

NEKE ZNAČAJKE KLIME OTOKA VISA

Some Climate Features of the Island of Vis

dr. sc. Kristina Krklec

Agronomski fakultet, Zavod za pedologiju
Sveučilište u Zagrebu
E-mail: kristina.krklec@yahoo.com

doc. dr. sc. Sanja Lozić

Odjel za geografiju
Sveučilište u Zadru
E-mail: slozic@unizd.hr

prof. dr. sc. Dražen Perica

Odjel za geografiju
Sveučilište u Zadru
E-mail: dperica@unizd.hr

UDK 551 (497.5)(210.7 VIS)

Sažetak

Klimatske značajke otoka Visa, zbog njegova geografskog položaja, pod snažnim su utjecajem mora. Analizirani podatci za razdoblje od 1981. do 2009. godine pokazuju pozitivni uzlazni trend vrijednosti srednje godišnje temperature zraka i srednje godišnje količine oborina, pa su u obrnuto proporcionalnom odnosu sa srednjim godišnjim vrijednostima vlage zraka.

Kretanje vrijednosti temperature i relativne vlage zraka u promatranom razdoblju uglavnom je u skladu s podacima za šire područje Sredozemlja (izuzev istočni dio). Kretanje vrijednosti srednje godišnje količine oborina nije u skladu s podacima za šire područje Sredozemlja, gdje se količina oborina uglavnom smanjuje.

U višegodišnjem hodu temperature i oborina postoji velika varijabilnost, osobito izražena u višegodišnjem hodu ljetnih oborina, što potencira negativan utjecaj ljetne sušnosti u godinama kad je odstupanje od prosjeka negativno.

Ključne riječi: temperatura zraka, relativna vlažnost, oborine, promjene klime, otok Vis.

Abstract

Due to the geographical position of the island of Vis, its climate features are under the strong impact of the sea. The data analysed for the period between 1981. and 2009. show positive rising trend of mean annual air temperature and mean annual precipitation, and they are inversely proportional to mean annual humidity.

Changes in the values of air temperature and humidity (in the period analysed) are mainly in accordance with the data for the Mediterranean region (except from its eastern part). The changes of the values of mean annual precipitation are not in accordance with the data for the Mediterranean region where the amount of precipitation is mainly decreasing.

In the period analysed, there is a great variability of air temperature and precipitation values which is more pronounced in summer precipitation, which emphasizes the negative impact of summer aridity in the years when the deviation from the average is negative.

Key words: air temperature, humidity, precipitation, climate change, the island of Vis

UVOD / Introduction

Poznavanje klimatskih značajka nekog prostora važno je s obzirom na to da je klima pokretač egzogenih geomorfoloških procesa, a time i oblikovanja reljefa. Također, to je od izuzetnoga značenja za vegetaciju, značajke tla, vode i drugo.

Zbog svojega geografskog položaja (udaljenosti od okolnih otoka i kontinentalnog kopna), klimatske značajke otoka Visa pod snažnim su utjecajem mora. Prikazane vrijednosti dobivene su iz podataka Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) za meteorološku postaju Komiža za razdoblje 1981. – 2009.

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime (koja se temelji na odlikama srednjega godišnjeg hoda temperature zraka i oborina) područje otoka Visa, te viškog arhipelaga obilježava „Csa“ tip klime [4]. To je osnovni tip klime sredozemnih obala a karakteriziraju je suha vruća ljeta i blage i kišovite zime („klima masline“). U oznaci klime „Csa“, slovo „C“ označava umjereno toplu kišnu klimu kakva vlada u velikom dijelu umjerenih geografskih širina i kojoj odgovara srednja temperatura najhladnijeg mjeseca viša od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ i niža od $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. U toplom dijelu godine (travanj - rujan) prevladavaju sušniji uvjeti, a najsuši mjesec ima manje od 40 mm oborina i manje od trećine najkišovitijeg mjeseca u hladnom dijelu godine (oznaka „s“). Oznaka „a“ označava vruća ljeta sa srednjom temperaturom najtoplijeg mjeseca višom od $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ i s više od četiri mjeseca u godini sa srednjom mjesečnom temperaturom višom od $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

METODE RADA / Methodology

Za potrebe rada analizirani su klimatski podaci o temperaturi, relativnoj vlazi i oborini s meteorološke postaje Komiža iz razdoblja od 1981. – 2009. godine. Prilikom analize korištene su statističke metode računanja linearnih trendova i kliznih srednjaka. Također,

primijenjena je metoda analize i usporedbe godišnjeg hoda temperature i oborine s dostupnim podacima za pojedine dijelove Sredozemlja kao i Sredozemlje u cjelini. Cilj ovakvog pristupa jest kompleksnije i potpunije sagledavanje klimatskih značajki istraživanog područja, uz osvrt na promjene klime, zasebno i u kontekstu Sredozemlja.

TEMPERATURA ZRAKA / Air temperature

Temperatura zraka stupanj je toplinskog stanja atmosfere, to jest mjera za količinu toplinske energije koju atmosfera posjeduje. Ona ovisi o količini topline koju Zemljina površina prima neposredno od Sunca, pa je stoga temperatura zraka na pojedinome mjestu primarno uvjetovana geografskom širinom mjesta, godišnjim dobom i stanjem atmosfere. Od velike su važnosti i drugi klimatski modifikatori, kao što je nadmorska visina (reljef), raspodjela kopna i mora o kojoj ovisi stupanj kontinentalnosti ili maritimnosti itd.

Atmosfera se zagrijava Sunčevim zračenjem, koje u manjoj mjeri neposredno zagrijava atmosferu, te apsorpcijom dugovalnog zračenja Zemljine površine (u većoj mjeri), zbog toga ovisi i o vrsti podloge, obliku reljefa, strujanju zraka i udaljenosti od mora ili većih vodenih površina. Morska se površina sporije hladi i grije nego kopno, a utjecaj mora na temperaturu zraka očituje se u sporome jesenskom ohlađivanju i još sporijem proljetnom zagrijavanju.

