

PRILOG POZNAVANJU KLIME SISKA

Contribution to the climate of the city of Sisak

INGA LISAC

Geofizički zavod "Andrija Mohorovičić"
Prirodoslovno matematički fakultet
Sveučilište u Zagrebu

SAVKA HERIĆ-NEKIĆ

Centar usmjerenog obrazovanja
"Norbert Veber", Sisak

Primljeno 10. travnja 1995. u konačnom obliku 15. studenog 1995.

Sažetak — Rad predstavlja analizu statističkih parametara i pokazatelja klime za Sisak, navedenih u više prethodnih radova i studija klime Siska za pojedina kraća iz ukupnog 35-godišnjeg razdoblja (1948—1982) povezujući i objedinjujući rezultate u jednu cjelinu. Sisačko se područje po općem klimatskom obilježju uklapa u podneblje srednjo-europskih umjerenih širina. U nekim pokazateljima klime blago se ističe maritimnost, a u drugim kontinentalnost klime, ali niti jedno od tih obilježja ne prevladava bitno. Vremenske slike nekih klimatskih elemenata sadrže trendove zapažene u širem sisačkom području u tom razdoblju (temperatura zraka), kao i trendove pretežno lokalnog obilježja (naoblaka). Posebnost sisačkog podneblja ističe se osobito u sustavu prizemnog strujanja zraka, u kojemu 80% slučajeva pripada tišinama i vrlo slabim vjetrovima (do 2 B). Pri tom se osim sjeveroistočnjaka i jugozapadnjaka, koji prevladavaju u većem dijelu zapadne Hrvatske, pojavljuje i jugoistočnjak kao lokalno obilježje sustava strujanja zraka u Sisku. Rad sadrži i komparativnu analizu klimatskih parametara bližeg i daljeg okolnog područja Siska te opis tipa klime na temelju više klimatskih i bioklimatskih kriterija. U radu se upozorava na pitanja koja su ostala otvorena za daljnja istraživanja na temelju duljeg niza i ulazeći u izvorne podatke.

Ključne riječi: klima, Sisak.

Abstract — The paper presents a climatological parameter analysis for the city of Sisak, prepared separately for several shorter periods within a 35-year time interval (1948—1982), and presented in previous climatic publications and studies. All the results have been compared and collected into a comprehensive climatic study relating to the entire period. The general climatic characteristics of Sisak fit into middle-latitude climatic conditions. Some of the climatic parameters show a maritime and some a continental type of behaviour, but none is significantly expressed. The time pictures of some parameters contain trends which are either evident in a broader area (annual temperature means) or are found to be local (as annual cloudiness means). The local climatic character is particularly expressed in the surface wind regime where 80% of all observations belong to calms and very weak winds. NE, SE and SW wind directions are significantly expressed, the SE direction being locally originated. The paper also presents a comparative analysis of the climatic parameters for the city of Sisak and its closer and broader surroundings as well as the determination of climatic types according to several often used climatic and bioclimatic criteria. The paper contains some recommendations for future climatic investigations based on a longer data set of original observations in Sisak.

Key words: climate, Sisak.

1. UVOD

Mjerodavni zaključci o klimatskim karakteristikama nekog mjesta mogu se izvoditi iz dovoljno dugog niza podataka, koji prema preporuci Svjetske meteorološke organizacije ima barem 30 godina (WMO, No 117.). U slučaju nedostatka dovoljno dugih nizova, zaključci se izvode iz kraćih (npr. 20 ili 10 godina) i smatraju se preliminarnima.

Postoji više publikacija te elaborata i studija koji sadrže klimatske podatke za Sisak. Dio njih navodi samo rezultate statističke obrade (Anonymous, 1971; 1953—1982), a dio ih iznosi rezultate istraživanja klime sisačkog područja, prilagođenih potrebama investitora (A. Pavišić, 1973; N. Pleško i suradnici, 1984). Preostali radovi daju opći prikaz klime u Hrvatskoj i bivšoj Jugoslaviji, bez posebnih osvrti na manja područja (Anonymous, 1971; 1981).

Rezultati obrade u navedenim radovima odnose se na pojedina desetljeća iz razdoblja 1948—1982 a izvedeni su obradom i analizom klimatskih podataka postaje Sisak (mjerjenja u 7,14 i 21 sat) uključujući podatke o meteorološkim pojavama (vizualna motrenja). Podaci navedenog 35-godišnjeg poratnog razdoblja predstavljaju glavninu

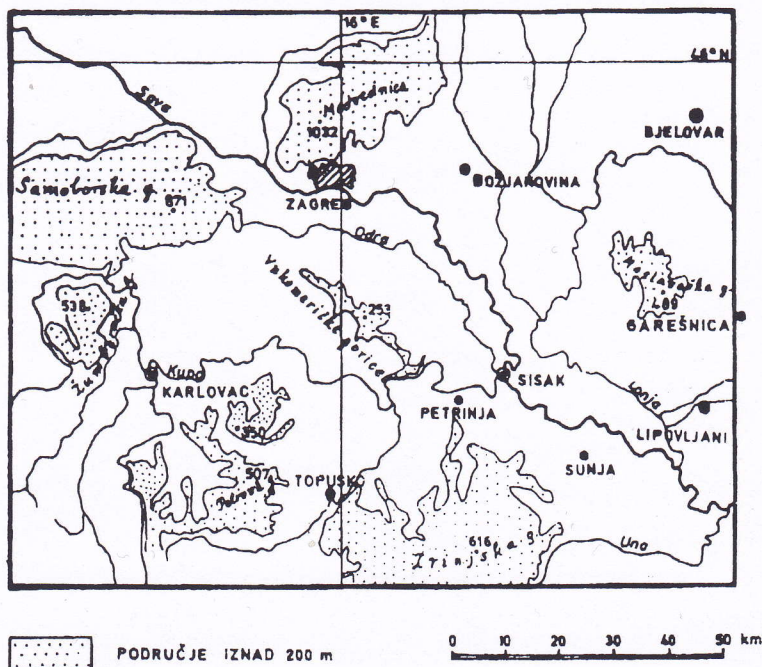
meteoroloških podataka s kojima se raspolaže za Sisak.

Svi navedeni, inače neovisni, radovi bili su temelj za izradu ove studije o klimi Siska, koja prethodne rezultate povezuje i objedinjuje. Studija sadrži analizu glavnih klimatskih elemenata i pokazatelja tipa klime, a ondje gdje je bilo moguće daje komparativnu analizu s okolnim područjem, na temelju postojećih analognih parametara, bez ulaznja u izvorne podatke klimatoloških postaja. Otuda ovom radu naslov "Prilog poznavanju klime Siska".

Navedeno je nekoliko kritičkih napomena i preporuka, gdje je istraživanje klime potrebno nadopuniti i produbiti budućim istraživanjima, na temelju izvornih ranijih i novih podataka, naročito u saznanjima koja sadrže posebnosti klime u Sisku.

2. SMJEŠTAJ GRADA

Za klimatske prilike nekog područja ili mjesta bitan je njegov zemljopisni smještaj. Sisak se prostire 7 km duž pravca sjever-jug i 4 km duž pravca zapad-istok. Smjestio se na rubnom području Panonske nizine uz tokove i nekad naplavna područja rijeka Kupe, Save i Odre (sl. 1). Visinska ra-



Slika 1. Šire područje Siska

Figure 1. Broader area of the city of Sisak

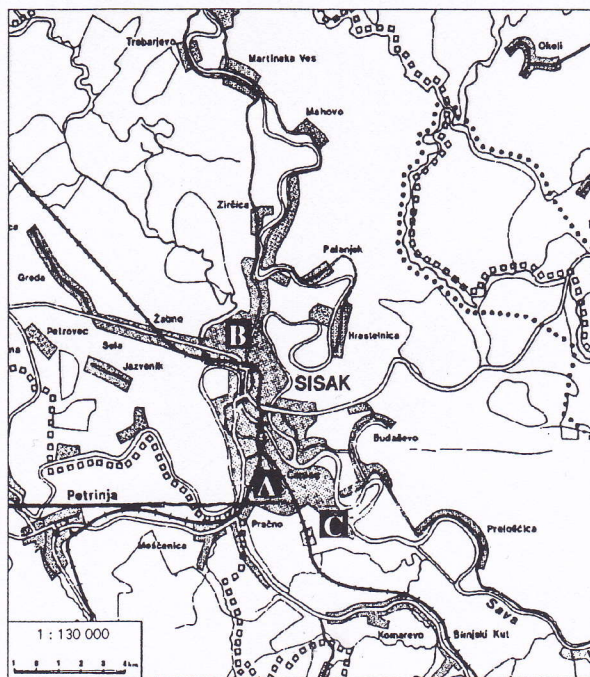
zlika između obala rijeka i uzvisine Viktorovac na području grada ne prelaze dvadesetak metara. Najbliže sredogorje udaljeno je na sjeveroistok od grada oko 20 km (Moslavačka gora, 489 m) i na jug (Zrinjska gora, 616 m), dok se na oko 40 km prema jugozapadu proteže Petrova gora (507 m), a nešto dalje prema zapadu i sjeverozapadu Žumberačko gorje (538 m), Samoborsko gorje (871 m) i Medvednica (1032 m). Sisak je od mora udaljen oko 130 km zračne linije.

Sisak je općina s razvijenom industrijom (željezara, rafinerija nafte, tvornica bešavnih cijevi i dr.) i važno transportno čvorište (željeznica, motorna vozila, naftovod). Poslije drugog svjetskog rata gradsko se područje širi, a broj stanovnika povećava (26 647 stanovnika prema popisu 1961. godine, a 43 494 stanovnika prema popisu 1981. godine). Ti su podaci važni pri ocjeni postojanja i daljnjeg razvoja urbane klime u Sisku.

3. METEOROLOŠKA MJERENJA I MOTRENJA U SISKU

Prva meteorološka mjerenja započinju u Sisku osnivanjem kišomjerne postaje još u prošlom stoljeću (B. i I. Penzar, 1978), ali su ona trajala samo četiri godine (1884—1887). Mjerenje se nastavlja tek nakon više od tri dekade, tj. 1921. godine, kad je kišomjerna postaja ponovno osnovana. Iz nje se najprije razvila klimatološka postaja (1941), a zatim glavna meteorološka postaja ($\varphi = 45^{\circ} 30' N$, $\lambda = 16^{\circ} 22' E$, $H_s = 98$ m NN). U poratnom razdoblju postaja je bila smještena najprije u južnom dijelu grada (položaj A na sl. 2), a zatim je 1956. preseljena u sjeverni dio grada (položaj B, sl. 2). Postaja je opremljena meteorološkim instrumentima za mjerenja i kontinuiranu registraciju osnovnih meteoroloških elemenata (temperatura, vlaga i tlak zraka, trajanje sijanja Sunca i količina oborine) dok se smjer i jačina vjetera ocjenjuju pomoću vjetrulje i vizualno.

Od 1975. prati se i onečišćenje nad gradom mjerenjem dnevnih koncentracija sumpornog dioksida i dima, a od 1977. uvodi se mjerenje još nekih parametara onečišćenja atmosfere nad gradom. U predjelu smještaja industrijskih postrojenja podignut je 1987. meteorološki toranj visok 60 m (položaj C na sl. 2). Na tornju su montirani instrumenti za mjerenje i kontinuiranu registraciju meteoroloških elemenata.



Slika 2. Sisak, područje grada i smještaj meteoroloških postaja: A, B i C

Figure 2. The city plan of Sisak and the meteorological stations

4. ELEMENTI I POKAZATELJI KLIME SISKA

Za upoznavanje klime analiziraju se statistički parametri klimatskih elemenata, uzimajući u obzir kriterije i klasifikacije koje pomažu u određivanju i opisu tipa klime. Među osnovne klimatske elemente ubraja se tlak, temperatura i vlažnost zraka, zatim naoblaka, količina oborine i vjetar, te meteorološke pojave. Iz osnovnih statističkih parametara (npr. aritmetički srednjak) više elemenata klime računaju se zatim razni pokazatelji klime (indeksi, koeficijenti) ili se određuje klimatska formula, tip klime i dr. Sve to olakšava opis obilježja klime i uspoređivanje s klimom drugih područja.

4.1. Tlak zraka

Tablica 1 sadrži mjesečne i godišnji srednjak tlaka zraka u Sisku za 10-godišnje razdoblje. Tlak je reduciran na morsku razinu. Srednji tlak zraka prema tim podacima iznosi 1004,1 hPa uz standardnu devijaciju od 0,9 hPa. Godišnji hod tlaka zraka obilježen je većim vrijednostima u hladno doba godine s maksimumom u studenom, te nižim vrijed-

Tablica 1. Mjesečne vrijednosti tlaka zraka, Sisak, 1973—1982, prema (Anonimous, 1971)

Table 1. Air pressure monthly means, Sisak, 1973—1982, according (Anonimous, 1971)

| Mjes. / Tlak | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | godina |
|-----------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|------|--------|
| srednjaci (1000+) hPA | 6,6 | 5,3 | 3,0 | 0,9 | 2,6 | 2,4 | 2,5 | 3,9 | 5,8 | 4,7 | 6,9 | 4,4 | 4,1 |
| standardna devijacija | 3,0 | 5,8 | 3,9 | 2,0 | 2,6 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | 2,1 | 3,9 | 4,1 | 5,4 | 0,9 |

nostima u toplo doba godine s minimumom u travnju. U toplom dijelu godine tlak podliježe manjoj promjenljivosti nego u hladnom dijelu.

