5	0.9												1.8	
Letalno toplo																
Σ	32.7	22.4	13.9	13.0	8.5	1.8	2.7	1.3	0.9	0.4	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati)	1-5	4-8	7-11	10-14	13-17	16-20	19-23	22-26	25-29	28-32	31-35	34-38	37-41	Σ	
OSJET															
Izv. hladno															
Hladno	3.2	0.5	0.9	0.5	0.9	0.4	0.5	0.5						7.4	
Svježe	10.1	7.4	5.1	3.2	2.8	0.5	1.4	0.4	0.9	0.5		0.5		32.8	
Ugodno	12.5	5.1	8.8	4.6	1.4	3.2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0.9	40.6	
Toplo	6.0	4.1	1.4	1.8	0.9									14.2	
Neug. toplo	3.2	0.9	0.4											4.5	
Sparno														0.5	
Letalno toplo															
Σ	35.0	18.4	16.6	10.1	6.0	4.1	2.8	1.8	1.8	0.5	0.9	0.5	1.4	100.0	

Prema toj klasifikaciji tokom proljeća većih razlika u trajanju bioklimatskih osjeta između promatrane dvije lokacije nije bilo. Najčešći su bili periodi ugodnog (u oko 40% slučajeva), a zatim svježeg vremena (u oko 30% slučajeva), koji su imali i najdulje kontinuirano trajanje (1—2 dana). No vidimo da je učestalost osjeta »ugodno« manja nego prema indeksu ohlađivanja (poštedno) odnosno entalpiji. To je zbog toga što je skala kombinirane bioklimatske klasifikacije detaljnija pa npr. prema toplom imamo čak četiri kategorije (»toplo«, »neugodno toplo«, »sparno«, »letalno toplo«), dok kod indeksa ohlađivanja imamo samo osjet »pretoplo«.

Periodi toplog bili su nešto češći u Remetincu (18,8% slučajeva) nego u Maksimiru (14,2% slučajeva) i trajali su relativno kratko (najviše 13—17 sati). Nešto su dulji bili periodi »hladnog« (22—26 sati) koji su na obje lokacije imali čestinu oko 7%. Najkraći (do 11 sati) su bili periodi ekstremnih osjeta: »neugodno toplo« i »sparno«, koji imaju i male čestine u to doba godine. No, vidimo da je osjet »sparno« češći u Remetincu (1,8%) nego u Maksimiru (0,5%).

Tabela 3d. Apsolutne čestine pojedinih duljina trajanja osjeta sparine prema T_{eq} u proljetnim mjesecima:

Tab. 3d Absolute frequencies of duration (in hours) of sultriness, based on equivalent temperature T_{eq} in spring.

Trajanje (sati)	Remetinec				Maksimir		
	1—5	4—8	7—11	10—14	1—5	4—8	7—11
	1	2	2	2	3	1	1

d) Prema strožem kriteriju za procjenu sparine pomoću ekvivalentne temperature, po kojem se osjet sparine javlja već kad je ekvivalentna temperatura veća od 49°C, u svibnju su se na obje stanice javljali periodi sparnog vremena (tabela 3.d).

U Remetincu je bilo i perioda dužeg trajanja »sparnog«, čak 10—14 sati kontinuirano.

Prema tome, već u svibnju je u zatvorenom bolničkom prostoru potrebno provoditi klimatizaciju radi zdravlja pacijenata i radne efikasnosti bolničkog osoblja.

No, prema blažem kriteriju, koji je općenito prihvaćen, pa ćemo mu u ovom radu dati veću težinu, a prema kojem se osjet sparine javlja kada je $T_{eq} > 56^\circ\text{C}$, u proljetnim mjesecima sparine nije bilo.

Vidjeli smo da postoje izvjesne razlike u rezultatima koje daju indeks ohlađivanja i entalpija, dok njihov omjer daje najrealniju sliku.

Možemo zaključiti da je vrijeme tokom proljeća 1981. na obje stanice bilo pretežno ugodno (u oko 40% slučajeva) do svježe (u oko 30% slučajeva), s kraćim razdobljima nepovoljnih vremenskih prilika. Područje Remetinca pokazalo se u odnosu na područje Maksimira nešto toplijim i s većom učestalošću perioda sparnog vremena.