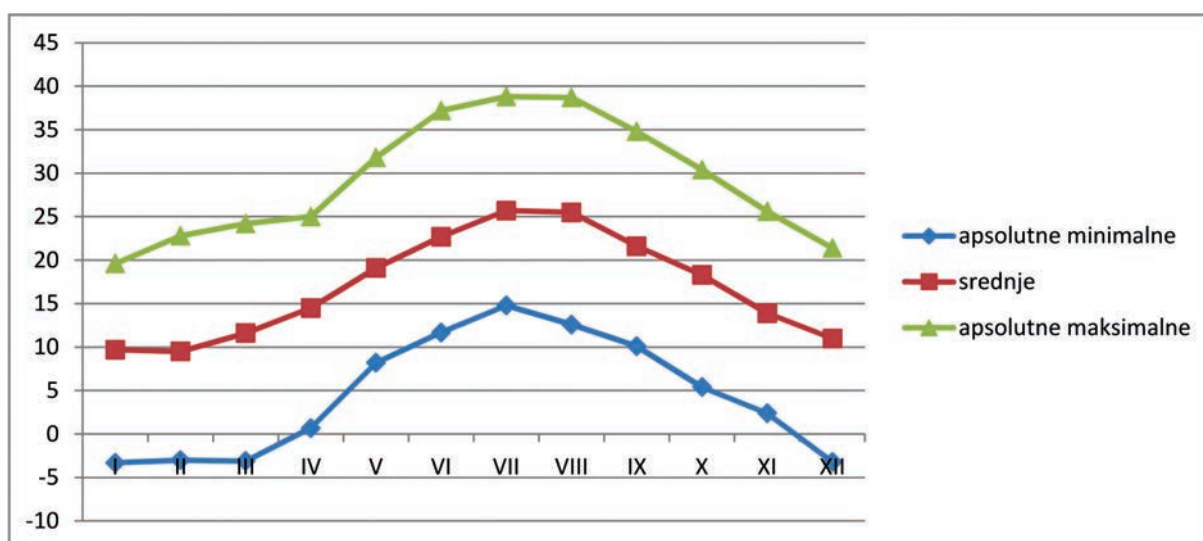
Temperature zraka na otoku Visu, prema srednjim mjesečnim vrijednostima (tabl. 1., sl. 1.), pokazuju termički utjecaj mora jer su jesenske temperature nešto više od onih izmjerenih u proljeće (zbog sporijeg hlađenja mora u usporedbi s kopnom).

Maksimalna temperatura zraka zabilježena je 24. srpnja 2007. i iznosila je $38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, dok je minimalna temperatura zraka bila 25. siječnja 2000. i iznosila je $-3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tablica 1. Apsolutne minimalne, apsolutne maksimalne i srednje mjesečne vrijednosti temperature zraka ($^{\circ}\text{C}$) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiža u razdoblju 1981. – 2009.

Table 1. Absolute minimal, absolute maximal and mean month values of air temperature measured on meteorological station of Komiža in the period from 1981.-2009.

Mjesec	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Apsolutne minimalne	-3,3	-3	-3,1	0,7	8,2	11,7	14,8	12,6	10,1	5,4	2,4	-3,2
Srednje	9,7	9,5	11,6	14,5	19,1	22,7	25,7	25,5	21,6	18,3	13,9	11
Apsolutne maksimalne	19,6	22,8	24,2	25	31,8	37,2	38,8	38,7	34,8	30,4	25,6	21,4



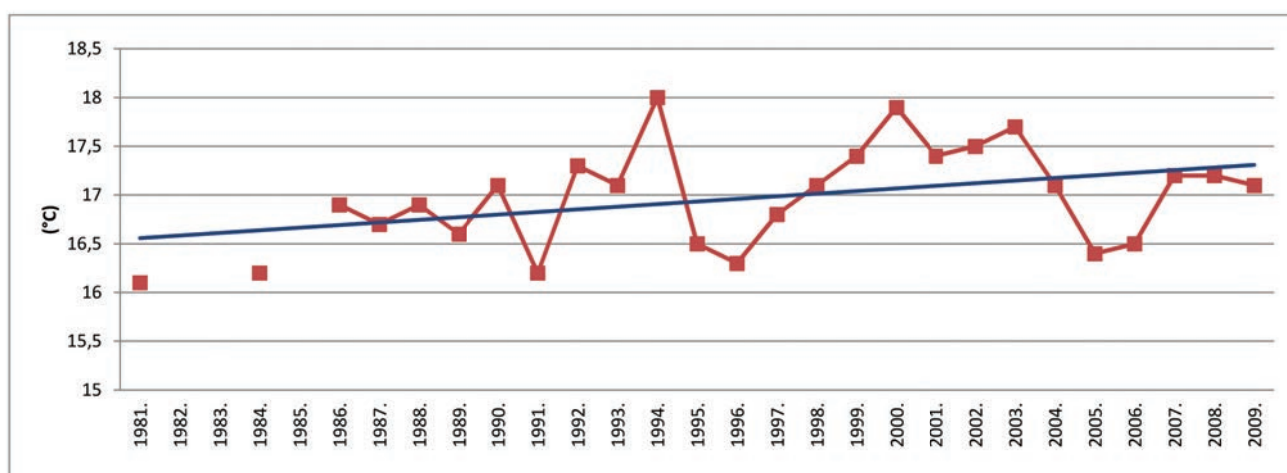
Slika 1. Apsolutne minimalne, apsolutne maksimalne i srednje mjesečne vrijednosti temperature zraka (°C) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

Table 1. Absolute minimal, absolute maximal and mean month values of air temperature measured on meteorological station of Komiža in the period from 1981 - 2009

Srednja temperatura zraka za razdoblje 1981. – 2009. iznosi 17 °C, a srednje godišnje vrijednosti temperature zraka varirale su od 16,1 °C (1981. godine) do 18 °C (1994. godine) (sl. 2.). Iako srednje godišnje vrijednosti temperature zraka variraju, vidljiv je trend porasta temperature (plava linija na sl. 2.), to jest u razdoblju 1981. – 2009. srednja godišnja vrijednost temperature zraka porasla je za 0,73 °C (razlika između

početne i završne točke trenda), što se može pripisati globalnom zagrijavanju, ali vjerojatno i nekim drugim čimbenicima.

To potvrđuju i podatci o trendovima srednje godišnje temperature zraka za 108-, 100-, 75-, 50- i 25-godišnje razdoblje za meteorološku postaju Hvar. Podebljani su trendovi signifikantni na razini od 5% (tabl. 2.) [4].



Slika 2. Srednje godišnje vrijednosti temperature zraka (°C) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiža u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 2. Mean annual values of air temperatures (C) measured on the meteorological station of Komiža in the period from 1981 - 2009

Tablica 2. Trendovi srednje godišnje temperature zraka na Hvaru za 108-, 100-, 75-, 50- i 25-godišnje razdoblje. Podebljano su prikazani trendovi signifikantni na razini od 5% [4].