Takvo obilježje godišnjeg hoda tlaka zraka tipično je za kontinentalni dio zapadne Hrvatske, a lagan porast mjesečnih srednjaka kroz ljetne mjesec odaje blagi utjecaj maritimnosti u godišnjem hodu tlaka u Sisku.

Stalnost godišnjeg hoda tlaka zraka u našim predjelima, pa i u Sisku, mala je. Drugim riječima, godišnji hod tlaka u pojedinoj godini može se dosta razlikovati od srednjeg hoda. Isto tako i srednji godišnji hodovi, izvedeni iz različitih višegodišnjih razdoblja, mogu se razlikovati, naročito ako se radi npr. o 10-godišnjem nizu kao u Sisku, jer je prekratak za upoznavanje svih detalja u promjenljivosti tog elementa.

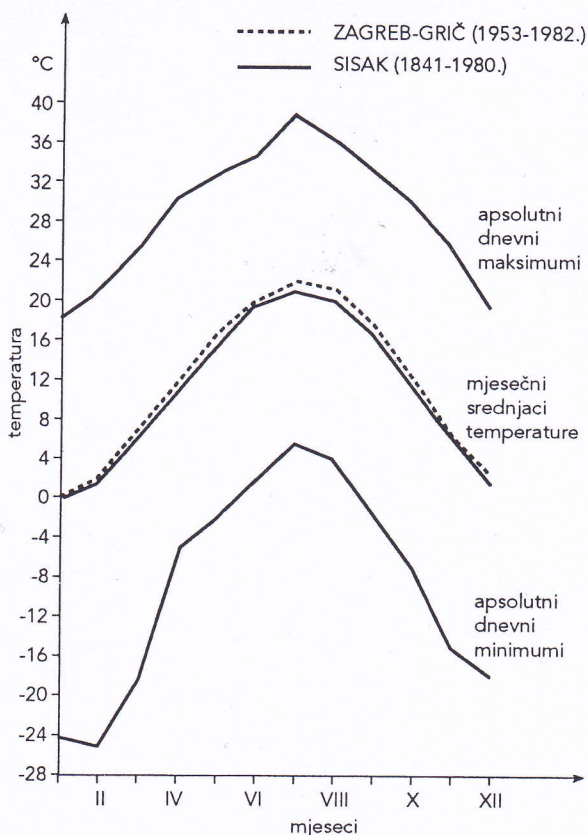
Opisani godišnji hod tlaka zraka, koji vlada u zapadnom dijelu kontinentalne Hrvatske, pa i u Sisku, nastaje uslijed djelovanja velikih baričkih formacija što nastaju nad Atlantikom, Sredozemljem i nad euroazijskim kontinentom zbog razlika u temperaturi oceana i kontinenta. To su zimi centri visokog tlaka u srednjoj i jugoistočnoj Europi, te područja sniženog tlaka u Sredozemlju. Ljeti se područje zapadne Hrvatske nalazi pretežno pod djelovanjem ogranaaka tzv. azorske anticiklone.

4.2. Temperatura zraka

Godišnji hod temperature

Godišnji hod temperature zraka u Sisku ima karakteristike kakve prevladavaju na kontinentalnom području umjerenih širina sjeverne polutke. Te su karakteristike određene oblikom krivulje godišnjeg hoda poput jednostavnog vala s maksimumom u srpnju i minimumom u siječnju. Temperaturni ekstremi nastupaju dakle oko mjesec dana iza ljetnog odnosno zimskog solsticija (sl. 3).

Izrazitost utjecaja kontinentaliteta u Sisku je bli-



Slika 3. Godišnji hod mjesečnih srednjaka temperature zraka (Sisak i Zagreb-Grič) i apsolutnih dnevnih ekstreme temperature za Sisak

Figure 3. Annual run of air temperature monthly means for Sisak and Zagreb-Grič with absolute extremes for Sisak

zinom mora umanjena. Naime, udaljenost mora od Siska od oko 130 km zračne linije, dovoljna je da se njegov utjecaj na klimu još uvijek osjeti. To se potvrđuje u maloj vrijednosti indeksa kontinentalnosti (IK), koji je samo 29. Indeks kontinentalnosti prema Gorczynskom računa se po formuli (Zaničević, 1989):

$$IK = \frac{1.7A}{\sin \varphi} - 20.4$$

gdje su:

A = godišnja amplituda temperature zraka (stupnjevi C),

φ = zemljopisna širina.

IK se kreće između 0 (maritimni položaj npr. oceanski otoci) i 100 (kontinentalni položaj npr. duboka unutrašnjost kontinenta). Prema iznosu IK , u Sisku je dakle nešto više izražen maritimni utjecaj nego kontinentalni.

Računanje tzv. termodinamičkog kvocijenta (TK) daje neodređeni rezultat. Taj je kvocijent definiran (Zaninović, 1989):

$$TK = \frac{(t_x - t_{IV})}{A}$$

gdje su:

$t_x - t_{IV}$ = razlika mjesečnih srednjaka temperature zraka za listopad i travanj,

A = godišnja amplituda temperature.

TK je u maritimnim krajevima pozitivan, a u kontinentalnim negativan. U Sisku TK za razdoblje 1953—1982. iznosi 0 (jednako kao i u Zagrebu za razdoblje 1862—1961. prema Makjanić, 1977; i B. Penzar, 1977), što znači da ne prevladava niti jedan od navedenih utjecaja.

Razlika između srednjih temperatura susjednih

mjeseci od veljače do lipnja iznosi 4,4 stupnja C, što kazuje da svaki mjesec biva u prosjeku za toliko stupnjeva topliji od prethodnog. U razdoblju od rujna do studenog takva razlika iznosi -4,8 stupnja C u prosjeku. Prema tome, ohlađivanje ide nešto naglije (osobito u listopadu i studenom) nego zagrijavanje početkom godine. Sredinom ljeta i zime međumjesečne razlike temperature jesu manje i kreću se od 1 do 2 stupnja C, s tim da zagrijavanje počne već u veljači, a ohlađivanje u kolovozu.

U tablici 2 unesene su i vrijednosti relativne temperature (RT) u pojedinom mjesecu i odstupanja od simetričnog godišnjeg hoda temperature (SGH) prema Köppenu (Zaninović, 1989).

$$RT = \frac{(t_{mj} - t_{min})}{A} \cdot 100$$

Relativna temperatura za pojedini mjesec definirana je dakle kao odstupanje mjesečnog srednjaka od najniže mjesečne vrijednosti izraženo u postotku godišnje amplitude temperature. Simetričan godišnji hod SGH definiran je formulom

$$SGH = 100 \sin^2 15x$$

gdje je $x=0,1,2,\dots,11$ za mjeseci od siječnja do prosinca. Odstupanja RT od SGH mala su jer je temperaturni godišnji hod u Sisku vrlo blizu simetričnom.

Tablica 2. Mjesečni i godišnji srednjaci temperature i karakterističnih temperaturnih parametara, Sisak, 1953—1982.

Table 2. Monthly and annual air temperature means and temperature parameters, Sisak, 1953—1982.

| Temperatura (°C): | Razdoblje | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | GOD. |
|-------------------------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Srednjak | 1953-82. | -0,3 | 1,7 | 6,2 | 10,8 | 15,5 | 19,2 | 20,6 | 19,6 | 15,9 | 10,8 | 5,8 | 1,4 | 10,6 |
| Međumjes. razlike temp. | 1953-82. | +2,0 | +4,5 | +4,6 | +4,7 | +3,7 | +1,4 | -1,0 | -3,6 | -5,1 | -5,0 | -4,4 | +1,7 | |
| Standardna devijacija | 1953-82. | 3,0 | 3,4 | 2,2 | 1,4 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,9 | 2,4 | 0,6 |
| Najveći mj. sred. | 1953-72. | 3,6 | 7,5 | 8,7 | 13,9 | 19,0 | 20,8 | 22,0 | 21,2 | 17,6 | 15,1 | 11,4 | 5,0 | 11,1 |
| Najmanji mj. sred. | 1953-72. | -8,2 | -8,3 | 2,5 | 8,7 | 12,7 | 16,6 | 19,0 | 17,9 | 13,3 | 8,6 | 2,3 | -3,5 | 9,3 |
| Stalnost | 1953-72. | 11,8 | 15,8 | 6,2 | 5,2 | 6,3 | 4,2 | 3,0 | 3,3 | 4,3 | 6,5 | 9,1 | 8,5 | 1,8 |
| Srednji maksimum | 1953-72. | 1,5 | 5,0 | 10,6 | 16,5 | 21,0 | 24,7 | 26,5 | 25,8 | 22,2 | 16,8 | 9,8 | 3,8 | 26,5 |
| Srednji minimum | 1953-72. | -5,3 | -2,8 | 0,9 | 5,5 | 9,2 | 13,1 | 14,1 | 13,4 | 10,1 | 5,8 | 2,7 | -1,8 | -5,3 |
| Aperiod. kolebanje | 1953-72. | 6,8 | 7,8 | 9,7 | 11,0 | 11,8 | 11,6 | 12,4 | 12,4 | 12,1 | 11,0 | 7,1 | 5,6 | 31,8 |
| Apsol. maksimum | 1953-82. | 18,3 | 21,3 | 25,6 | 30,4 | 32,3 | 34,2 | 38,4 | 35,9 | 32,7 | 29,6 | 25,0 | 18,9 | 38,4 |
| Apsol. minimum | 1953-82. | -24,4 | -25,0 | -18,4 | -5,0 | -2,3 | 1,9 | 5,4 | 3,9 | -1,8 | -7,2 | -15,6 | -18,2 | -25,0 |
| Raspon vrijednosti | 1953-82. | 42,7 | 46,3 | 44,0 | 35,4 | 34,6 | 32,3 | 33,0 | 32,0 | 34,5 | 36,8 | 40,6 | 37,1 | 63,4 |
| Relativna temp. (%) | 1953-82. | 0 | 10 | 31 | 53 | 76 | 93 | 100 | 95 | 78 | 53 | 29 | 8 | |
| Odstupanje od SGH (%) | 1953-82. | 0 | 3 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | |

Iz navedenih pokazatelja proizlazi da je kontinentalnost u Sisku ublažena, a maritimnost je tek blago izražena u nekim karakteristikama temperature zraka. Temperaturne prilike tijekom godine stalnije su u toplom dijelu (od travnja do listopada) nego u hladnom (od studenog do ožujka). To se vidi iz godišnjeg hoda temperaturne promjenljivosti, izražene preko vrijednosti standardne devijacije, koja je u srpnju najmanja, a u veljači najveća. To je uobičajeno svojstvo nizova temperaturnih srednjaka i u drugim mjestima zapadne Hrvatske a na sličan način dolazi do izražaja i u razlici između najvećeg i najmanjeg mjesečnog srednjaka, koja se stoga zove još i stalnost temperature zraka u promatranom razdoblju (tab. 2).

Srednja godišnja temperatura zraka

Prema vrijednostima srednje godišnje temperature u iznosu od 10,6 °C, Sisak se uvrštava među relativno toplija mjesta koja leže u blizini paralele od 45° N. Njegova je srednja temperatura za oko 1 stupanj C veća od srednje temperature za to područje (Zaninović, 1989). Srednja siječanjska temperatura zraka je za 1,4 stupanj C veća nego što odgovara području u blizini paralele od 45° N, dok je u srpnju čak 0,3 stupanj C niža. To znači da je zima u Sisku ublažena, dok je ljeto nešto osvježeno, što se također pripisuje blagom maritimnom utjecaju na klimu u Sisku. Naime, blizina mora ublažava zimi ohlađivanje kopna, a ljeti njegovo zagrijavanje. Takvo djelovanje prodire i u unutrašnjost kontinenta, pa se u nas osjeća ne samo u Sisku nego i u većini gradova i mjesta sjeverozapadne Hrvatske. Moguće je da ublaženom ohlađivanju zimi i zagrijavanju ljeti u Sisku doprinosi i neposredna blizina vodenih površina rijeka Save, Kupe i Odre.