Tabela 4. Čestine (%) trajanja osjeta ugodnosti prema:

- a) indeksu ohlađivanja
- b) entalpiji zraka
- c) kombiniranoj bioklimatskoj klasifikaciji

Tab. 4 Frequencies (%) of duration of comfort sensation based on:

- a) cooling power
- b) air enthalpy
- c) combined bioclimate classification summer 1981.

Trajanje (sati) OSJET	LJETO 1981.												Σ				
	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	25—29	28—32	31—35	37—41	40—44		46—50	52—56	61—65	67—71
Prehladno																	1.1
Jako podraž.	1.1	2.7	0.5	0.5	8.2	2.8	0.5	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	10.4
Blago podraž.	6.7	3.8	9.9	5.5	5.5	4.4	2.2	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	47.8
Poštedno	9.9	7.7	4.9	3.8	5.5	4.4	1.1	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	40.7
Pretoplo	13.3	7.7	4.9	3.8	5.5	4.4	1.1	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	40.7
Σ	31.0	14.2	14.8	9.8	13.7	7.2	3.3	1.0	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	100.0

a) REMETINEC

MAKSIMIR

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	34—38	37—41	40—44	46—50	55—59	64—68	Σ
Prehladno						0.5											0.5
Jako podraž.	4.1	0.9	0.5	0.5				0.5									6.5
Blago podraž.	14.6	8.7	6.5	5.1	4.6	0.9	0.9	2.8	1.4	0.9	0.5	1.4	0.5	0.5			48.8
Pošteđeno	20.6	7.3	5.1	1.8	2.8	4.1	0.5					0.5			0.5		44.2
Pretoplo	39.3	16.9	12.1	7.4	7.4	5.5	1.4	3.3	1.4	0.9	0.5	1.9	0.5	0.5	0.5		100.0

b) REMETINEC

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	25—29	43—47	58—62	Σ
Letalno toplo											10.8
Sparno	2.8	6.6	0.5	0.9							44.3
Toplo	3.8	11.7	8.0	6.6	4.7	5.2	1.9	1.4	0.5	0.5	38.2
Ugodno	11.2	9.4	5.2	5.7	3.8	2.4	0.5				6.7
Svježe	3.3	1.9	0.5		0.5						
Hladno											
Σ	21.1	29.6	14.2	13.2	9.0	8.1	2.4	1.4	0.5	0.5	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	31—35	58—62	88—92	103—107	Σ
Letalno toplo															8.2
Sparno	2.3	4.1	0.9	0.5											42.9
Toplo	3.2	10.1	8.3	6.8	6.0	3.7	1.4	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	40.5
Ugodno	14.8	9.2	7.8	4.1	2.3	0.9	0.9								8.4
Svježe	5.1	1.8	0.5		0.5				0.5						
Hladno															
Σ	25.4	25.2	17.5	11.8	8.8	4.6	2.3	0.9	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	100.0

c) REMETINEC

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	25—29	34—38	67—71	Σ
Izv. hladno											0.9
Hladno											24.6
Svježe		0.3	0.3					0.3		0.3	36.6
Ugodno	6.1	5.4	5.1	2.6	1.9	1.3	0.6	1.3	0.3		18.8
Toplo	17.5	7.6	8.0	1.6	1.6						14.0
Neug. toplo	12.4	4.8	1.3	0.3							5.1
Sparno	8.6	3.8	1.6								
Letalno toplo	1.6	2.6	0.3	0.3	0.3						
Σ	46.2	24.5	16.6	4.8	3.8	1.3	0.6	1.6	0.3	0.3	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	25—29	28—32	31—35	Σ
Izv. hladno											1.8
Hladno											24.7
Svježe	0.9	0.6	5.3	2.8	2.2	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	37.0
Ugodno	9.6	3.7	8.0	1.9	2.5	1.2	0.6	0.3			20.5
Toplo	13.9	8.0	8.6	1.9	2.5	0.3					12.1
Neug. toplo	16.2	2.5	1.5	0.3							3.9
Sparno	7.1	1.6	2.8	0.6							
Letalno toplo	1.5	1.2	0.9	0.3							
Σ	49.2	17.6	19.1	4.6	5.0	1.5	1.5	0.6	0.6	0.3	100.0