Table 2. Trends of mean annual temperatures of air on the island of Hvar for 108-, 100-, 75-, 50-, and 25-year period. Trends significant on the level of 5% are shown in bold (4)

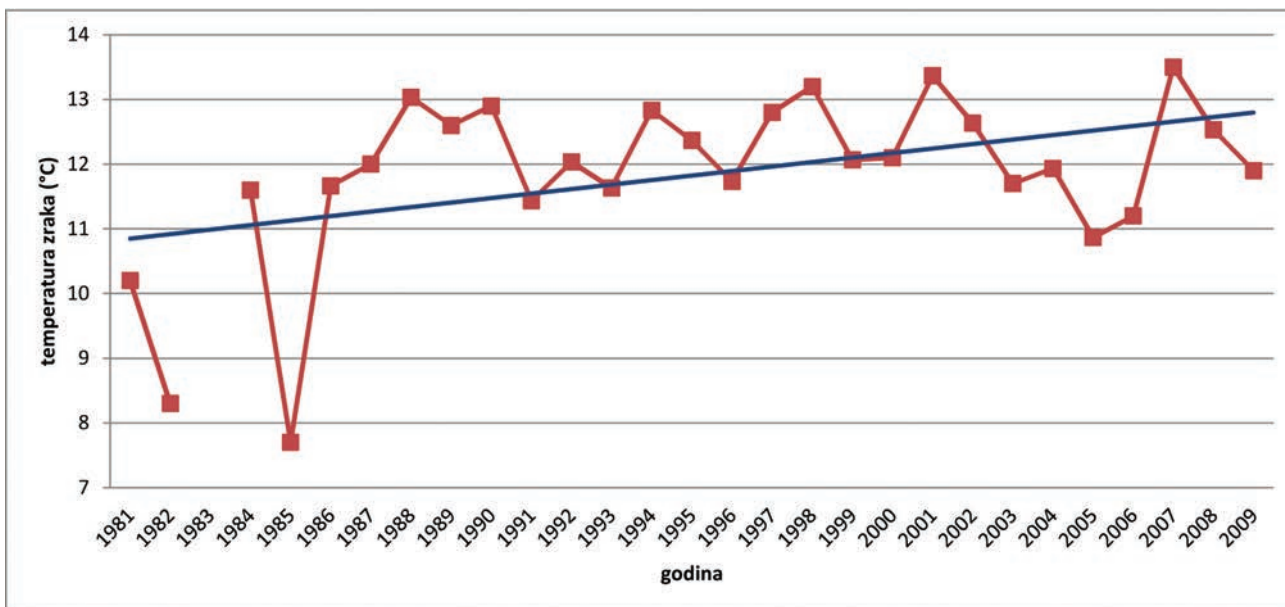
Razdoblje	Hvar
1901. - 2008. (108 god.)	+0,06
1909. - 2008. (100 god.)	+0,05
1934. - 2008. (75 god.)	+0,06
1959. - 2008. (50 god.)	+0,12
1984. - 2008. (25 god.)	+0,35

Zanimljiva je usporedba srednjih godišnjih, zimskih i ljetnih vrijednosti temperature zraka u Komiži (u razdoblju 1981. – 2009., sl. 3. i 4.) s podacima za Sredozemlje u razdoblju 1960. – 2000. (sl. 5.). Iako se ne radi o identičnim razdobljima, dostatno su vremenski bliska da se može uočiti generalna podudarnost trendova porasta temperature. Na slici 5. prikazani su podatci za Sredozemlje u cjelini, zatim

za zapadno, središnje i istočno Sredozemlje. Jasno se može uočiti trend porasta temperature na zapadnome i središnjem dijelu Sredozemlja u zimskom i u ljetnom razdoblju kao i na godišnjoj razini. Iznimka je istočni dio Sredozemlja, gdje su trendovi silazni u zimskom periodu i na razini cijele godine, dok je u ljetnom razdoblju stagnacija [6], [7].

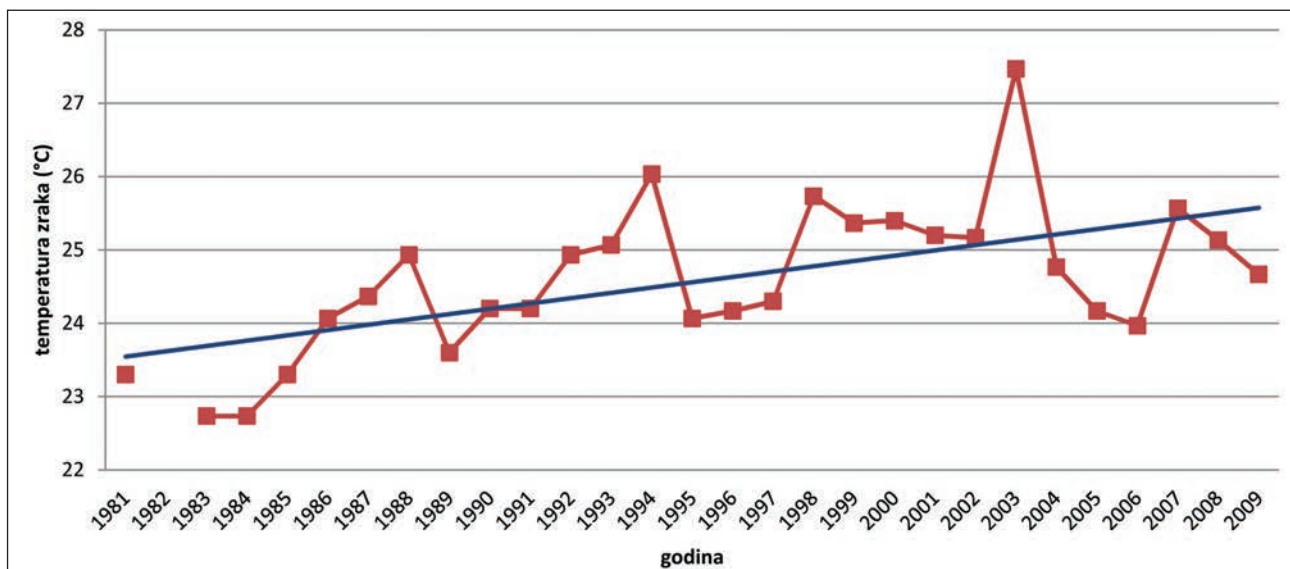
Na otoku Visu, u promatranom razdoblju zabilježen je porast zimskih temperatura za 1,9 °C (sl. 3.). Ljetne također pokazuju pozitivan trend, tj. porast od 2,0 °C (sl. 4.), s nešto izraženijom varijabilnošću nego što je to za zimske temperature. Iz tih podataka jasno je da na rast srednjih godišnjih vrijednosti temperatura na Visu u najvećoj mjeri utječe porast zimskih i ljetnih.

Ovi se rezultati uglavnom podudaraju s podacima za Sredozemlje (izuzev istočnog dijela, gdje je zabilježen pad godišnjih i zimskih temperatura) (sl. 5.); međutim, postoje i neke razlike. Na Visu je porast zimskih i ljetnih temperatura približno ujednačen, dok je na Sredozemlju u cjelini, kao i na njegovu zapadnome i središnjem dijelu, porast temperatura veći ljeti (osobito od 1980. godine na središnjem Sredozemlju). To upućuje na postojanje specifičnih čimbenika koji utječu na klimatske prilike jadranskog područja, što pokazuju i druga istraživanja [7].