Srednjoj temperaturi zraka u Sisku od 10,6 °C u 30-godišnjem nizu pripada standardna devijacija od 0,6. Odstupanje temperaturnog srednjaka u pojedinoj godini od dugogodišnjeg srednjaka temper-

ature, unutar jednostruke, dvostruke ili trostruke vrijednosti standardne devijacije svrstava se, prema Conrad-Chapmanovu kriteriju (Zaninović, 1989), u odstupanje nazvano normalnim, odstupanje izvan normale i odstupanje znatno izvan normale. Prema tome, godine sa srednjom temperaturom zraka u Sisku unutar tako određenih intervala mogu se klasificirati kao

| | Interval °C: |
|---|-----------------|
| a) godine s normalnom vrijednošću temperature | od 10,0 do 11,2 |
| b) godine s temperaturom ispod normale | od 9,4 do 10,0 |
| godine s temperaturom iznad normale | od 11,2 do 11,8 |
| c) godine s temperaturom znatno ispod normale | od 8,8 do 9,4 |
| godine s temperaturom znatno iznad normale | od 11,8 do 12,4 |

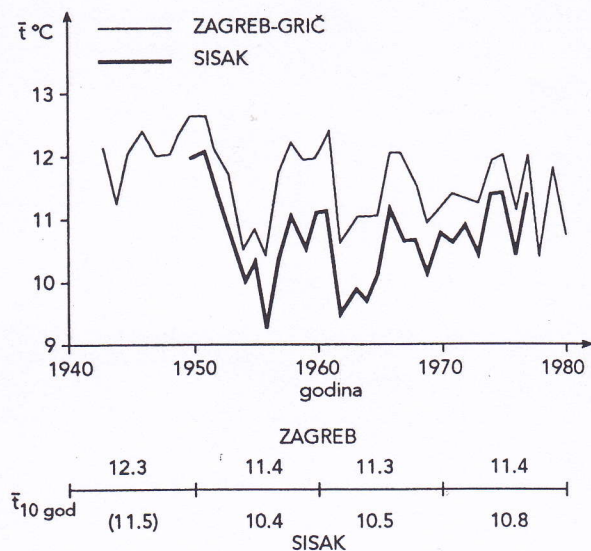
Tako su godine 1950. i 1951. bile znatno iznad normale, dok je 1956. bila znatno ispod normale tj. znatno ispod dugogodišnjeg srednjaka temperature zraka (tab. 3).

Slika 4. pokazuje da je 30-godišnje razdoblje (1953—1982) iz kojeg potječu temperaturni podaci navedeni u tablici 2, hladnije od prethodnog desetljeća. Zahlađenje je počelo naglo, u ranim 50-im godinama, i očitovalo se u opadanju godišnjeg srednjaka od 12,9 (1951) na 9,3 °C (1956) te zadržavajući razinu sniženih vrijednosti godišnjih srednjaka, unatoč izrazitom međugodišnjem kolebanju. Usporedba s temperaturom Opservatorija Zagreb—Grič pokazala je da do zahlađenja dolazi u Sisku i u Zagrebu istovremeno. Slika 4 ujedno pokazuje da je temperaturni srednjak u Sisku niži za oko 1 stupanj C od zagrebačkih vrijednosti, što je vezano za smještaj Opservatorija u središtu grada koje je toplije od periferije. Opširnije o tumačenju te razlike u odlomku posvećenom komparativnoj analizi sisačkih podataka.

Tablica 3. Godišnji srednjaci temperature zraka (°C) u Sisku

Table 3. Annual air temperature means (°C) for Sisak

| GODINA | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1950. | 12,0 | 12,1 | 11,5 | 10,2 | 10,0 | 10,4 | 9,3 | 10,5 | 11,1 | 10,5 |
| 1960. | 11,1 | 11,1 | 9,5 | 9,9 | 9,7 | 10,2 | 11,2 | 10,6 | 10,7 | 10,1 |
| 1970. | 10,8 | 10,6 | 10,9 | 1,04 | 11,4 | 11,4 | 10,3 | 11,4 | 9,9 | 11,1 |
| 1980. | 9,9 | 10,9 | 11,0 | | | | | | | |



Slika 4. Godišnji srednjaci temperature zraka kroz četiri dekade (1941—1980) za Sisak i Zagreb-Grič

Figure 4. Air temperature annual means during four decades (1941—1980) for Sisak and Zagreb-Grič

Daljnja bitna činjenica jest ta da vremenske slike godišnjeg srednjaka temperature zraka za Sisak i Zagreb ostaju gotovo paralelne kroz četiri dekade, što slika 4 jasno pokazuje. Ta je činjenica iskorištena za to da se za Sisak ekstrapolira temperaturni srednjak u dekadi koja je prethodila zahlađenju (1943—1952). Tako je za to razdoblje izračunata vrijednost od 11,5 °C, što je za 1 stupanj C više nego u tri sljedeće dekade u Sisku, za koje srednja godišnja temperatura iznosi 10,6 °C. Pod konac razdoblja vidljiv je ponovno porast srednjih godišnjih temperatura.

Navedene promjene po svom iznosu još uvijek predstavljaju fluktuacije u okviru normalne promjenljivosti dugogodišnjeg niza podataka. Ipak, raz-

doblje kad je došlo do ovdje prikazanog zahlađenja slijedi iza bitnih promjena u režimu atmosferske cirkulacije nad umjerenim širinama europskog kontinenta. Prevladavajuće zonalno strujanje prelazi u meridionalno. S tim u vezi nastupile su promjene u režimu naoblake (Šinik, 1984), a kroz to i primljene sunčeve energije i bilance topline u sustavu tlo-atmosfera. To se odrazilo na temperaturne prilike, na oborinski režim i dr.

Temperaturni pragovi

Iz podataka srednjih mjesečnih temperatura mogu se odrediti datumi i trajanje kad srednja dnevna temperatura prelazi preko tzv. temperaturnih pragova. U našem su podneblju zanimljivi sljedeći pragovi:

0,0 °C označuje temperaturu smrzavanja vode,

6,0 °C jest temperaturna granica vegetacijskog razdoblja,

10,0 °C jest srednja dnevna temperatura iznad koje se uzima da je dulji boravak na otvorenom ugodan (prag izletničke sezone),

10,6 °C jest višegodišnji srednjak temperature u Sisku i dijeli godinu na hladni i topli dio,

20,0 °C označuje temperaturnu granicu ljetne žege.

Tablica 4 sadrži podatke o navedenim pragovima za Sisak, a radi uspoređenja navedeni su i podaci Opservatorija Zagreb-Grič. Vegetacijsko razdoblje za većinu bilja traje u Sisku 35 tjedana, a srednja dnevna temperatura zraka ostaje kroz samo tri tjedna u godini negativna. Izletnička sezona u Sisku traje 28 tjedana, a razdoblje s ljetnom žegom traje pet tjedana. Usporedba s istovrsnim zagrebačkim podacima (Makjanić, 1977; Penzar, 1977)

Tablica 4. Razdoblja u kojima je srednja dnevna temperatura t jednaka ili veća od zadanih pragova

Table 4. Time intervals with a daily mean air temperature above a certain threshold

| t °C | Sisak (1953—1982) | | | | Zagreb—Grič (1862—1961) | | | |
|------|-------------------|-----------|----------|--------|-------------------------|-----------|----------|--------|
| | srednji datumi | | trajanje | | srednji datumi | | trajanje | |
| | početak | završetak | dani | tjedni | početak | završetak | dani | tjedni |
| 0.0 | 20. I. | 10. I. | 345 | 49 | 31. I. | 12. I. | 347 | 50 |
| 6.0 | 14. III. | 14. XI. | 245 | 35 | 12. III. | 15. XI. | 249 | 36 |
| 10.0 | 10. IV. | 20. X. | 193 | 28 | 1. IV. | 26. X. | 209 | 30 |
| 10.6 | 14. IV. | 16. X. | 185 | 26 | - | - | - | - |
| 11.3 | - | - | - | - | 12. IV. | 18. X. | 190 | 27 |
| 20.0 | 2. VII. | 3. VIII. | 32 | 5 | 20. VI. | 30. VIII. | 72 | 10 |

pokazuje i u ovom slučaju da je Sisak nešto hladniji od središta Zagreba. Vegetacijsko mu je razdoblje u prosjeku kraće za tjedan dana, izletničko razdoblje za dva tjedna, a doba ljetne žege od samo pet tjedana samo je 50% trajanja ljetne žege u središnjem dijelu Zagreba.

4.3 Relativna vlaga u zraku

Mjesečni i godišnji srednjak relativne vlage u Sisku za dva razdoblja sadrži tablica 5. Godišnji srednjak relativne vlage (1953—1972) iznosi 80% s najvišom vrijednošću od 89% u prosincu i najnižom vrijednošću od 72% u travnju. Podjednake vrijednosti imaju srednjaci tog elementa i u prethodnom razdoblju. Više vrijednosti relativne vlage u hladnom dijelu godine i niže u toplom dijelu godine obilježje su godišnjeg hoda tog elementa u kontinentalnom dijelu zapadne Hrvatske. To je općenito posljedica dužeg noćnog hlađenja i kraćeg danjeg grijanja zraka u zimskom razdoblju s jedne strane, te obrnutih uvjeta ohlađivanja i zagrijavanja u ljetnom razdoblju. Može se pokazati da travanjski minimum relativne vlage nastaje zbog brzog zagrijavanja zraka u to doba godine, što se zamjećuje u povećanju vrijednosti međumjesečnih razlika temperature zraka (tab. 2). Povećani intenzitet zagrijavanja nije, međutim, praćen i istovremenim porastom gustoće vodene pare u zraku

i to uglavnom zbog još uvijek slabe transpiracije prije i oko početka listanja biljaka (Lukšić, 1984).

Srednja relativna vlaga u Sisku neznatno se razlikuje od relativne vlage u okolnim gradovima i mjestima smještenima u nizini (tab. 12), ali sve te vrijednosti odgovaraju srednjoj relativnoj vlazi za zemljopisnu širinu nizinskoga kontinentalnoga područja zapadne Hrvatske (Haurwitz i Austin, 1944).

4.4. Naoblaka

Podaci o naoblaci predstavljaju rezultat vizualne ocjene dijela neba zastrtog oblacima s obzirom na cijeli nebeski svod, bez obzira na njihovu vrstu. Tablica 6 sadrži mjesečne i godišnji srednjak naoblake u desetinama neba, za tri razdoblja prema (Anonimous, 1971; Pavišić, 1973; Pleško i suradnici 1984).

Srednja godišnja naoblaka u Sisku jest 6,4 desetine (1973—1982) uz najveću srednju naoblaku u prosincu (8,1) i najmanju u kolovozu (4,4). Sisak je dakle u prosjeku više nego poluoblačan. Navedenim vrijednostima Sisak se uvrštava među oblačnije krajeve Hrvatske, a godišnji hod naoblake i amplituda mjesečnih srednjaka u iznosu od 3,7 odgovara uvjetima umjerene kontinentalnosti. Tim uvjetima odgovara i prosječan broj vedrih i

Tablica 5. Mjesečni i godišnji srednjaci relativne vlage zraka, te broja vlažnih i suhih dana Sisak prema (Anonimous, 1971; Pleško, 1984)

Table 5. Monthly and annual means of relative humidity and of the number of wet and dry days, Sisak, according to (Anonimous, 1971; Pleško, 1984)

| Mjesec | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | GOD. |
|----------|---------------------|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|------|------|------|
| | Relativna vlaga (%) | | | | | | | | | | | | |
| 1948-60. | 86 | 80 | 74 | 71 | 73 | 73 | 72 | 73 | 79 | 84 | 85 | 89 | 78 |
| 1953-72. | 88 | 82 | 76 | 72 | 73 | 74 | 74 | 77 | 81 | 83 | 86 | 89 | 80 |
| | Broj suhih dana | | | | | | | | | | | | |
| 1948-60. | - | - | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 1,2 | 1,8 | 0,2 | - | - | - | 5,5 |
| 1953-72. | - | 0,2 | 1,2 | 1,4 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 4,8 |
| | Broj vlažnih dana | | | | | | | | | | | | |
| 1948-60. | 17,2 | 7,8 | 5,5 | 3,5 | 3,4 | 3,1 | 2,7 | 2,4 | 4,0 | 6,7 | 14,4 | 19,0 | 89,7 |
| 1953-72. | 19,8 | 9,5 | 6,6 | 4,3 | 3,7 | 2,8 | 2,6 | 3,1 | 3,2 | 5,7 | 14,7 | 20,8 | 90,8 |

Suhi dani jesu dani s relativnom vlagom jednakom ili manjom od 30% u barem jednom od termina 7, 14 i 21 sat.

Dry days are days with relative humidity 30% or less at least at one of the three observation terms.

Vlažni dani jesu dani s relativnom vlagom jednakom ili većom od 80% u terminu 14 sati.

Wet days are days with relative humidity 80% or more at 14 h.