4.2. Ljeto 1981.

a) Tokom ljeta 1981. najčešći (u oko 48% slučajeva) osjet prema indeksu ohlađivanja (tabela 4.a) bio je »poštedno«, a zatim »pretoplo« (preko 40% slučajeva), dok su periodi »blago podražajnog« bili rijetki (u Remetincu 10.4% slučajeva, a u Maksimiru svega 6,5% slučajeva). Najdulje su trajali periodi »poštednog« (do tri dana), a na području Maksimira bilo je i duljih perioda »pretoplog« (preko dva dana).

b) Prema entalpiji (tabela 4.b), osjet »toplo« bio je nešto češći od osjeta »ugodno« i to naročito na području Remetinca (za razliku od klasiifikacije na temelju indeksa ohlađivanja), što je svakako posljedica neuvažavanja strujanja zraka, koje ublažuje osjet »toplog«. Također je bilo i nekoliko kraćih perioda »sparnog« koji su trajali dulje od 14 sati neprekidno. Periodi sparine bili su nešto češći u Remetincu (10,8%) nego u Maksimiru (8,2% slučajeva), što je posljedica veće vlažnosti zraka zbog blizine Save i većeg sadržaja topline u zraku.

Na području Maksimira bilo je izrazito dugih kontinuiranih perioda »toplog« (4—5 dana), dok su na području Remetinca periodi »toplog« trajali najviše 2—3 dana.

c) Prema kombiniranoj bioklimatskoj klasiifikaciji (tabela 4.c) najčešći su bili periodi »toplog« (u oko 37% slučajeva), a zatim »ugodnog« (oko 24% slučajeva). Ujedno su ti osjeti ugodnosti imali i najdulje kontinuirano trajanje, naročito u Remetincu — preko jednog dana.

Periodi »neugodno toplog«, bili su dosta česti (oko 20% slučajeva), ali su najčešće kratko trajali (1—5 sati). Osjet »sparno« bio je ponovno nešto češći u Remetincu (14,0%) nego u Maksimiru (12,1% slučajeva). Vidimo da postoji mogućnost i duljeg kontinuiranog trajanja (10—14 sati) osjeta »sparno« i »letalno toplo«, što predstavlja veliko opterećenje za organizam, naročito za osobe s narušenim zdravljem.

Iz tabele 4.d vidimo da su prema blažem, a naročito prema strožem kriteriju za ocjenu sparine prema ekvivalentnoj temperaturi, periodi sparine

bili dulji i dosta česti, naročito na području Remetinca. Najdulja kontinuirana razdoblja sparine zabilježena su u kolovozu i to u trajanju od 3 dana. Rad ZANINOVIĆ (1983) je pokazao da je i po prosječnim vrijednostima kolovoz najneugodniji, s najčešćim periodima sparine.

Iako u klimatskom prosjeku sparine imaju malu čestinu, analiza podataka jedne godine je pokazala da ih u ljetnim mjesecima ima dosta i da mogu relativno dugo trajati.

Pokazalo se da je i u ljetnim mjesecima na području Remetinca toplije, s većom učestalošću perioda »letalno toplog« i naročito »sparnog«.

Ljeto 1981. bilo je neugodnije od prosječnih ljeta u Zagrebu, jer su zbog relativno čestih perioda »neugodno toplog«, »sparnog« i »letalno toplog« (ukupno u oko 37% slučajeva) vremenske prilike na dvije stanice bile često vrlo nepovoljne.

4.3. Jesen 1981.

a) Prema indeksu ohlađivanja (tabela 5.a) bilo je tokom jeseni 1981. godine u preko 40% slučajeva na obje lokacije »poštedno« s mogućim duljim kontinuiranim trajanjem (2—3 dana).

Na područje Remetinca podjednaka je učestalost perioda »blago podražajnog« i »pretoplog« (23—24% slučajeva), dok je na području Maksimira učestalost perioda »blago podražajnog« (31,7% slučajeva) gotovo dvostruko veća od učestalosti perioda »pretoplog« (16,7% slučajeva), što ponovo ukazuje na to da je područje Remetinca nešto toplije. Osim toga u Maksimiru je zabilježen i dulji period »prehladnog« (gotovo 1 dan).

b) Prema entalpiji (tabela 5.b) također je na obje lokacije bilo pretežno »ugodno« (u oko 40% slučajeva). Podjednako su česti bili periodi »toplog« i »svježeg«, dok su periodi »hladnog« bili rijetki (oko 8% sl.), ali s mogućim duljim trajanjem (Remetinec 31—35 sati). Najdulje od svih osjeta su trajali periodi »ugodnog« (Remetinec: 49—53 sati), odnosno »svježeg« (Maksimir: 58—62 sata), iako su tako dugi periodi jednog te istog osjeta rijetki.