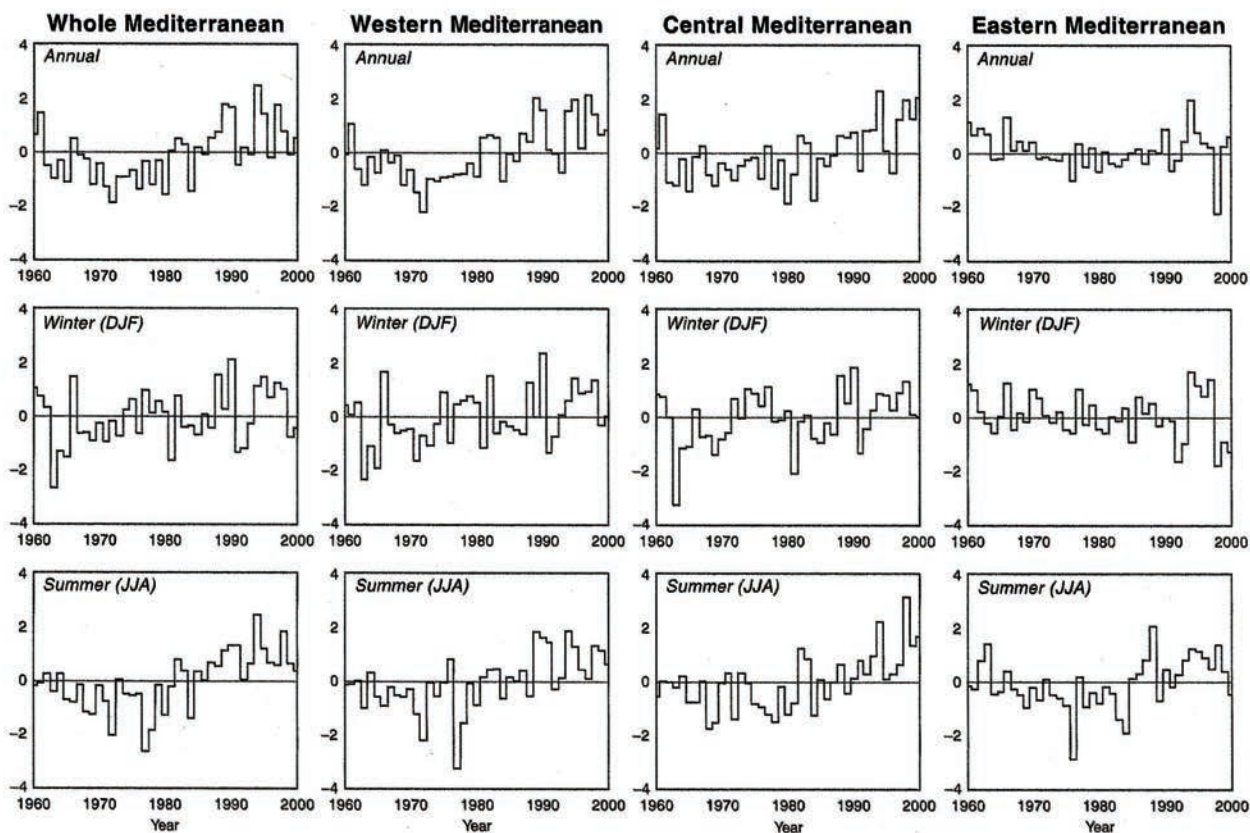
Slika 3. Srednje godišnje vrijednosti zimske temperature zraka (°C) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 3. Mean annual values of winter air temperature (°C) measured at the meteorological station of Vis in the period from 1981 - 2009



Slika 4. Srednje godišnje vrijednosti ljetne temperature zraka (°C) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 4. Mean annual values of summer air temperature (C) measured at the meteorological station of Vis in the period from 1981 -2009



Slika 5. Godišnje, zimske (DJF) i ljetne (JJA) temperature na cijelom području Sredozemlja te na zapadnome, središnjemu i istočnom dijelu u razdoblju 1960. - 2000. izražene standardnim devijacijama [6], [7]

Figure 5. Annual winter and summer temperatures on the whole area of the Mediterranean and on west, central and east part in the period from 1960 - 2000 expressed by standard deviations (6), (7)

RELATIVNA VLAŽNOST ZRAKA / *Relative air humidity*

Stupanj zasićenosti zraka vodenom parom iskazuje se relativnom vlažnošću zraka. Ona označava odnos vodene pare koja se nalazi u određenom trenutku u zraku i maksimalno moguće količine što je zrak može primiti pri dotičnoj temperaturi da bude zasićen. Mijenja se prostorno i vremenski (ovisi o geografskoj širini i reljefu), te ima svoj dnevni godišnji hod. U prosjeku višu relativnu vlažnost zraka imaju tereni koji pogoduju hlađenju tla i zraka ili predjeli gdje se zadržava hladan zrak, jer je u hladnom zraku i relativna vlažnost veća [22]. Zbog toga je na planinama, u mrazištima i udubljenim terenima relativna vlažnost zraka visoka.

Na otoku Visu srednja vrijednost relativne vlage zraka za razdoblje 1981. – 2009. iznosila je 64%,

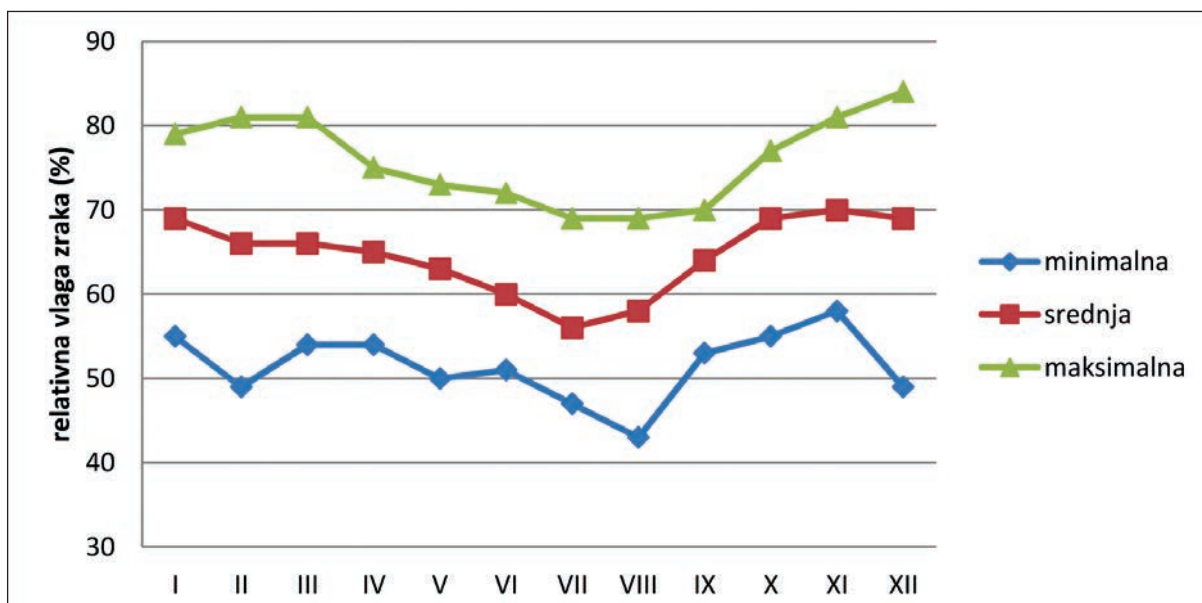
a iz srednjih mjesečnih vrijednosti relativne vlage zraka (tabl. 3.) za isto razdoblje vidljiva je negativna korelacija s temperaturama (tabl. 1.).