Tablica 6. Mjesečni i godišnji srednjaci naoblake, te broja vedrih i oblačnih dana, Sisak prema (Anonymous, 1971; Pleško, 1984)

Table 6. Monthly and annual means of cloudiness and of the number of cloudy and clear days, Sisak, according to (Anonymous, 1971; Pleško, 1984)

| Mjesec | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | GOD. |
|-----------------------------|------|------|------|------|-----|-----|------|-------|-----|------|------|------|-------|
| Naoblaka (desetina neba) | | | | | | | | | | | | | |
| 1948-60. | 7,4 | 6,8 | 6,2 | 6,1 | 5,8 | 5,5 | 4,4 | 3,9 | 4,6 | 6,3 | 7,8 | 7,8 | 6,0 |
| 1953-72. | 7,8 | 7,1 | 6,6 | 6,3 | 6,0 | 5,7 | 4,6 | 4,4 | 4,9 | 6,1 | 7,9 | 8,1 | 6,3 |
| 1973-82. | 7,7 | 7,2 | 6,6 | 6,4 | 6,0 | 6,1 | 4,9 | 4,9 | 5,2 | 7,0 | 7,7 | 7,9 | 6,4 |
| Broj vedrih dana (N<2/10) | | | | | | | | | | | | | |
| 1948-60. | 1,7 | 3,1 | 5,6 | 4,3 | 4,5 | 5,2 | 9,5 | 11,2 | 9,2 | 3,9 | 1,8 | 1,7 | 61,7 |
| 1953-72. | 1,8 | 2,2 | 4,4 | 4,1 | 4,2 | 5,0 | 8,8 | 9,0 | 7,8 | 4,1 | 1,4 | 1,2 | 54,0 |
| 1973-82. | 1,6 | 2,8 | 3,0 | 3,5 | 4,3 | 3,2 | 7,1 | 8,3 | 6,0 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 43,2 |
| Broj oblačnih dana (N>8/10) | | | | | | | | | | | | | |
| 1948-60. | 16,7 | 12,1 | 11,8 | 10,1 | 8,6 | 8,2 | 5,3 | 4,3 | 6,8 | 11,1 | 17,0 | 18,5 | 130,5 |
| 1953-72. | 19,0 | 13,1 | 14,0 | 10,6 | 8,7 | 8,8 | 5,7 | 5,6 | 7,1 | 10,4 | 18,1 | 20,3 | 141,4 |
| 1973-82. | 16,6 | 14,2 | 11,8 | 11,8 | 9,0 | 9,0 | 5,4 | 6,0 | 7,5 | 11,0 | 17,0 | 18,8 | 141,1 |

oblačnih dana u godini (43 odnosno 141 dan) u istom razdoblju.

Usporedbom podataka iz tri razdoblja (tab. 6) pokazalo se da se srednja godišnja naoblaka u Sisku lagano povećala tijekom ukupnog vremenskog intervala (1948—1982). Naime, godišnji srednjak naoblake bio je najprije 6,0 (1948—1960), zatim je porastao na 6,3 u razdoblju 1953—1972, odnosno na 6,4 u razdoblju 1973—1982. Do povećanja naoblake došlo je većinom u ljetnim mjesecima. To potvrđuje promjena u srednjem godišnjem broju vedrih a i oblačnih dana (definicija u tablici 6). Broj vedrih dana smanjen je za oko 20 dana (približno -30%) od razdoblja 1948—1960 do razdoblja 1973—1982. Istovremeno je broj oblačnih dana povećan za oko 10 dana na godinu (približno +8%) uz napomenu da se povećanje broja oblačnih dana ističe od kraja zime preko proljeća do kraja ljeta. Povećanje srednje godišnje naoblake utvrđeno je također i u sekularnom nizu zagrebačkih podataka. Povećanje srednje godišnje naoblake zamjećuje se u zagrebačkom nizu već početkom 20. stoljeća i u vezi je prvenstveno s klimatskim fluktuacijama širih razmjera, koje se očituju i na drugim klimatskim elementima (Šinik, 1984; B. i I. Penzar, 1982—1983, Volarić i Lisac, 1984).

4.5. Oborina

Oborina, jedan od najvažnijih elemenata klime, pojavljuje se u raznim oblicima i povremeno. Pod

raznim oblicima misli se na tzv. kišne oborine (kiša, rosulja, kiše koja se smrzava), snježne oborine (susnježica, snijeg, zrnat snijeg, solika, ledene iglice) i oborinu u obliku ledenih zrna (tuča ili grad i sugradica; Anonymous, 1956). Mjere se dnevne količine oborine kišomjerom i izražavaju milimetrima, što odgovara u litrama izraženoj oborinskoj vodi paloj na 1 m^2 (1 m^2 ili $\text{dm}^3 \text{ m}^{-2}$).

Za potrebe klimatologije većinom se koriste srednje mjesečne i godišnje količine oborine, te pluviometrijski kvocijenti za pojedine mjesece (zovu se još i relativni pluviometrijski koeficijenti). Računaju se kao omjeri između relativne količine oborine za pojedini mjesec (mjesečna količina izražena u promilima godišnje količine) i mjesečne količine koja slijedi iz jednolike raspodjele oborine tijekom godine (Zaninović, 1989). U tom računu sadržana je eliminacija utjecaja nejednake duljine mjeseci. Pluviometrijski kvocijenti poprimaju vrijednosti veće ili manje od 1,0 pa se govori o mokrim ili suhim mjesecima, već prema tome pada li u dotičnom mjesecu oborine više ili manje od fiktivne količine pri jednolikoj razdiobi. Ako je pluviometrijski kvocijent jednak 1,0, to znači da je u tom mjesecu količina oborine jednaka količini uz jednoliku razdiobu po mjesecima.

Srednjake mjesečnih i godišnje količine oborine kao i opisane parametre oborine, izvedene iz 30-godišnjeg niza, sadrži tablica 7. Srednja godišnja količina oborine u Sisku prema tom nizu iznosi

Tablica 7. Mjesečne i godišnje količine oborine i vrijednosti oborinskih parametara, Sisak 1953—1982.

Table 7. Mean monthly and annual precipitation amounts and parameters, Sisak, 1953—1982.

| Oborina | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | GOD: | |
|---|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|--|
| Srednja mjesečna količina (mm) | 47 | 47 | 53 | 76 | 83 | 95 | 81 | 89 | 73 | 67 | 87 | 74 | 872 | |
| Maksimalna količina (mm) | 100 | 94 | 92 | 146 | 198 | 175 | 152 | 206 | 145 | 206 | 224 | 190 | 1063 | |
| Minimalna količina (mm) | 3 | 7 | 3 | 15 | 4 | 34 | 30 | 13 | 3 | 0 | 19 | 11 | 587 | |
| Promjenljivost (%) | 206 | 185 | 168 | 172 | 234 | 148 | 151 | 217 | 195 | 307 | 236 | 242 | 55 | |
| Broj dana s oborinom >0,1mm | 13,5 | 11,9 | 12,8 | 13,7 | 13,3 | 13,8 | 11,1 | 11,6 | 11,5 | 12,0 | 13,4 | 14,3 | 152,9 | |
| Gustoća oborine (količina/broj dana s oborinom) | 3,5 | 3,9 | 4,1 | 5,5 | 6,2 | 6,9 | 7,3 | 7,7 | 6,3 | 5,6 | 6,5 | 5,2 | 5,7 | |
| Relativna količina (%) | 54 | 54 | 61 | 87 | 95 | 109 | 93 | 102 | 83 | 77 | 100 | 85 | 1000 | |
| Jednolika razdioba (%) | 85 | 77 | 85 | 82 | 85 | 82 | 85 | 85 | 82 | 85 | 82 | 85 | 1000 | |
| Pluviometrijski kvocijenti | 0,63 | 0,70 | 0,71 | 1,06 | 1,12 | 1,33 | 1,09 | 1,20 | 1,01 | 0,91 | 1,22 | 1,00 | 1,00 | |
| | suhi | | | mokri | | | | | | suhi | | mokri | | |

872 mm. To je količina koja je za 3% manja od srednje godišnje količine oborine u Zagrebu (Grič) u istom razdoblju (Anonymous, 1941—1980). O toj i sličnim razlikama bit će više diskusije u kasnijem odlomku posvećenom komparativnoj analizi sisačkih podataka.

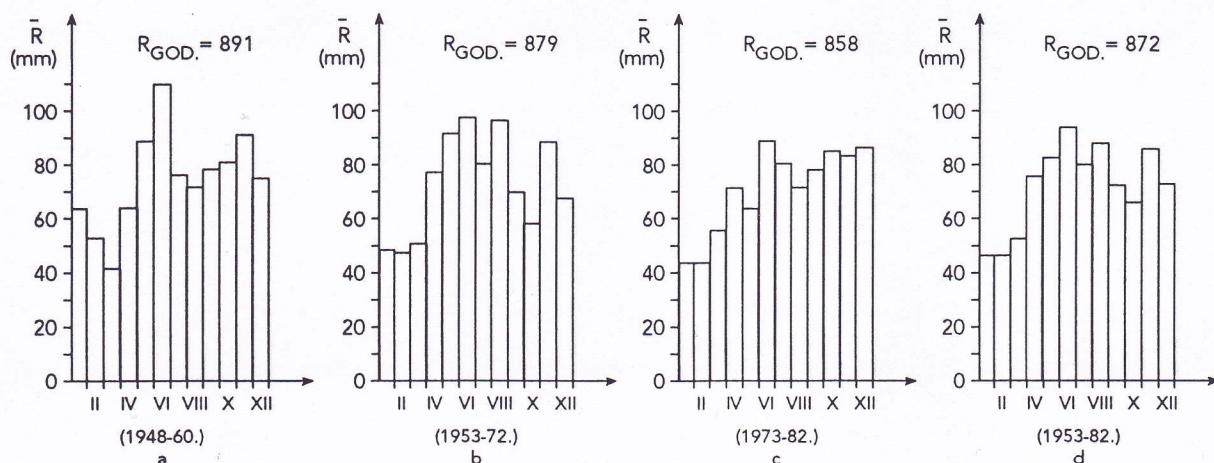
Za poljoprivredu je važno u kojem su dijelu godine mjeseci mokri. Drugim riječima, obilna zimska oborina malo koristi raslinstvu, jer nema dovoljno topline, dok ljetna oborina uz dovoljno topline i vlage te plodno tlo predstavlja optimalne uvjete za razvoj. Vrijednosti pluviometrijskoga kvocijenta za Sisak pokazuju da su svi mjeseci toplog dijela godine mokri (tab. 7). Prema tome, oborinski režim u Sisku pogoduje poljoprivrednoj djelatnosti.

Slika 5. a, b i c prikazuje srednji godišnji hod oborine u Sisku za tri razdoblja koja se dijelom preklapaju, a dijelom nadovezuju, te konačno srednji godišnji hod za ukupno 30-godišnje razdoblje (sl. 5 d). Srednji godišnji hod oborine ima oblik dvostrukog vala s dva minimuma i maksimuma. Prvi glavni maksimum pada u lipanj i to svojstvo lipanj očito zadržava tijekom sva tri razdoblja ukupnog niza podataka. U studenom se javlja sekundarni maksimum, koji međutim gubi na izrazitosti u zadnjem desetljeću (slika 5 c). Najmanje

oborine u prosjeku ima u siječnju i veljači, a jedno smanjenje količine oborine opaža se i sredinom jeseni (listopad). To smanjenje dolazi prvenstveno do izražaja u srednjem razdoblju 1953—1972 (sl. 5 b) i može se povezati s općenitim smanjenjem količine oborine u listopadu, koje je posljedica klimatske fluktuacije što se u našim krajevima pojavila početkom druge polovice 20. stoljeća (Šinik, 1984; B. i I. Penzar, 1982—1983).

4.6. Vjetar

Režim strujanja zraka na nekom mjestu najčešće se opisuje ružom vjetra na 8 ili 16 smjerova, čestinom tišina te čestinom dana s jakim i olujnim vjetrom. Budući da postaja u Sisku nije imala anemograf, podaci o vjetru dobiveni su na temelju vizualnih motrenja smjera i jačine vjetra. Smjer vjetra u času motrenja ocjenjuje se tada pomoću vjetrovne ljestvice (stupnjevi skale označuju se sa B), tj. prema učinku vjetra na predmete u okolici. Kod tako određenih podataka treba računati na subjektivnost u ocjeni, te na približnost slike o režimu vjetra izvedene iz njih zbog nedostajanja one objektivnosti koju daje mjerni instrument.