Tabela 4.d Apsolutne čestine perioda sparine prema T_{eq} u ljetnim mjesecima

Tab. 4d Absolute frequencies of duration (in hours) of sultriness based on equivalent temperature T_{eq} in spring.

Stanica: Remetinec

Trajanje: (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	31—35	37—41	40—44	43—47	67—71	Σ
$T_{eq} > 49^{\circ}C$	11	4	9	7	10	6	3	2	1	1	1	1	56
$T_{eq} > 56^{\circ}C$	7	6	8	6	5	2	—	—	1	—	—	—	35

Stanica: Maksimir

Trajanje: (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	40—44	73—77	Σ
$T_{eq} > 49^{\circ}C$	3	5	12	10	9	4	2	1	1	1	48
$T_{eq} > 56^{\circ}C$	8	7	5	5	2	—	1	—	—	—	28

Tabela 5. Čestine (%) trajanja osjeta ugodnosti prema:

- a) indeksu ohlađivanja
b) entalpiji zraka
c) kombiniranoj bioklimatskoj klasifikaciji

Tab. 5 Frequencies (%) of duration of comfort sensation based on:

- a) cooling power
b) air enthalpy
c) combined bioclimate classification
autumn 1981.

JESEN 1981.

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	34—38	37—41	40—44	46—50	52—56	58—62	Σ
Prehladno	0.8	0.4														1.2
Jako podraž.	5.3	2.4								0.4						7.7
Blago podraž.	12.2	3.3	3.7	1.6	1.2	0.8										23.2
Pošteđno	13.2	11.0	4.1	4.5	3.3	2.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	43.7
Pretoplo	12.8	4.5	3.3	0.8	2.0	0.4	0.4									24.2
Σ	44.3	21.6	11.1	6.9	6.5	3.2	0.8	0.8	0.8	1.2	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	25—29	28—32	31—35	37—41	40—44	43—47	46—50	Σ
Prehladno							0.5								0.5
Jako podraž.	1.6	2.6	1.1							0.5					5.3
Blago podraž.	16.2	6.7	3.6	2.6	1.6		0.5								31.7
Pošteđno	13.6	10.0	2.1	3.6	2.1	3.2	1.6	2.1	2.1	2.1	0.5	1.1	1.1	1.1	45.8
Pretoplo	11.5	3.6	1.1			0.5									16.7
Σ	42.9	22.9	7.9	6.2	3.7	3.2	2.6	2.1	2.1	2.6	0.5	1.1	1.1	1.1	100.0

b) REMETINEC

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	31—35	34—38	37—41	40—44	49—53	Σ
Letaino toplo																1.1
Sparno	1.1															24.6
Toplo	3.4	6.8	6.3	3.4	2.3	0.6	0.6	0.6		0.6						39.8
Ugodno	11.8	10.2	5.1	4.0	3.4	1.7	0.6	1.7		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	27.0
Svježe	4.0	4.6	3.4	3.4	3.4	2.3			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	2.3	0.6	7.5
Hladno	1.7		2.3	0.6	1.7	0.6			0.6							16.7
Σ	22.0	21.6	17.1	11.4	10.8	5.2	1.2	2.3	0.6	1.2	1.8	0.6	0.6	2.9	0.6	100.0

MAKSIMIR

Trajanje (sati) OSJET	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	34—38	37—41	52—56	58—62	Σ
Letaino toplo															0.5
Sparno	0.5														23.8
Toplo	6.1	5.0	6.7	2.8	1.6	0.5	1.1								40.7
Ugodno	11.6	10.0	8.3	3.8	0.5	2.8	2.2	0.5				0.5	0.5		26.8
Svježe	5.0	5.5	3.3	4.4	1.1	3.8	1.1		0.5	0.5	1.1	0.5			8.2
Hladno	1.6		1.1	2.8	2.2	0.5									100.0
Σ	24.8	20.5	19.4	13.8	5.4	7.6	4.4	0.5	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	100.0