Srednje mjesečne vrijednosti relativne vlage zraka (tabl. 3., sl. 6.) pokazuju sezonsku varijaciju, to jest više su u hladnom dijelu godine, a niže u toplome. Maksimum relativne vlažnosti u 10., 11., 12. i 1. mjesecu posljedica je znatne ciklonalne aktivnosti u jeseni i zimi, popraćene povećanjem naoblake i padanjem oborina, ali i dugoga noćnog hlađenja i kratka danjeg zagrijavanja zraka. U najtoplijim mjesecima, 6., 7. i 8., relativna vlažnost je najmanja, što je posljedica izostanka kratkotrajnih prodora svježeg zraka koji ljeti često prolaze sjevernom Hrvatskom, donoseći oblake i kišu, a teško se i rijetko prebacuju preko planina na Jadran [22].

Tablica 3. Minimalne, srednje i maksimalne mjesečne vrijednosti relativne vlage zraka (%) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

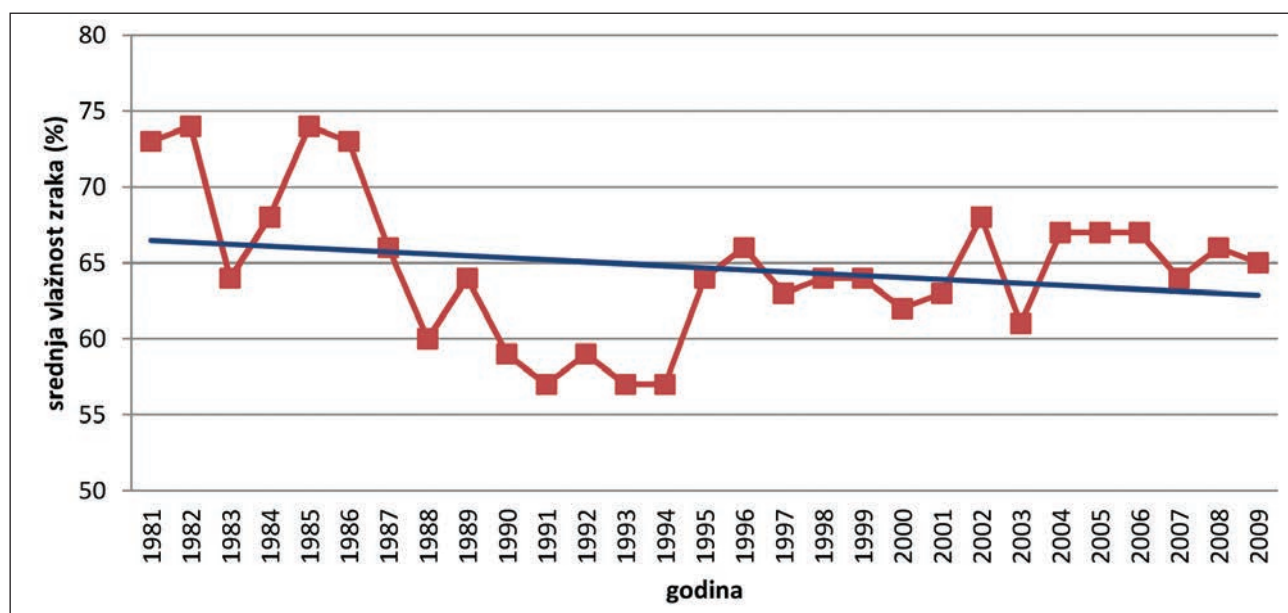
Table 3. Minimal, mean and maximal month values and relative air humidity measured on the meteorological station of Komiža in the period from 1981 – 2009

Mjesec	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Minimalna	55	49	54	54	50	51	47	43	53	55	58	49
Srednja	69	66	66	65	63	60	56	58	64	69	70	69
Maksimalna	79	81	81	75	73	72	69	69	70	77	81	84



Slika 6. Minimalne, srednje i maksimalne mjesečne vrijednosti relativne vlage zraka (%) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 6. Minimal, mean and maximal month values and relative air humidity measured on the meteorological station of Komiža in the period from 1981 – 2009



Slika 7. Srednje godišnje vrijednosti relativne vlage zraka (%) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 7. Mean annual values of relative air humidity (%) measured on the meteorological station of Komiža in the period from 1981 - 2009

Najviša srednja godišnja vrijednost relativne vlage zraka u razdoblju 1981. – 2009. zabilježena je 1982. i 1985. godine i iznosila je 74%. U istom razdoblju najniža srednja godišnja vrijednost relativne vlage zraka bila je 1991., 1993. i 1994. godine i iznosila je 57% (sl. 7.).

U analiziranom razdoblju uočljiv je trend opadanja srednjih godišnjih vrijednosti relativne vlage zraka (sl. 7.) u iznosu od 3,5%, što je u negativnoj korelaciji s trendom porasta temperature (sl. 4.).

OBORINE / Precipitation

Prostorni i vremenski režim oborina jedna je od najvarijabilnijih klimatskih karakteristika. Njihova pojava

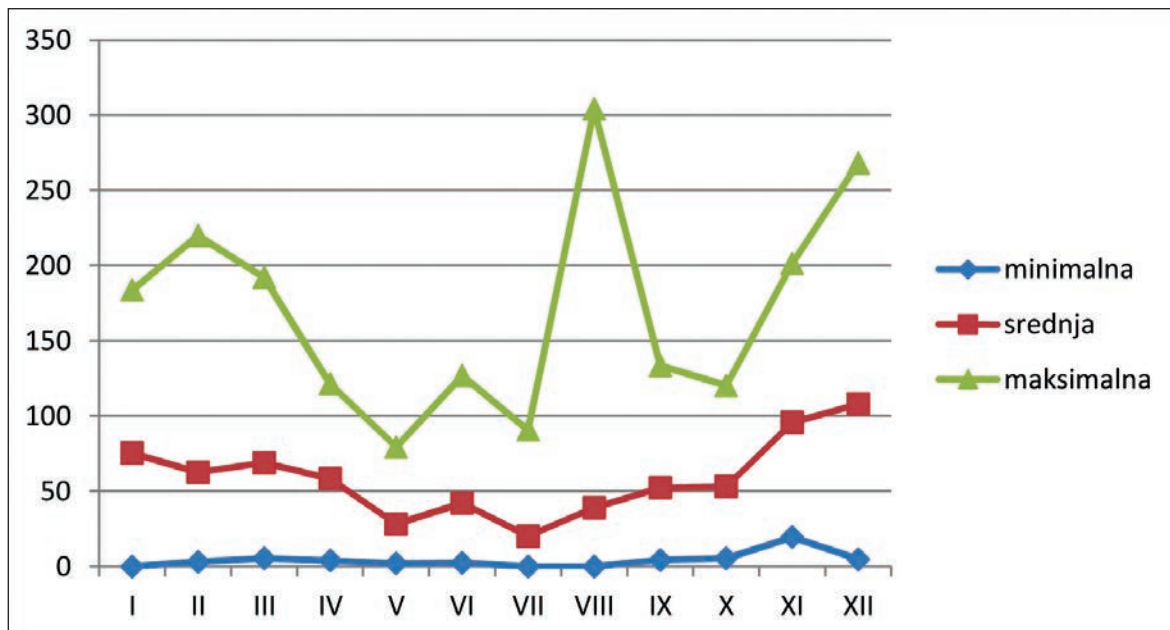
i količina na pojedinome mjestu ovise o vlažnosti zračne mase i intenzitetu i smjeru zračne struje, ali i o vertikalnoj komponenti njezina gibanja, koju lokalni utjecaji mogu znatno modificirati. Režim oborina ovisan je o zemljopisnom položaju i općoj cirkulaciji atmosfere, pa je uvjetovan lokalnim uvjetima, kao što su reljef i udaljenost od mora.