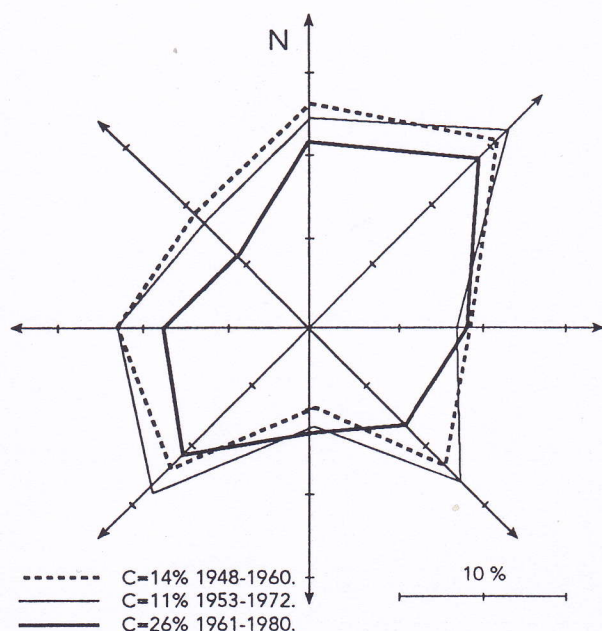


Slika 5. Godišnji hod oborine u Sisku za tri podrazdoblja (a,b i c) i za cjelokupno razdoblje (d)

Figure 5. Main annual run of precipitation in Sisak for three time intervals (a,b and c) and for the entire period (d)

Usporedba rezultata osnovne obrade vjetra za tri razdoblja sadržana u intervalu 1948—1982. otkriva promjene (sl. 6) koje mogu biti posljedica klimatskih fluktuacija ili nehomogenosti niza podataka, jer kao što je već naprijed rečeno, 1956. stanica je preseljena.

Godišnja ruža vjetra (sl. 6), izradena za prvo 13-godišnje razdoblje, pokazuje da se u razdiobi na 8 smjerova čestinom ističu sjeveroistočnjak, jugoisto-

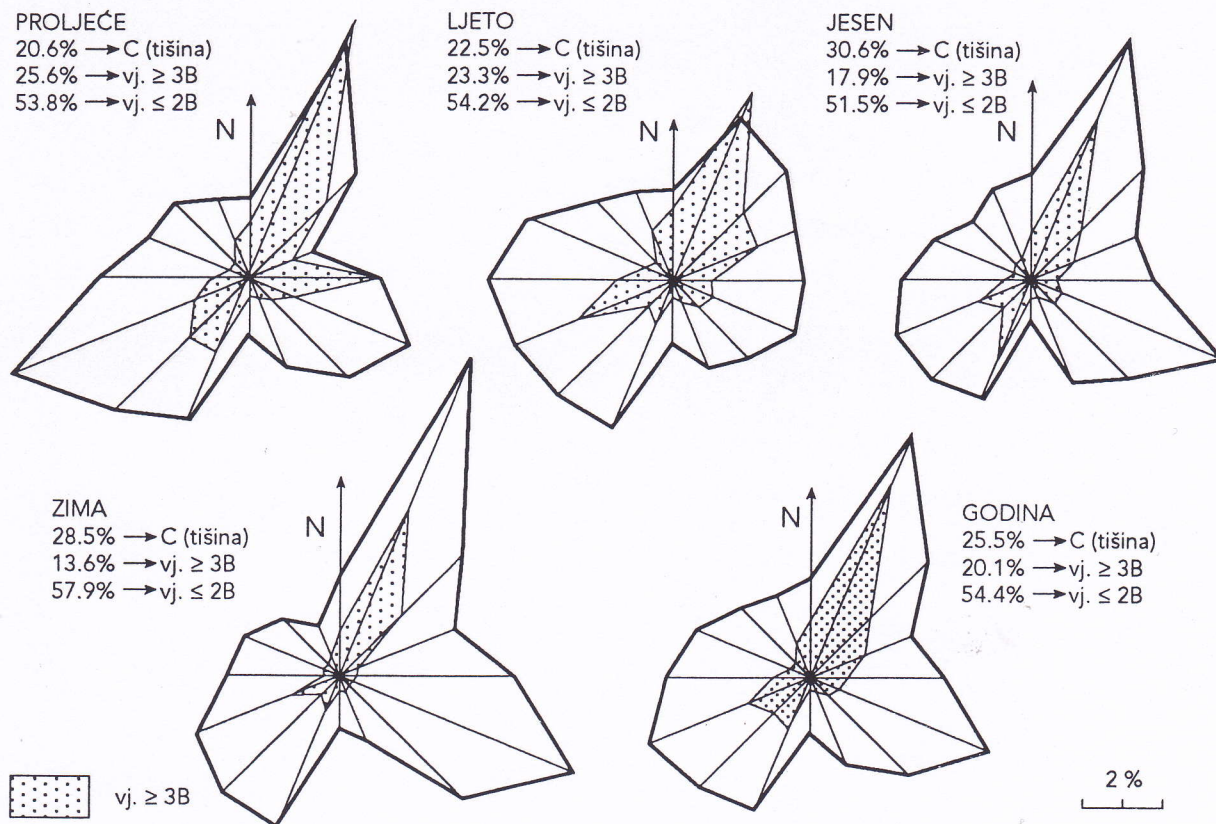


Slika 6. Ruža smjera vjetra za Sisak za tri razdoblja

Figure 6. The wind rose for Sisak, for three time intervals

točnjak i jugozapadnjak. Pri tom se ne misli samo na vjetar is strogo NE, SE i SW smjera, nego na dio čestina smjerova iz cijelog NE, SE i SW kvadranta, uz spomenute smjerove kao prevladavajuće. Iskustvo pokazuje da se u smjerove susjedne prevladavajućem smjeru vjetra može slijevati i vjetar koji je poprimio kratkotrajno susjedni smjer kolebajući oko središnjeg. To se jasnije vidi na ružama vjetra od 16 smjerova (sl. 7). Isticanje sjeveroistočnjaka i jugozapadnjaka ili zapadnjaka karakteristika je režima strujanja u većem dijelu zapadne Hrvatske (Atlas klime SRH), ali pojava jugoistočnjaka posebnost je režima vjetra u Sisku. Sličan oblik ruže vjetra zadržava se i u 20-godišnjem razdoblju 1953—1972, dok u sljedećem 20-godišnjem razdoblju (1961—1980) ruža na 8 smjerova ima nešto jednoličniji oblik, manje ističući već spomenute smjerove vjetra u korist preostalih smjerova i tišina. Međutim, za to isto razdoblje bile su već izradene i detaljnije sezonske i godišnja ruža vjetra (Anonymous, 1971), određene na 16 smjerova i po razredima jačine. Prema njima su za ovaj rad određene sezonske i godišnja ruža vjetra na 16 smjerova i to posebno za jačinu vjetra jednaku ili manju 2 B (ovdje je nazvan vrlo slabim vjetrom), a posebno za jačine 3 B i jače (uključuje slabe, umjerenе, jake i olujne vjetrove prema Beaufortovoj ljestvici). Te ruže (sl. 7) otkrivaju još neka svojstva režima vjetra u Sisku.

Isticanje jugoistočnjaka na godišnjoj ruži od 16 i 8 smjerova proizlazi pretežno od vrlo slabih vjetrova, kako pokazuju i sezonske ruže vjetra na slici 7. Na ruži jačih vjetrova čestinom se ističu samo dva smjera, i to prvenstveno NNE smjer vjetra, a zatim



Slika 7. Sezonske i godišnja ruža smjera vjetra za dvije kategorije jačina vjetra, Sisak 1961—1980 (izrađeno prema Pleško i sur., 1984)

Figure 7. Seasonal and annual wind roses, made for two wind power classes, Sisak 1961—1980, according (Pleško, 1984)

WSW ili SW drugi po isticanju. Za razliku od slabih vjetrova, jugoistočnjak je na ruži jačih vjetrova zanemariv. U proljeće dolazi do istaknutog povećanja čestine jakog istočnjaka.

U Sisku prevladava dakle vrlo slab vjetar i tišine ($\leq 2B$), koji zajedno čine oko 80% slučajeva u višegodišnjem prosjeku (1961—1980), dok preostalih 20% slučajeva otpada na vjetar jednak ili jači od 3 B (slabe, umjerene, jake i olujne vjetrove prema Beaufortovoj ljestvici). Unutar navedenog postotka od 80% vrlo slabi vjetrovi obuhvaćaju oko 54%, dok na tišine otpada 26%, što je znatan

udio.

U studiji Pavišića (1973), koja je izrađena na temelju prethodnog 20-godišnjeg niza (1953—1972), dobiveno je da samo 12% podataka otpada na tišine, što je neznatno manje nego se navodi u karti ruža vjetra s podacima o udjelu tišina u Atlasu klime (Anonimous, 1971). Ta je karta rađena na temelju iste vrste podataka, ali iz prethodnog 13-godišnjeg razdoblja (1948—1960) i prema njoj 14% podataka otpada na tišine u Sisku, što se može uzeti kao nebitna razlika.

Tablica 8. Srednji mjesečni i godišnji broj dana s jakim (6 i 7 B) i olujnim vjetrom (8 B i jači), Sisak, 1953—1982.

Table 8. The monthly and annual mean number of days with strong (6 and 7 B) and gale winds (8 B and more), Sisak 1953—1982.

| Jačina | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X: | XI. | XII. | GOD: |
|--------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|------|------|
| 6-7 B | 0,9 | 2,1 | 2,7 | 3,4 | 2,4 | 2,0 | 2,1 | 1,9 | 1,0 | 1,6 | 1,2 | 1,5 | 22,8 |
| ≥ 8 B | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 2,8 |

Vjetrovitost pojedinog mjesta u prosjeku i tijekom godine, određuje se približno iz srednjeg broja dana s jakim i olujnim vjetrom. Takav podatak sadrži tablica 8, izvedena iz rezultata već navedenih radova. Srednji broj dana s jakim vjetrom od preko 6 B iznosi 25, a najvjetrovitiji su proljetni mjeseci, kad u 3-4 dana mjesečno puše vjetar od 6 B ili jači. Znatno manje ima olujnih vjetrova, tj. samo oko 3 dana na godinu. Jaki i olujni vjetar javlja se pretežno u proljeće i ljeti, ali dok je za jake vjetrove pogodnije proljeće, naročito mjesec travanj, za olujne je vjetrove naprotiv pogodnije ljeto i to mjesec srpanj. Objašnjenje je u tome što je olujni vjetar većinom vezan za lokalnu nestabilnost, za koju su uvjeti razvoja ljeti povoljniji nego u ostalim godišnjim dobima. Nasuprot tome, jaki su vjetrovi prvenstveno vezani za frontalne sinoptičke poremećaje, koji su u umjerenim širinama najintenzivniji koncem zime i u proljeće.

4.7. Značajne meteorološke pojave

Grmljavina 

Grmljavina je prateća pojava olujnog nevremena, izazvana atmosferskim električnim pražnjenjem unutar jednog oblaka, između dva oblaka ili između baze oblaka i tla (grom) i popraćena je zvučnim i svjetlosnim efektom. Kad je olujno nevrijeme udaljeno od postaje, zvučni efekt stiže do postaje kasnije od svjetlosnoga, a može doći samo do zvučnog efekta (grmljenje) ili samo do svjetlosnog efekta (sijevanje). Tablica 9 sadrži mjesečne i godišnji srednjak broja dana kada je na postaji zabilježena bilo koja od navedenih pojava (grmljavina, grmljenje, sijevanje).

Pojava grmljavine vezana je pretežno uz topli

dio godine. Čak preko 60% dana s grmljavinom u godini raspoređuje se na tri ljetna mjeseca.

Tuča 

Tuča je naziv za oborinu koja pada u obliku zrna leda različite veličine i oblika (5 do 50 mm) za olujnog nevremena, pri temperaturi zraka iznad 0 °C. U broj dana s tučom ubrajaju se i dani sa sugradicom (oborina čiji elementi su poluprozirna većinom okrugla zrnca leda, veličine 2-5 mm), sugradica pada redovito kao pljusak, također pri temperaturi zraka iznad 0 °C.

Prosječni godišnji broj dana s tučom u Sisku jest oko 2 dana, što je tek 6% dana s grmljavinom u godini (tab. 9). Tuča uz pojavu grmljavine te jakog i olujnog vjetra, prati vremenski krajnje nestabilne uvjete, karakteristične za olujno nevrijeme. Međutim, sve te pojave ne moraju nastupiti strogo uzevši istovremeno za vrijeme trajanja jednog nevremena. tako se godišnji hod broja dana s tučom razlikuje od godišnjeg hoda ostalih meteoroloških pojava, koje prate olujno nevrijeme. Iz toga proizlazi različitost karaktera npr. proljetnog i ljetnog nevremena, kao najistaknutijih predstavnika nevremena tijekom godine u našim krajevima.

Uvjeti nestabilnosti koji dovode do nevremena javljaju se ili uz frontalne poremećaje ili se razvijaju lokalno. Frontalni su poremećaji pokretni, a toplo doba godine pogoduje njihovom razvoju, iako nisu ograničeni samo na njega. Proljeće je za njih najpovoljnije doba, što je povezano i s uvjetima optimalnima za razvoj sinoptičkih poremećaja u to doba godine (Lisac, 1984). Nasuprot tome, nevrijeme izazvano lokalnim uvjetima nestabilnosti ograničeno je vremenski i prostorno i najčešće se

Tablica 9. Srednji mjesečni i godišnji broj dana sa značajnim meteorološkim pojavama, Sisak: 1948—1960. za grmljavinu i tuču, 1953—1982. za maglu i snijeg na tlu, te 1973—1982. za mraz.