c) REMETINEC

Trajanje (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	31—35	34—38	67—71	Σ
Izv. hladno	0.4		0.4	1.2	1.6	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4		0.8
Hladno	3.2	0.4	1.6	1.2	1.6	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4		9.2
Svježe	7.5	6.7	2.3	4.7	2.3	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3		20.5
Ugodno	11.4	9.0	4.7	4.7	2.3	1.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3		35.5
Toplo	9.8	7.9	2.4	2.4	0.8	1.2	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4			26.1
Neug. toplo	4.7	0.4	0.4	0.4										5.5
Sparno	2.0	0.4												2.4
Letalno toplo														
Σ	39.0	24.8	11.4	8.7	5.9	4.3	1.6	0.8	1.2	1.2	0.4	0.4	0.3	100.0

Trajanje (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	31—35	34—38	37—41	40—44	43—47	55—59	61—65	97—101	Σ
Izv. hladno	0.4		0.5	0.9	0.9	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9
Hladno	4.1	0.9	0.9	0.9	2.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	9.1
Svježe	7.3	4.1	3.7	4.6	3.6	2.3	0.4	0.9	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	21.0
Ugodno	11.9	6.8	3.2	4.6	3.6	2.3	0.4	0.9	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	35.6
Toplo	11.9	7.3	3.2	1.8	1.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	26.5
Neug. toplo	4.6	1.4																6.0
Sparno	0.9																	0.9
Letalno toplo																		
Σ	41.1	20.5	11.0	8.7	7.3	2.7	1.8	1.4	0.9	0.9	0.9	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	100.0

MAKSIMIR

c) Iz prethodne dvije klasifikacije logično slijedi da je i prema omjeru entalpije i indeksa ohlađivanja najčešći (u oko 35% slučajeva) bio osjet »ugodno« koji je na obje lokacije trajao najčešće 1—5 sati (tabela 5.c). Postoji dobro podudaranje čestina pojedinih osjeta ugodnosti na obje lokacije, a nešto je veća razlika jedino kod osjeta »sparno«, koji je ponovno češći u Remetincu (2,4%) nego u Maksimiru (0,9% slučajeva).

S najkraćim periodom trajanja (1—5 sati) javljali su se svi bioklimatski osjeti, osim »letalno toplo«.

Najdulje kontinuirano trajanje imao je osjet »ugodno« na obje lokacije (u Maksimiru preko 4 dana). Također je na području Maksimira zabilježen i dulji period hladnog vremena od 61—65 sati, dok je u Remetincu najdulji takav period trajao svega 34—38 sati.

Vidimo također da već u jesenskim mjesecima postoji, iako mala, vjerojatnost za pojavu osjeta »izvanredno hladno« i to nešto dužeg trajanja u Maksimiru nego u Remetincu.

Tabela 5.d pokazuje da je prema strožem kriteriju za procjenu sparine ($T_{eq} > 49^{\circ}\text{C}$) bilo tokom jeseni (pretežno u rujnu) naročito na području Remetinca, veći broj kraćih i nekoliko duljih perioda sparnog vremena.

Prema blažem kriteriju, koji se bolje slaže s kombiniranom bioklimatskom klasifikacijom, pa ćemo ga više uvažavati, bilo je na području Maksimira u samo jednom kratkom periodu sparno, a na području Remetinca u čak pet perioda duljine 1—5 sati.

Tabela 5.d Apsolutne čestine pojedinih duljina trajanje osjeta sparine prema T_{eq} u jesenskim mjesecima:

Tab. 5d Absolute frequencies of duration (in hours) of sultriness based on equivalent temperature T_{eq} in autumn.

Stanica: Remetinec

Trajanje: (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	Σ
$T_{eq} > 49^{\circ}\text{C}$	6	5	4	3	1	1	20
$T_{eq} > 56^{\circ}\text{C}$	1	4	—	—	—	—	5

Stanica Maksimir:

Trajanje: (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	Σ
$T_{eq} > 49^{\circ}\text{C}$	6	2	1	2	2	13
$T_{eq} > 56^{\circ}\text{C}$	1	—	—	—	—	1

Prema tome, i u jesenskim mjesecima je na području Remetinca bilo toplije, s češćim periodima sparnog vremena. Vremenske prilike bile su najčešće povoljne i u okviru prosječnih klimatskih prilika. Između dvije izabrane lokacije postoji najbolje podudaranje u osjetima ugodnosti tokom jesenskih mjeseci, naročito prema kombiniranoj bioklimatskoj klasifikaciji.