Režim oborina na otoku Visu prema karakteristikama opisanima godišnjim hodom srednje mjesečne količine oborina (tabl. 4.), prevladavajuće je maritimni s najviše oborina u hladnom dijelu godine i s izrazitom ljetnom suhoćom (sl. 8. i 9.).

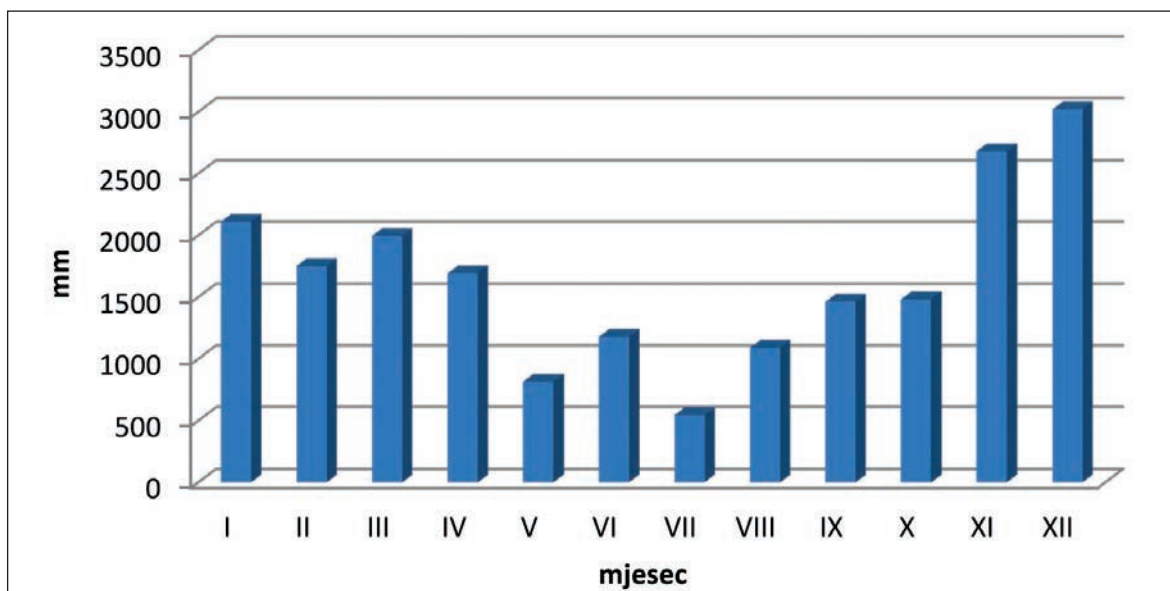
Tablica 4. Vrijednosti količine oborina (mm) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.

Table 4. Values of the quantity of percipitation measured on the meteorological station of Komiža in the period from 1981 - 2009

Mjesec	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Minimalne	0,0	3,1	5,5	4,0	2,1	2,4	0,0	0,0	4,4	5,5	19,6	4,8
Srednje	75,4	62,6	68,9	58,4	28,2	42,1	20,2	39,0	52,3	53,0	95,8	107,9
Maksimalne	183,7	220,0	192,2	121,3	79,4	126,9	90,7	304,1	133,5	120,2	201,5	268,0
Ukupno	2111,1	1752,4	1997,7	1693,1	816,7	1179,4	545,6	1090,6	1463,1	1483,0	2682,4	3020,0



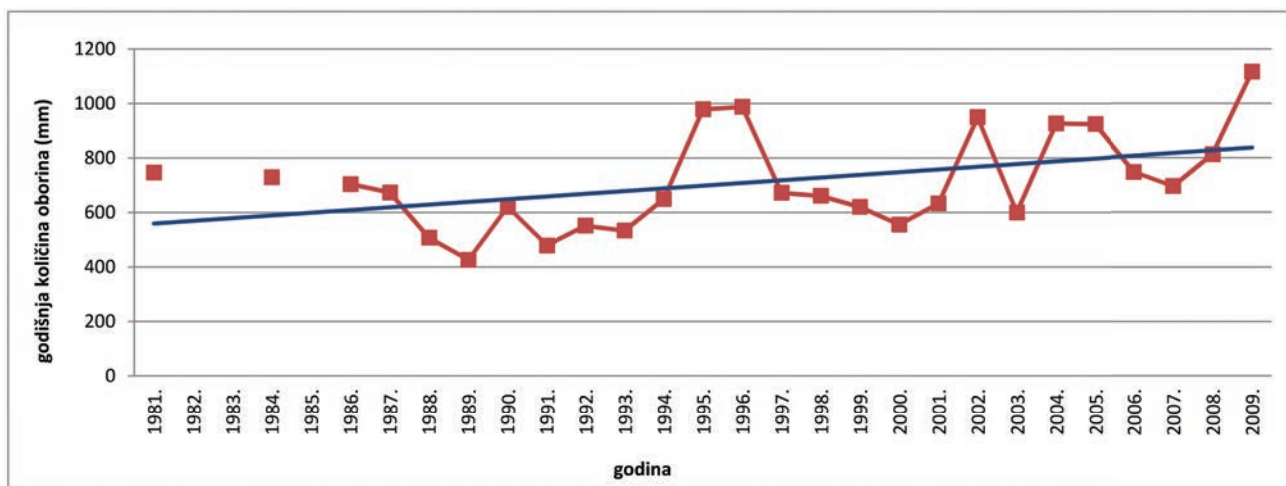
Slika 8. Vrijednosti količine oborina (mm) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.
Figure 8. Values of the quantity of precipitation (mm) measured on the meteorological station of Komiža from 1981 - 2009



Slika 9. Ukupna vrijednost količine oborina (mm) izmjerene na meteorološkoj postaji Komiži u razdoblju 1981. – 2009.
Figure 9. Total value of the quantity of precipitation (mm) measured on the meteorological station of Komiža in the period from 1981 - 2009

Ukupna srednja godišnja količina oborina za razdoblje 1981. – 2009. Iznosila je 711,4 mm. Maksimalna godišnja količina oborina zabilježena je 2009. i iznosila je 1116,6 mm, dok je minimalna godišnja količina oborina bila 1989. godine, i to 426 mm (sl. 10.). Na slici 10. vidljiv

je trend povišenja srednje godišnje količine oborina (plava linija), bez obzira na varijabilnost u određenim razdobljima. U razdoblju 1981. – 2009. srednja godišnja količina oborina porasla je za 280 mm.