Table 9. The monthly and annual mean number of days with meteorological phenomena in Sisak: days with thunderstorm and hail for the 1948—1960, days with fog and snow cover for 1953—1982, days with frost for the 1973—1982 time interval

| Pojava | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | GOD. |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-------|------|------|------|------|------|
| Grmljavina | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,9 | 5,8 | 7,5 | 7,5 | 5,8 | 3,0 | 1,0 | 0,5 | 0,4 | 34,4 |
| Tuča | • | • | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | • | 2,0 |
| Magla | 10,1 | 7,1 | 3,6 | 1,9 | 2,6 | 1,9 | 3,3 | 7,7 | 12,3 | 12,6 | 9,3 | 9,8 | 82,2 |
| Snijeg na tlu | 17,6 | 10,8 | 4,1 | 0,2 | • | • | • | • | • | • | 2,3 | 10,8 | 45,8 |
| Mraz | 17,3 | 13,7 | 12,5 | 5,6 | 0,7 | 0,1 | • | • | 0,6 | 5,0 | 11,5 | 14,3 | 81,3 |

razvija u drugoj polovini dana u toplom dijelu godine. Priroda razvoja proljetnog i ljetnog nevremena može stoga biti različita i složena, iz čega proizlazi i različitost njihovoga pojavnoga karaktera. Prema navedenim sisačkim podacima, za proljetno nevrijeme značajni su prvenstveno jak vjetar, rijetko olujni i ponekad tuča. Ljetno pak nevrijeme značajno je prvenstveno po grmljavini i jakom vjetru, koji može poprimiti olujnu jačinu češće nego u proljeće te uz moguću pojavu tuče.

Magla

Dan s maglom jest onaj dan kad je horizontalna vidljivost manja od 1 km u bilo kojem smjeru od motritelja. Magla se u Sisku pojavljuje u oko 82 dana godišnje (tab. 9) pri čemu na hladno doba godine otpada 74% od svih dana s maglom (mjeseci od rujna do veljače).

Snježni pokrivač

Kad je više od polovine tla prekriveno snježnim pokrivačem, uzima se da je to dan sa snijegom na tlu. U Sisku ima prosječno 46 takvih dana na godinu, koji su obuhvaćeni 6-mjesečnim razdobljem od studenog do travnja (tab. 9).

Mraz

Kristalići leda koji se hvataju tla ili predmeta na tlu za vedrih, mirnih i hladnih noći (kad se tlo ohladi ispod 0 °C) čine mraz. Pojava je mraza važna zbog posljedica koje ostavlja na poljoprivrednim kulturama, naročito dok su u fazi klijanja ili cvata. To je također pojava vezana prvenstveno za hladni dio godine, ali je moguća i u mjesecima prijelaznih godišnjih doba, prvenstveno noću i u jutarnjim satima. U razdoblju 1973—1982. u Sisku je zabilježen prosječno 81 dan s mrazom koji se raspoređuje kroz veći dio godine osim kroz ljetne mjesece srpanj i kolovoz (tab. 9).

Tijekom promatranog razdoblja 1948—1982. podaci o značajnim meteorološkim pojavama u Sisku pokazuju promjene. Tako je došlo do smanjenja broja dana s grmljavinom, jakim vjetrom, maglom i snijegom na tlu, dok je povećan broj dana s mrazom. Proučavanje takvih promjena provodi se u okviru proučavanja fluktuacija klime, koje mogu biti manje ili više značajne kao i posljedica lokalnog utjecaja.

5. NEKI OD INDEKSA KLIME I POKAZATELJA TIPA KLIME

Mnoga klimatska istraživanja teže upoznavanju djelovanja klime na život, bilo da se radi o čovjeku, životinji ili biljci. Pri tom niti jedan osnovni klimatski element (tlak zraka, temperatura zraka, oborina i dr.) sam za sebe ne može u tu svrhu poslužiti na zadovoljavajući način. Umjesto toga pristupa se određivanju tzv. složenih ili kombiniranih parametara ili indeksa, koji se izvode iz nekoliko osnovnih klimatskih elemenata. Ima različitih indeksa klime i bioklime (npr. indeks ohlađivanja, indeks suhoće, faktor sparine itd.) ovisno o kombinaciji raznih osnovnih elemenata i o specifičnosti postavljenog problema (Zaninović, 1989). Takvim indeksima osjeta vremena odgovaraju rasponi vrijednosti unutar kojih se poznaju glavne osobine ponašanja čovjeka, bilja i dr., čime se postiže mogućnost usporedbe rezultata, neki od njih služe i kao osnova za klasifikaciju klime, kao npr. indeks ohlađivanja za bioklimatsku klasifikaciju tipova klime po Conradu (Zaninović, 1989). Za Sisak je određeno nekoliko indeksa da bi se mogao primijeniti opis klimatskih uvjeta i tipa klime s posve klimatološkog stanovišta i kao prilog sa stanovišta primijenjene klimatologije.

Walterov klima dijagram (sl. 8) prikazuje odnos temperature i oborine u promatranom razdoblju, koji je važan sa stanovišta poljoprivrede. U dijagram se na os ordinata unosi vrijednost mjesečnog srednjaka temperature (°C) i količine oborine (mm) u odnosu 1:3 ili 1:2. Dio godine u kojem se oborinska krivulja nalazi ispod temperaturne krivulje uzima se kao suho doba godine. Ako je dijagram ucrtan s omjerom 1:3, to se doba uzima kao umjereno sušno, a ako je crtano s omjerom 1:2, uzima se kao jaka suša. Slika 8 pokazuje klima-dijagram za Sisak crtano u omjeru 1:3. Činjenica da je oborinska krivulja cijele godine iznad temperaturne znači da u toplom dijelu godine, koje obuhvaća i vegetacijski period, tlo prima dovoljno vode za rast bilja.

Indeks ohlađivanja smatra se bioklimatskim elementom i računa prema Hillovoj formuli (Zaninović, 1989):

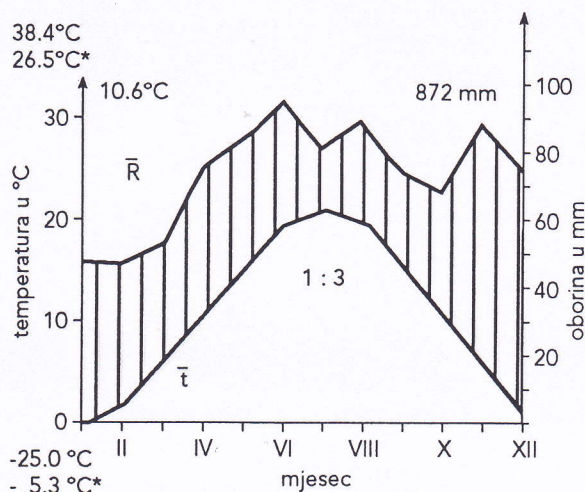
$$I_1 = (0,20 + 0,40 v^{1/2}) \cdot (36,5 - t) \quad \text{za } v \leq 1,$$

$$I_1' = (0,13 + 0,47 v^{1/2}) \cdot (36,5 - t) \quad \text{za } v \geq 1 \text{ ili}$$

$$I_2 = 41,868 \cdot I_1 \quad \text{za } v \leq 1$$

$$I_2' = 41,868 \cdot I_1' \quad \text{za } v \geq 1$$

Pri tom je:



Slika 8. Walterov klima-dijagram, Sisak 1953-1982. Lijevo od vertikalne osi upisani su apsolutni i srednji ekstremi temperature, a brojevi unutar grafikona označuju višegodišnji srednjak temperature i količine oborine. * Podatak se odnosi na razdoblje 1953-1972.

Figure 8. Walters clima-diagram, Sisak 1953-1982, the numbers to the left of the ordinate are absolute and mean temperature extrema, the numbers inside the graph are the long time air temperature and precipitation annual mean. * The data relate to the 1953-1972 time interval.

I_1 i I_1' = indeks ohlađivanja u $\text{mcalcm}^{-2}\text{s}^{-1}$,
 I_2 i I_2' = indeks ohlađivanja u $\text{Jm}^{-2}\text{s}^{-1}$,
 v = brzina vjetrova u ms^{-1} ,
 t = temperatura zraka u $^{\circ}\text{C}$.

Pokazalo se da postoji izrazita povezanost između brojčanih vrijednosti indeksa ohlađivanja i osje-

ta topline većeg broja ljudi. Na temelju te činjenice V. Conrad izradio je bioklimatsku podjelu klime prema srednjim vrijednostima indeksa ohlađivanja (tab. 10).

Tablica 11 sadrži srednje sezonske vrijednosti indeksa ohlađivanja za Sisak i radi uspoređenja za Zagreb. U Sisku prevladava kroz veći dio godine blago podražajna klima uz koju dolazi do izražaja osjet svježine, dok je ljeti klima u Sisku poštena uz prevladavanje osjećaja toplog vremena. U Zagrebu se međutim poštena klima produžuje i u jesen.

5.1. Ugodnost klime

V. Olgyay (Mather, 1974) konstruirao je nomogram i definirao tzv. zonu ugodnosti, koja odgovara temperaturi $20\text{--}28^{\circ}\text{C}$ i relativnoj vlazi $15\text{--}70\%$, unutar koje se čovjek osjeća ugodno na otvorenom i u zatvorenom prostoru jednako odjeven u laganu odjeću, dok sjedeći obavlja neki lakši posao. Zona ugodnosti jest ograničeni dio nomograma na kojem se, u slučajevima gdje se traži veća preciznost, mogu uvažiti i korekcije zbog utjecaja sunčeve radijacije, brzine vjetrova i apsolutne vlage. Vremenski uvjeti definirani vrijednošću temperature, relativne vlage i drugim meteorološkim elementima, predstavljeni su na nomogramu jednom točkom. Ako ta točka padne unutar zone ugodnosti, vremenski se uvjeti uzimaju kao povoljni. Primjenu je E. Smith (1979) pojednostavnio upotrijeblivši samo podatke mjesečnih srednjaka maksimalne dnevne temperature zraka i relativne vlage u

Tablica 10. Klasifikacija klime i osjeta topline prema vrijednostima indeksa ohlađivanja.

Table 10. Climatic types and the heat sensation scale, based on Hill's cooling power values

| Conradovi tipovi klime | Indeks ohlađivanja | | Schmitdova ljestvica osjeta topline |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | $\text{mcalcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | $\text{Jm}^{-2}\text{s} \cdot 10^2$ | |
| prehladna | 60 | 24.7 | izvanredno hladno |
| | 50 | 20.7 | vrlo hladno |
| jako podražajna | 40 | 16.7 | hladno |
| blago podražajna | 30 | 12.6 | |
| poštena | 20 | 8.4 | svježje |
| | 15 | 6.3 | blago |
| pretopla | 10 | 4.2 | toplo |
| | 5 | 2.2 | vruće |
| | | | neugodno vruće |

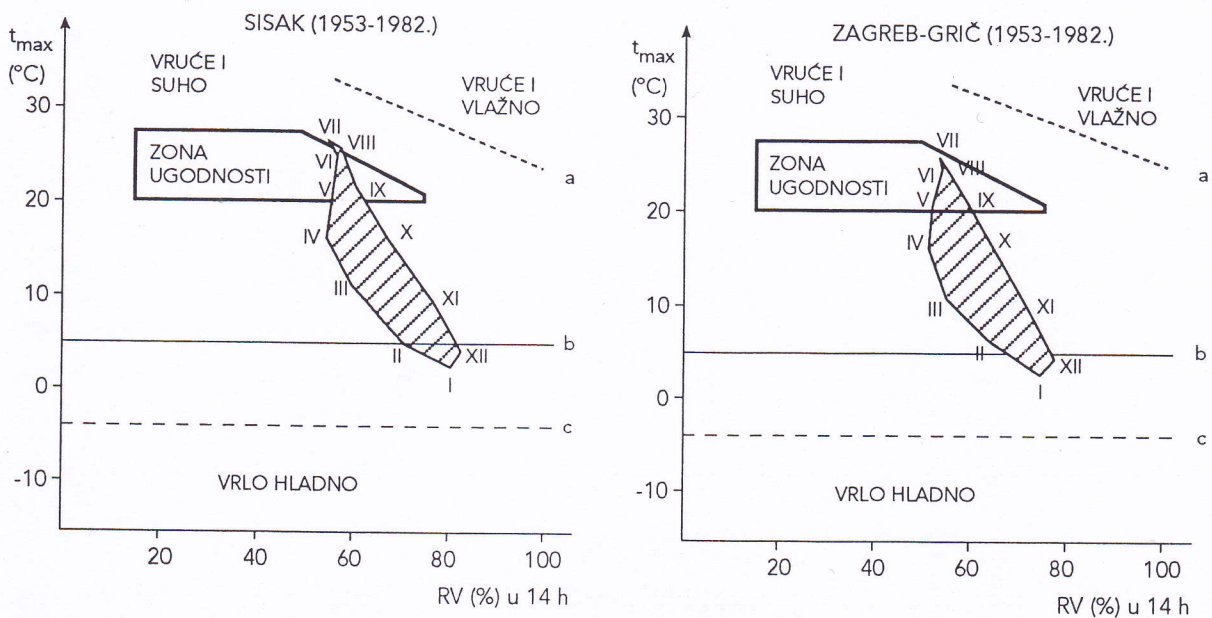
Tablica 11. Sezonske vrijednosti indeksa ohlađivanja u $\text{Jm}^{-2}\text{s}^{-1} \cdot 10^2$ i $\text{mcalcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (unutar zgrade).Table 11. Seasonal values of Hill's cooling power in $\text{Jm}^{-2}\text{s}^{-1} \cdot 10^2$ and $\text{mcalcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (inside brackets)

| | Razdoblje | Proljeće | Ljeto | Jesen | Zima | Godina |
|-------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| Sisak | 1961-80. | 9,6 (23) | 5,9 (14) | 9,2 (22) | 12,2 (29) | 9,2 (22) |
| Zagreb-Grič | 1931-40. | 9,6 (23) | 5,5 (13) | 8,0 (19) | 11,8 (28) | 8,7 (21) |

14 sati. Takvi uvjeti prevladavaju poglavito sredinom dana, a mogu se uzeti kao optimalni i u prosjeku za pojedini mjesec. Zona ugodnosti opisana je na nomogramu četverokutom, koji je dijelom izdužen (sl. 9). Što veći broj točaka padne unutar zone ugodnosti (od kojih svaka predstavlja pojedini mjesec u godini), to su klimatski uvjeti mjesta povoljniji.