Tabela 6. Čestine (%) trajanja osjeta ugodnosti prema:

- a) indeksu ohlađivanja
 b) entalpiji zraka
 c) kombiniranoj bioklimatskoj klasifikaciji

Tab. 6 Frequencies (%) of duration of comfort sensation based on:

- a) cooling power
 b) air enthalpy
 c) combined bioclimate classification
 winter 1981.

ZIMA 1981.

a) REMETINEC													
Trajanje (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	28—32	31—35	34—38	43—47	Σ
OSJET													
Prehladno	3.2	1.8				0.4			0.4			0.4	6.2
Jako podraž.	13.2	5.0	1.4	3.6	0.4						0.4		24.0
Blago podraž.	13.2	10.0	8.2	5.0	4.3	0.7	0.7	0.4	0.4		0.4		43.3
Poštedno	18.2	5.4	1.8	0.7	0.4								26.5
Pretoplo													
Σ	47.8	22.2	11.4	9.3	5.1	1.1	0.7	0.4	0.8		0.8		100.0
MAKSIMIR													
Trajanje (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	22—26	25—29	28—32	31—35	Σ	
OSJET													
Prehladno	1.5	0.4	1.1		0.4					0.4		4.2	
Jako podraž.	12.2	2.2	2.2	1.9	0.4						0.4	19.3	
Blago podraž.	14.3	8.5	11.5	3.3	3.7	0.7	1.9	0.4	0.4	0.4		45.5	
Poštedno	18.0	8.1	2.2	1.5	0.4		0.4		0.4			31.0	
Pretoplo													
Σ	46.0	19.2	17.0	6.7	4.9	0.7	2.3	0.4	0.8	0.8	1.2	100.0	
b) REMETINEC													
Trajanje (sati)	1—5	4—8	7—11	10—14	13—17	16—20	19—23	25—29	28—32	31—35	34—38	43—47	Σ
OSJET													
Letalno toplo													
Sparno													
Toplo	1.4	1.4											
Ugodno	5.6	9.9	8.5	9.9	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4		1.4	1.4	
Svježe	5.6	8.7	1.4	7.0	7.0	2.8	1.4	1.4					
Hladno													
Σ	12.6	20.0	9.9	16.9	8.4	4.2	1.4	2.8	1.4	1.4	1.4	1.4	
OSJET													
Trajanje (sati)	49—53	55—59	58—62	67—71	85—89	91—95	94—98	100—107	103—107	161—165	179—183	Σ	
Letalno toplo													
Sparno													
Toplo													
Ugodno		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.8	
Svježe	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	46.5	
Hladno													
Σ	1.4	2.8	2.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.8	1.4	1.4	100.0	

4.4. Zima 1981.

Tokom zime 1981. bili su prema indeksu ohlađivanja (tabela 6.a) najčešći periodi »blago« podražajnog (u preko 40% slučajeva na obje lokacije). Na području Remetinca podjednako su česti bili periodi »poštednog« i »jako podražajnog«, dok su na području Maksimira periodi »poštednog« bili češći. Osjet »prehladno« nije bio čest (4—6% slučajeva), ali je na obje lokacije u dva navrata imao kontinuirano trajanje od preko jednog dana.

Područje Remetinca pokazalo se zimi prema indeksu ohlađivanja hladnijim od područja Maksimira za razliku od ostalih doba godine, što je posljedica jačeg strujanja i veće osjetljivosti anemografa na stanici u Remetincu, a strujanje općenito jače utječe na osjet ugodnosti kada je hladno.

Prema entalpiji (tabela 6.b) bilo je pretežno hladno (u oko 50% slučajeva) do svježeg (46% slučajeva) dok su periodi ugodnog bili rijetki (2—3% slučajeva) i trajali svega 1—8 sati.

Vidimo da se osjeti ugodnosti prema indeksu ohlađivanja i prema entalpiji znatno razlikuju, te da je prema entalpiji zima bila hladnija nego prema indeksu ohlađivanja. Npr. prema entalpiji su periodi »hladnog« na obje lokacije trajali neprekidno po nekoliko dana (čak preko sedam dana), što smatramo nerealnim. Općenito se pokazalo da entalpija daje bolje rezultate za topla razdoblja, kada je utjecaj strujanja na osjet ugodnosti slabije izražen.