Slika 10. Godišnja količina oborina na otoku Visu u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 10. Annual quantity of precipitation on the island of Vis for the period from 1981 - 2009

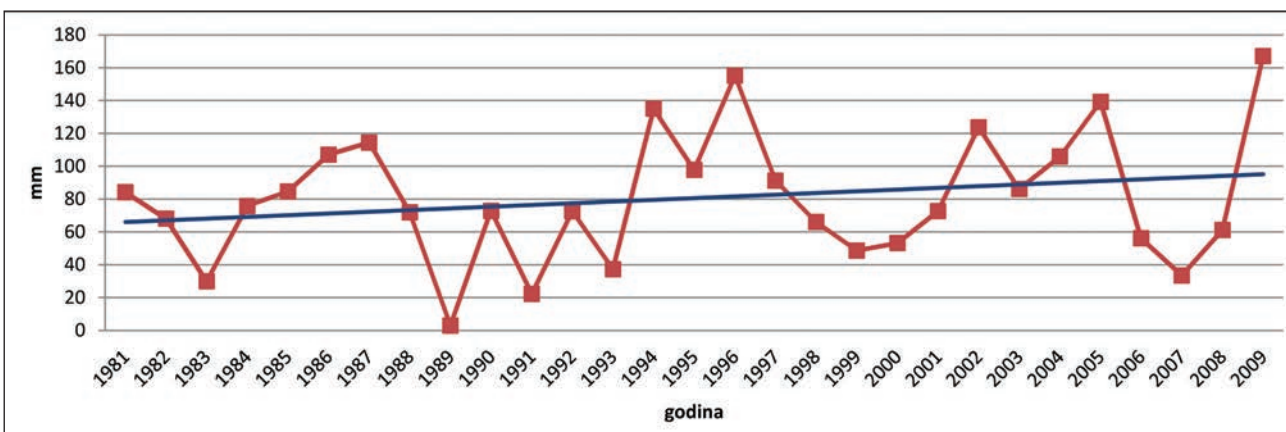
Na slici 13. prikazani su kompozitni trendovi oborina, izraženi standardnim devijacijama, na cijelom području Sredozemlja te na njegovu zapadnomu, središnjem i istočnom dijelu (od 1960. do 2000. godine). U zimskom razdoblju uočljiv je silazni trend na zapadnome i istočnom dijelu, dok je u središnjemu stagnacija, zbog čega je na Sredozemlju u cjelini izražen silazni trend. Ljetne količine oborina uglavnom su u stagnaciji na svim područjima (izuzev središnjeg dijela, gdje je uočljiv vrlo blagi trend povećanja), iz čega proizlazi da na opadanje srednjih godišnjih količine oborina na Sredozemlju utječe situacija u zimskom dijelu godine. To su potvrdila i druga istraživanja [11].

Da bi se provjerilo u kolikoj mjeri sezonska raspodjela oborina utječe na godišnju količinu oborina na Visu i postoje li sličnosti sa situacijom na Sredozemlju, analiziran je hod zimskih i ljetnih količina oborina u istraživanom razdoblju (sl. 11. i 12.).

Kretanje prosječne količine oborina zimi (prosinac – veljača) pokazuje porast (uzlazni trend) i izraženu

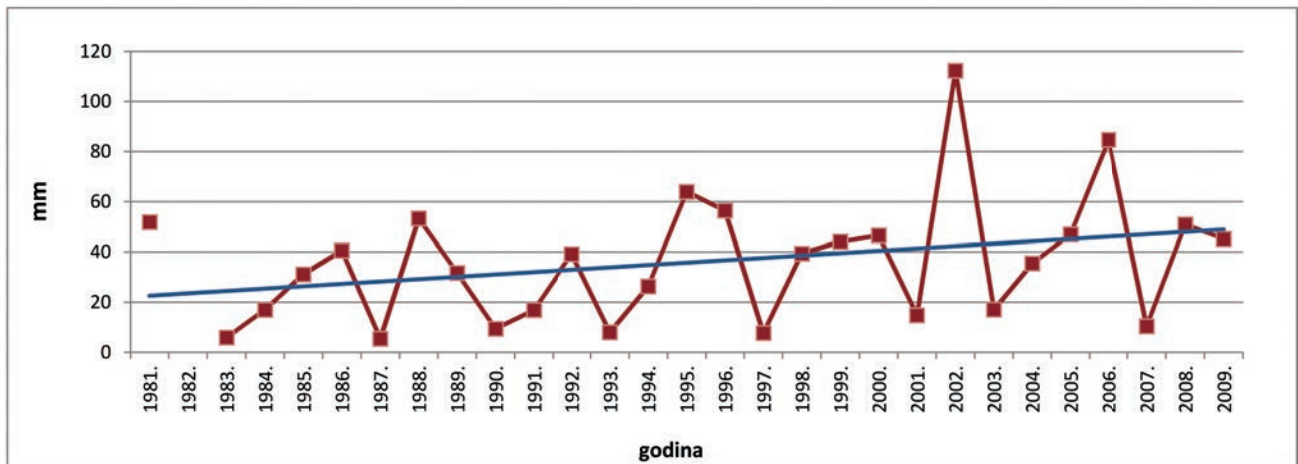
varijabilnost (sl. 11). U razdoblju 1981. – 2009. srednja godišnja količina oborina zimi porasla je za 30 mm. Situacija u hladnom dijelu godine ne podudara se sa stanjem na Sredozemlju, gdje je dominantan zimski pad (silazni trend) količine padalina (sl. 13.).

Ako se uspoređi trend ljetnih količina oborina na Visu sa stanjem na Sredozemlju, uglavnom je izraženo nepodudaranje, slično zimskom razdoblju (sl. 12 i 13). Naime, dok je na gotovo cijelom sredozemnom području stagnacija ljetnih količina oborina (izuzev središnjeg dijela), na otoku Visu pozitivan je uzlazni trend (ali uz veliku godišnju varijabilnost). U razdoblju 1981. – 2009. srednja godišnja količina oborina ljeti porasla je za 29 mm. Dakle, na pozitivni godišnji trend kretanja količine oborina na Visu utječu i zimsko i ljetno povećanje količine oborina, za razliku od većeg dijela Sredozemlja, gdje su trendovi porasta ljetnih oborina različiti (pad ili stagnacija). Iznimka je donekle središnji dio Sredozemlja, gdje se uočava blagi trend porasta ljetnih količina oborina, što potvrđuju i podatci s Visa.