Slika 9 prikazuje uvjete ugodnosti za Sisak i Zagreb-Grič (prema pojednostavnjenu Smithovu nomogramu). Površina opisana krivuljom t-RV za Sisak ulazi tek manjim dijelom u zonu ugodnosti i

to kroz mjesec svibanj, lipanj i rujan, dok točke za srpanj i kolovoz padaju u zonu vrućih i vlažnih uvjeta vremena. To međutim ne isključuje mogućnost da nizovi dana, pojedini dani odnosno dijelovi dana, kalendarski unutar razdoblja smanjene ugodnosti, budu svrstani kao kratkotrajno ugodna razdoblja, ako im pripadna točka t-RV padne unutar zone ugodnosti. Razdoblje ugodnosti prema srednjim mjesečnim vrijednostima u Zagrebu traje kroz svih pet mjeseci od svibnja do rujna. Međutim, krivulja t-RV za obje postaje spušta se kroz zimske mjesece dosta nisko prema zoni neugodno hladnih i vlažnih uvjeta.



Slika 9. Razdioba ugodnosti za Sisak i Zagreb-Grič, prema zoni ugodnosti po Smithu.

- a - granica umjerene aktivnosti čovjeka
- b - granica neaktivnosti čovjeka unatoč toploj odjeći
- c - granica povoljnih uvjeta za rast bilja

Figure 9. The climate comfort time interval for Sisak and Zagreb-Grič, according to Smith's comfort zone nomogram:

- a - medium human activity limit,
- b - human inactivity (in spite of warm clothes),
- c - plant growth limit

5.2. Tip klime po Köppenu

Jedna od najčešće primjenjivanih klasifikacija klime jest tzv. Köppenova klasifikacija. Ta klasifikacija klimatskih tipova fizikalno je utemeljena, a u praksi je lako provediva i utvrđuje se jednoznačno iz numeričkih podataka srednjih mjesečnih i godišnjih vrijednosti temperature zraka i količine oborine za dulje razdoblje (30 godina i više). Tip klime označuje se tzv. klimatskom formulom, koja se sastoji od nekoliko slova. Za Sisak takva klimatska formula ima pet slova: "Cfwbx".

C jest oznaka za umjereno toplu kišnu ili šumsku klimu, f znači da nema izrazito suha razdoblja u oborinskom režimu tijekom godine, slovo w znači da najmanje oborine pada zimi, slovo b поближе opisuje karakter godišnjeg hoda temperature, tj. da je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca u godini manja od 22 °C, ali i da barem četiri mjeseca u godini imaju srednju temperaturu iznad 10 °C, i konačno x znači da oborinski režim sadrži dva kišovitija razdoblja, koja su doduše slabo izražena kako kaže slovo f, ali se u godišnjem hodu oborine ipak naziru, i to u ranom ljetu i kasnoj jeseni (sl. 5). Područja koja u svojoj klimatskoj formuli sadrže slova C, f i b (takva se klima zove još i klima bukve), prevladavaju u kopnenim dijelovima Hrvatske (Haurwitz i Austin, 1944; B. i I. Penzar, 1982—1983; Volarić i Lisac, 1984).

6. OBILJEŽJA KLIME SISKA U ODNOSU NA OKOLNO PODRUČJE

Glavna obilježja klime u Sisku uklapaju se u opće klimatske uvjete zapadnog dijela Panonske nizine. To se vidi iz srednjih godišnjih vrijednosti klimatskih elemenata i parametara za Sisak i okolno područje (tab. 12). Podaci usporedbe potječu iz 13-godišnjeg razdoblja, kao prvog niza obrađenih poratnih podataka meteoroloških postaja u Hrvatskoj, koji su poslužili za prikaz klime Hrvatske (Anonymous, 1971). Za uspoređenje je odabrano osam mjesta i gradova bližeg (Topusko, Petrinja, Lipovljani i Garešnica) i daljeg (Karlovac, Zagreb-Grič, Božjakovina i Bjelovar) područja Siska, razmještenih na udaljenosti do pedesetak kilometara od grada. Razmještaj prikazuje slika 1.

Za područje bliže Sisku izračunat je područni srednjak i odstupanje Siska od tog srednjaka. Odstupanja srednjih godišnjih vrijednosti temperature i relativne vlage zraka, te broja suhih dana manja su od 3% i mogu se uzeti kao slučajna. Za

šest elemenata i parametara područno odstupanje jest 3-6%. to se odnosi na količinu oborine, naoblaku, globalno sunčevo zračenje (podaci sunčeva zračenja dobiveni su računom iz podataka o naoblaci prema I. Penzar u Prikazu klime SR Hrvatske jer meteorološka postaja u Sisku nije imala instrument za taj element), broj dana s količinom oborine jednakom ili većom od 0,1 mm, broj dana sa snijegom na tlu i broj toplih dana. To su još uvijek nevelika odstupanja i mogu biti slučajne naravi, ali i posljedica prostorne različitosti klimatskih uvjeta. Za ispitivanje porijekla takvih odstupanja potrebna je analiza izvornih podataka, što ovaj rad ne sadrži pa se ovdje na ta odstupanja samo upozorava.

Usporedba klimatskih parametara Siska te bližeg i daljeg područja (tab. 12) dovela je do nekoliko bitnih saznanja. Godišnji srednjak temperature zraka za Sisak neznatno je veći od područnog srednjaka (mjesta u neposrednoj blizini) i to za oko +2,0 stupnja C ili 2%. Istovremeno, taj je srednjak za gotovo 1 stupanj C odnosno za 7% niži od srednjaka za zagrebačko središnje područje (Zagreb-Grič) koje je zbog postojanja toplinskog otoka (Makjanić, 1977), toplije od gradske periferije. Međutim, neki kasnije navedeni parametri indirektno pokazuju da je sisačko gradsko središte također toplije od periferije grada, što znači vjerojatnost za postojanje toplinskog otoka čime treba računati zbog razvoja industrije, porasta stanovništva i sadašnje veličine grada. Nadalje, temperaturna razlika između Siska i Zagreba održava se preko cijele godine i stalna je iz godine u godinu (sl. 4) u promatranom razdoblju. U raspravi o temperaturnim razlikama Sisak-Zagreb treba imati na umu da je Opservatorij Zagreb-Grič smješten na mjestu koje nadvisuje okolni teren za oko tridesetak metara. Prema tome će porastu prosječne temperature doprinositi i temperaturne inverzije česte noću i zimi. Temperaturna razlika Sisak-Zagreb postaje neznatna ako se za usporedbu uzmu podaci zagrebačkih perifernih postaja (Maksimir 10,6 °C, Podsused 10,7 °C, Lučko 10,4 °C). Podaci Opservatorija predstavljaju međutim sekularni niz meteoroloških podataka, koji se redovito publiciraju (Anonymous, 1941—1980), te je pristup do njih olakšan i često se uzimaju za uspoređivanje.

Analogno temperaturi zraka pojavljuje se bitna razlika i među godišnjim srednjacima relativne vlage za Sisak i Zagreb-Grič te iznosi +8%, što je +10% izraženo u postotku sisačkog srednjaka (tab. 12). Razlika se i u tom slučaju zadržava kroz cijelu godinu i s istim predznakom, i također proizlazi iz smještaja Opservatorija Zagreb-Grič. Godišnji

Tablica 12. Godišnji srednjaci osnovnih klimatskih elemenata i parametara za Sisak i nekoliko gradova i mjesta u zapadnoj Hrvatskoj prema (Anonimous,1971), područni srednjak odnosi se na mjesta u bližoj okolici Siska: Petrinja, Topusko, Lipovljani i Garešnica. Podaci potječu iz razdoblja 1948-1960.

Table 12. Annual mean values of climatic elements and parameters for Sisak and several towns and places in western Croatia, according (Anonimous,1971), the areal means relate to the 1948-1960 time interval and to places in the closer surrounding of Sisak (Petrinja, Topusko, Lipovljani, Garešnica)

| Element | Sisak | Područni srednjak | Odstupanje Siska od pod. sred. % | Karlovac | Zagreb-Grič | Božjakovina | Bjelovar |
|---|-------|-------------------|----------------------------------|----------|-------------|-------------|----------|
| Nadmorska visina (m) | 98 | - | - | 112 | 157 | 110 | 141 |
| Temperatura (t °C) | 10,9 | 10,7 | +2 | 11,0 | 11,7 | 10,2 | 10,3 |
| Relativna vlaga (RV %) | 78 | 79 | -1 | 77 | 70 | 79 | 80 |
| Oborina (R mm) | 891 | 925 | -4 | 1121 | 874 | 922 | 813 |
| Naoblaka (N 1/10) | 6,0 | 5,7 | +5 | 6,2 | 6,0 | 5,4 | 6,1 |
| Globalno sunčevo zračenje $10^4 \cdot Jm^{-2} dan^{-1}$ | 1160 | 1221 | -5 | 1160 | 1189 | 1298 | 1160 |
| Broj dana s: | | | | | | | |
| $R \geq 0,1$ mm | 143 | 138 | +4 | 149 | 148 | 136 | 130 |
| snijeg na tlu | 33 | 34 | -3 | 40 | 30 | 40 | 34 |
| suhi dani $RV \leq 30\%$ | 5,5 | 5,6 | -2 | 7,0 | 7,9 | 2,4 | 2,3 |
| vlažni dani $RV \geq 80\%$ | 90 | 99 | -9 | 82 | 64 | 105 | 90 |
| vedri dani $N < 2/10$ | 62 | 68 | -9 | 55 | 62 | 82 | 59 |
| oblačni dani $N > 8/10$ | 131 | 119 | +10 | 135 | 134 | 108 | 125 |
| hladni dani $t_m < 0^\circ C$ | 78 | 88 | -11 | 83 | 57 | 95 | 98 |
| topli dani $t_M \geq 25^\circ C$ | 76 | 81 | -6 | 85 | 74 | 73 | 77 |
| vrući dani $t_M \geq 30^\circ C$ | 19 | 22 | -14 | 24 | 17 | 16 | 18 |
| topla noć $t_m \geq 20^\circ C$ | 1 | 0,5 | +100 | 0,7 | 7 | 0,2 | 0,2 |

t_m - minimalna temperatura °C

t_M - maksimalna temperatura °C

srednjak relativne vlage u Sisku se istovremeno tek neznatno razlikuje od srednjaka zagrebačkih perifernih postaja (Maksimir 81%, Podsused 78%, Lučko 80%).

Smanjeni iznos količine oborine u Sisku (-4%), prema područnom srednjaku, u skladu je sa smanjenim brojem dana sa snijegom na tlu (-3%), ali je istovremeno u suprotnosti s povećanom naoblakom (+5%), te znatno povećanim brojem oblačnih dana (+10%) i povećanim brojem dana s oborinom (+4%). Smanjenje količine oborine je izraženo i prema daljem okruženju Siska odnosno prema Karlovcu, Božjakovini, Bjelovaru. Iznimka je Zagreb-Grič, koji u tom istom razdoblju ima čak manje oborine nego Sisak, dok je na zagrebačkim perifernim postajama istovremeno izmjereno više

oborine nego u Sisku (Anonimous, 1971) ali 30-godišnji srednjak količine oborine za Zagreb-Grič ima također veći iznos od takvog srednjaka za Sisak. Naime, srednja godišnja količina oborine za razdoblje 1953—1982. u iznosu od 872 mm (tab. 7) jest za 3% manja od srednje godišnje količine oborine za Zagreb-Grič u istom razdoblju (Anonimous 1941—1980). Smanjenje je neveliko, ali dobiva na važnosti zbog duljine niza podataka. Prema podacima iz razdoblja 1973—1982. (Anonimous, 1971), u Sisku je zabilježena količina oborine također u smanjenom iznosu (858 mm) i prema dvije meteorološke postaje u neposrednoj blizini (Sunja 984 mm i Petrinja 978 mm). Ponavljanje stalnog smanjenja količine oborine u Sisku nebi trebalo zanemariti u budućim istraživanjima posebnosti klime u Sisku.