Po omjeru entalpije i indeksa ohlađivanja (tabela 6.c) bilo je na obje lokacije u 46% slučajeva hladno i to s mogućim najdužim trajanjem od preko 2 dana. Periodi »izvanredno hladnog«, koji su imali vjerojatnost od preko 25%, imali su na obje lokacije najdulje kontinuirano trajanje (4—5 dana). Kombinirana bioklimatska klasifikacija daje najrealniju sliku o bioklimatskim prilikama na području Zagreba tokom zimskih mjeseci, kada na tom području postoje razdoblja s izrazito nepovoljnim vremenskim prilikama, na što ukazuje učestalost i trajanje perioda »izvanredno hladnog«.

5. ZAKLJUČAK

Provedena analiza čestina i duljina trajanja pojedinih osjeta ugodnosti po sezonama tokom 1981. godine na području Remetinca i na području Maksimira, za koju pretpostavljamo da za većinu osjeta predstavlja i prosječnu sliku bioklimatskih prilika na području grada pokazala je da su najugodnije vremenske prilike tokom proljetnih i jesenskih mjeseci. Tako je tokom proljeća u čak 40% slučajeva bilo ugodno, a tokom jeseni u oko 35% slučajeva.

Pojedini osjeti ugodnosti najčešće traju kratko — nekoliko sati, ali ponekad kontinuirano traju i po nekoliko dana. Potrebno je istaknuti da najčešće određeni osjet ugodnosti prelazi u susjedni,

odnosno nagli skokoviti prijelazi su vrlo rijetki i vezani su za frontalna poremećenja.

Također se pokazalo da kombinirana bioklimatska klasifikacija daje bolje rezultate nego indeks ohlađivanja ili entalpija zasebno, budući da uzima u obzir utjecaj i ukupnog sadržaja topline u zraku, i vlažnosti zraka i strujanja na naš osjet ugodnosti, a osim toga ima najviše stupnjeva osjeta.

Između izabраниh lokacija postoje razlike u čestini i trajanju pojedinih osjeta ugodnosti. To ističe zbog toga što su obje lokacije na ravnom terenu, u zelenom pojasu, malo izvan naseljenog područja, s tim da je jedna (Remetinec) u blizini Save. Vrlo je vjerojatno da bi te razlike bile izrazitije kad bi npr. jedna lokacija bila u središtu grada ili na obroncima Medvednice, pa bi i razlike u razdiobi temperature, vlage i naročito strujnom režimu bile veće.

LITERATURA

- Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen, herausgegeben vom Deutschen Bäderverband e. v. und vom Deutschen Fremdenverkehrsverband e. v., 1979.
- Conrad, V., L. W. Pollak (1950.): *Methods in Climatology*, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts.
- Penzar, B., (1974.): *Studija o indeksu ohlađivanja na istočnom dijelu Jadrana*, Acta Adriatica, XV, 6, Split.
- Pleško, N., (1979): *Turistično-zdravstveni aspekti klimatskih prilika na Jadranu*, II konferencija o zaštiti Jadrana, Hvar 1979, str. 203—213.
- Vujević, P., (1956.): *Klimatološka statistika*, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- Pleško, N., (1983.): *Biometeorološki indeksi u ocjeni termičkog komfora Zagreba za vrijeme različitih sinoptičkih situacija*, Rasprave 18, RHMZ SRH, Zagreb.
- Zaninović, K., (1983.): *Bioklimatske karakteristike Zagreba*, Rasprave 18, RHMZ SRH, Zagreb.

SUMMARY:

The probability of occurrence and continuous duration of various thermal sensations in Zagreb was analysed over four seasons in 1981.

Various biometeorological indices are used for determination of thermal comfort: cooling power, air enthalpy, air enthalpy and cooling power ratio and equivalent temperature.

Spring and autumn, with »ideal« conditions in 35—40% of the cases, are the most pleasant seasons. At the same time, the periods with extreme sensations, such as sultry, lethally warm and extremely cold, are very rare and of short duration in spring and autumn (Tab. 3—6).

A separate sensation can last a few days, but more frequently only a few hours. Rapid changes between two opposite sensations are rare and usually appear after atmospheric fronts passages.

The combined biometeorological index i/H gives the best results, since it takes into account the total heat content of the air as well as the wind speed.