Razlika u broju dana za sedam daljnjih klimato-loških pojava i parametara kreće se najčešće oko $\pm 10\%$. Tako je u Sisku smanjen broj vlažnih ali i vedrih dana te hladnih, toplih i vrućih dana u usporedbi s bližim okolnim područjem (definicija u tablici 12). Naročito povećan broj dana s toplom noći ukazuje na razvoj toplog otoka nad središnjim dijelom grada Siska, što znači i razvoj urbane klime.

Podaci o broju vjetrovitih dana te broju dana s grmljavinom, tučom, mrazom i maglom nisu uključeni u tablici 12 jer su pri usporedbi pokazali prevelike i neujednačene razlike te se dovodi u pitanje njihova usporedivost, prije prethodnog ispitivanja homogenosti njihovih nizova.

7. PREGLED REZULTATA BITNIH ZA OPIS KLIME U SISKU

Klimatske se prilike u Sisku uklapaju u opće klimatsko obilježje zapadnog dijela Panonske nizine. Sisačko područje nalazi se unutar pojasa umjerenih širina s izraženim godišnjim dobima i gdje se miješaju utjecaji euroazijskog kopna, Atlantika i Sredozemlja. To se očituje tako da u nekim pokazateljima klime dolazi blago do izražaja maritimnost, a u drugim kontinentalnost klime, pri čemu niti jedno od rečenih obilježja ne prevladava bitno.

Srednji tlak zraka u Sisku iznosi 1000.4 hPa uz standardnu devijaciju od 0,9 hPa. Godišnji hod tlaka tipičan je za kontinentalni dio Zapadne Hrvatske i obilježen je višim vrijednostima u hladno doba, a nižim u toplo doba godine.

Sisak se svrstava među toplija mjesta, što leže u blizini paralele od 45°N . Srednja temperatura zraka od $10,6^{\circ}\text{C}$ jest za 1 stupanj C viša od srednje temperature što odgovara području oko te paralele. Temperaturna je anomalija izrazitija zimi i iznosi $1,4$ stupnja C, a u toplom dijelu godine ona se smanjuje, da na prijelazu od ljeta u jesen poprimi čak negativnu vrijednost od oko $-0,3$ stupnja C. To se pripisuje blagom maritimnom utjecaju na klimu u Sisku. Maritimnost klime uz to je izražena u relativno maloj vrijednosti indeksa kontinentalnosti, koji iznosi 29% (općenito $0-100\%$ za izrazito maritima odnosno kontinentalna područja). Termodromički kvocijent u iznosu 0 odaje simetriju godišnjeg hoda temperature zraka u Sisku, ne ističući dakle niti jedno od rečenih obilježja klime (u maritimnom podneblju taj kvocijent ima negativne vrijednosti, a u kontinentalnom pozitivne).

Najviša zabilježena temperatura zraka u razdoblju 1953—1982. jest $38,4^{\circ}\text{C}$, a najniža $-25,0^{\circ}\text{C}$, tako da raspon temperaturnih vrijednosti u tom razdoblju iznosi $63,4$ stupnjeva C. Temperaturni ekstremi nastupaju u siječnju i srpnju, što je oko mjesec dana iza zimskog odnosno ljetnog solsticija, a to je uz znatan iznos amplitude, opće obilježje godišnjeg hoda temperature zraka u području umjerenog pojasa. 30-godišnje razdoblje (1953—1982) temperature nešto je hladnije od prethodnog desetljeća. Zahlađenje je započelo u ranim 50-tim godinama i bilo je oko pola stupnja godišnje do 1956. (računajući prema godišnjim srednjacima). Krajem navedenog razdoblja, vidljiv je blagi porast srednjih godišnjih temperatura. Te promjene, evidentne i drugdje, mogu se povezati s činjenicom da je sredinom stoljeća u umjerenim širinama europskog kontinenta došlo do promjene u sustavu atmosferske cirkulacije.

Godišnji srednjak relativne vlage u zraku iznosi 80% s najvišom vrijednošću od 89% u prosincu i najnižom od 72% u travnju. Te vrijednosti odgovaraju srednjoj relativnoj vlazi za zemljopisnu širinu nizinskog kopnenog područja zapadne Hrvatske.

Srednja godišnja naoblaka u Sisku iznosi 6,3 desetina uz najveću naoblaku u prosincu (8,1) i najmanju u kolovozu (4,4). Sisak je dakle u prosjeku više nego poluoblačan i time se uvrštava među oblačnije krajeve u Hrvatskoj.

Srednja godišnja količina oborine u Sisku jest 872 mm, što je za oko 4% manje od srednje godišnje količine oborine za mjesta i gradove šireg okolnog područja Siska. Srednji godišnji hod oborine ima oblik dvostrukog vala s dva para ekstrema. Glavni maksimum oborine jest u lipnju, a sekundarni u studenom. Najmanje oborine pada u siječnju i veljači, uz ponovo smanjenje u listopadu. Glavnina oborine pada u toplo doba godine i to pogoduje poljoprivredi. U vegetacijskom periodu (koji traje 35 tjedana) tlo primi prema Walterovu klima-dijagramu dovoljne količine oborinske vode za dobar razvoj poljoprivrednih kultura.

Prema srednjoj godišnjoj ruži vjetra (8 smjerova) i preciznijim sezonskim ružama vjetra (16 smjerova), čestinom se ističe sjeveroistočnjak, jugozapadnjak i jugoistočnjak. Isticanje sjeveroistočnjaka i jugozapadnjaka (ljeti i zapadnjaka) karakteristika je sustava strujanja u većem dijelu zapadne Hrvatske. Međutim, pojava jugoistočnjaka posebnost je režima vjetra u Sisku. Tom jugoistočnom vjetru čitave godine jačina ne prelazi 2 B. Vrlo slab vjetar do uključivo 2 B i tišine čine zajedno 80% opaža-

nja vjetra u Sisku, a ostatak od samo 20% pripada ostalim jačinama vjetra, tj. 3B i više. Iz toga proizlazi da samo 25 dana prosječno u godini ima obilježje vjetrovitog dana, tj. kad je vjetar jačine 6 B ili jači, a prosječno tek u tri dana godišnje zapuše olujni vjetar (jačina 8 B ili jači).

U Sisku ima prosječno 34 dana s grmljavinom i oko 2 dana s oborinom u obliku tuče godišnje. Grmljavina i pljuskovita oborina u obliku tuče ili sugradice kao i pojava jakog i olujnog vjetra pokazatelj su izrazite nestabilnosti atmosfere, i obilježja su prvenstveno za toplo doba godine (konac proljeća, ljeto, početak jeseni).

Hladni dio godine (konac jeseni, zima, početak proljeća) ima povećanu čestinu magle, mraza i pojave trajnog snježnog pokrivača. Srednji broj dana s maglom u 30-godišnjem razdoblju jest 82 dana na godinu, i predstavlja povišenu vrijednost u odnosu na okolno područje. Broj dana sa snijegom na tlu jest 46 dana na godinu, a prosječan broj dana s mrazom jest 81 dan na godinu.

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime, koja se temelji na srednjim vrijednostima i istovremenim karakteristikama godišnjeg hoda temperature i oborine, Sisak ima tip klime opisan formulom "Cfwbx". To je umjereno topla kišna klima, bez izrazito suhih razdoblja i tipična za kopneni dio Hrvatske.

Prema Conradovoj bioklimatskoj klasifikaciji, na temelju vrijednosti indeksa ohlađivanja, kroz veći dio godine u Sisku prevladava blago podražajna klima. Ljeti je klima u Sisku poštena uz prevladavajući osjećaj toplog vremena. Od ukupno pet mogućih tipova, među kojima su dva izrazito nepovoljna, u Sisku prevladavaju dakle dva izrazito povoljna tipa te klasifikacije klime.

Primjenom nomograma po B. Smithu (pojednostavnjen nomogram po Olgayyu) dobiveni su uvjeti tzv. klimatske ugodnosti kroz mjesec svibanj, lipanj i rujna, dok vrijednosti spomenutih elemenata za srpanj i kolovoz padaju u zonu vrućih i vlažnih, dakle neugodnih uvjeta vremena. Vrijednosti temperature i relativne vlage u ostalim mjesecima nalaze se također u zoni smanjene ugodnosti, a zimski mjeseci nalaze se u zoni neugodno hladnih i vlažnih uvjeta. Međutim nizovi dana ili pojedini dan, odnosno dijelovi dana, iako kalendarski unutar razdoblja smanjene ugodnosti, mogu se uvrstiti u kratkotrajna razdoblja klimatski povoljnih uvjeta.

Zahvala

Zahvaljujemo recenzentu dr. N. Pleško na diskusiji i korisnim primjedbama koje smo sa zadovoljstvom uvažili. Također zahvaljujemo gospodinu Z. Matici na trudu pri izradi slika i grafikona.

8. LITERATURA

- Anonimous, 1941—1980: Meteorološki izvještaji. *Opservatorij Zagreb-Grič*, Geofizički zavod PMF Sveučilišta u Zagrebu.
- Anonimous, 1953—1982: Meteorološki godišnjak. *Savezni hidrometeorološki zavod*, Beograd.
- Anonimous, 1956: Uputstvo za osmatranja i mjerenja na meteorološkim stanicama. *Savezni hidrometeorološki zavod*, Beograd.
- Anonimous, 1971: Klimatski podaci SR Hrvatske. Građa za klimu Hrvatske, razdoblje 1948—1960. *Republički hidrometeorološki zavod*, Zagreb.
- Anonimous, 1971: Atlas klime SR Hrvatske, *Republički hidrometeorološki zavod*, Zagreb.
- Anonimous, 1981: Atlas klime SFR Jugoslavije. *Savezni hidrometeorološki zavod*, Beograd.
- Haurwitz, B. i J. M. Austin, 1944: Climatology. *McGraw Hill Book Comp. Inc.* New York, London.
- Lisac, I., 1984: Vjetar u Zagrebu. Prilog poznavanju klime grada Zagreba II. *Geofizika* Vol. 1, Zagreb, 47—130.
- Lukić, I., 1984: Vlažnost zraka u Zagrebu. Prilog poznavanju klime grada Zagreba II. *Geofizika* Vol. 1, Zagreb, 1-45.
- Makjanić, B., 1977: Kratki prikaz klime Zagreba. Prilog poznavanju klime grada Zagreba I. *Radovi* III Ser. Br. 18, Zagreb, 125—182.
- Mather, J. R., 1974: Climatology Fundamentals and Applications. *McGraw Hill Book Comp.* New York, London.
- Pavišić, A., 1973: Klimatske prilike Siska. *Elaborat izrađen u Hidrometeorološkom zavodu za potrebe Metalurškog kombinata Željezare Sisak*, 40 str.
- Penzar, B., 1977: Temperatura. Prilog poznavanju klime grada Zagreba I. *Radovi* III Ser. Br. 18, Zagreb, 35-57.
- Penzar, B. i I. Penzar, 1978: Razvoj mreže meteoroloških stanica u Hrvatskoj u 19. stoljeću. M6-4. *Republički hidrometeorološki zavod*, Zagreb, 45 str.
- Penzar, B. i I. Penzar, 1982—1983: Prikaz godišnjeg hoda oborine u Hrvatskoj pomoću Köppenove sheme. *Radovi*, 17—18, Zagreb, 3—11.
- Pleško, N. i suradnici, 1984: Prikaz klimatskih prilika šireg područja grada Siska. *Studija izrađena u Repu-*

- bličkom hidrometeorološkom zavodu Zagreb za potrebe Metalurškog fakulteta u Sisku*, 48 str.
- Smith, B., 1979: The Comfort Zone, Chinook, 61-72.
- Šinik, N., 1984: Lokalni klimatski model naoblake i temperature zraka s primjenom na Zagreb. *Republički hidrometeorološki zavod*, Zagreb, 24 str.
- Volarić, B. i I. Lisac, 1984: Klimatska podjela Hrvatske prema značajkama godišnjeg hoda temperature zraka. *Radovi* 19, Zagreb, 3—11.
- Zaninović, K., 1989: Bioklimatske karakteristike Zagreba. *Rasprave* 18, 17-27.
- WMO/OMM: Climatological Normals (CLINO) for Climat and Climat Ship stations for the Period 1931—1960. No. 117, TP. 52.m