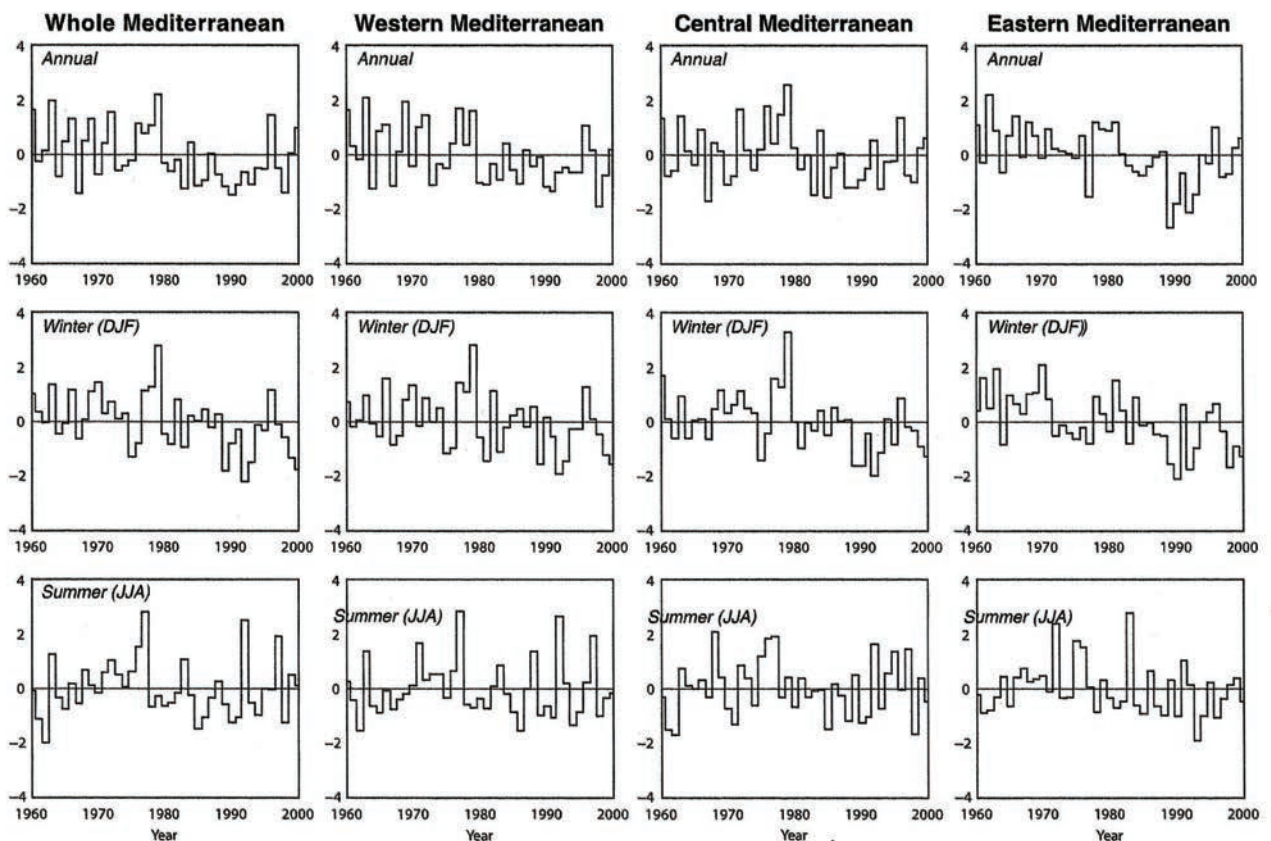
Slika 11. Prosječna količina oborina zimi (prosinac - veljača) na otoku Visu u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 11. Average quantity of precipitation in winter (December - February) on the island of Vis in the period from 1981 - 2009



Slika 12. Prosječna količina oborina ljeti (lipanj-kolovoz) na otoku Visu u razdoblju 1981. – 2009.

Figure 12. Average quantity of precipitation in winter (June – August) on the island of Vis in the period from 1981 - 2009



Slika 13. Godišnje, zimske (DJF) i ljetne (JJA) oborine na cijelom području Sredozemlja te na zapadnome, središnjemu i istočnom dijelu, u razdoblju 1960. - 2000., izražene standardnim devijacijama [6], [7].

Figure 13. Annual winter and summer precipitation on the whole area of the Mediterranean and on the west, central and east part in the period from 1960 - 2000 expressed in standard deviations (6), (7).

PALEOKLIMATSKE ZNAČAJKE I PROMJENE KLIME / *Paleoclimatic features and climate changes*

Za analizu klimatskih osobina na Visu i njihova utjecaja na okoliš, od velike su važnosti i paleoklimatske značajke, koje su došle do izražaja prvenstveno tijekom hladnijih razdoblja geološke prošlosti. Za vrijeme posljednjega glacijala (prije otprilike 30.000 do 19.000 godina) klima je bila hladnija od današnje. Prosječna godišnja temperatura u sjevernome umjerenom pojasu bila je niža od današnje za 5,6° C, a globalna razina mora bila je niža za otprilike 120 m od današnje [16], [17], [18], [20], [21]. Takvi uvjeti imali su za posljedicu spuštanje erozijske baze, a time i intenzivnije fluvio-krško oblikovanje reljefa.

Nakon završetka posljednjega glacijala klimatske su prilike imale tendenciju zatopljanja, što je za posljedicu imalo porast morske razine. Taj porast nije bio ujednačen. Najintenzivniji se dogodio u razdoblju od 19.000 do 7.000 godina [10].

Moguće je izdvojiti dva stadija. Prvi veći porast dogodio se u razdoblju između 17.100 i 12.500 godina i iznosio je oko 44 m [3]. To toplo razdoblje nakratko je prekinuto u razdoblju između 12.500 i 11.500 godina koji obilježava stagnacija porasta morske razine.

Drugi jači porast morske razine (od otprilike 28 m) dogodio se prije 9.000 godina [3], nakon kojega je porast bio sporiji i ustaljeniji.

U razdoblju od prije 9.000 do prije 4.500 godina klima u umjerenom pojasu bila je toplija i vlažnija, a prosječna količina oborina veća za 50% od današnje na istim geografskim širinama [2]. Nakon tog razdoblja, klimatske su prilike postale sličnije današnjima, uz povremene oscilacije temperature i količine padalina.

Glavna razdoblja klimatskih promjena u posljednjih 1.600 godina, prema kronološkom redosljedju bila su: srednjovjekovno razdoblje zatopljenja između 4. i 12. stoljeća (tzv. klimatski optimum ili subatlatik), razdoblje klimatske varijabilnosti između 12. i 15. stoljeća, tzv. malo ledeno doba od 14. do kraja 19. stoljeća, te sadašnje razdoblje zatopljenja. Srednjovjekovna razdoblja zatopljenja i varijabilnosti te „malo ledeno doba“ uzrokovani su varijabilnošću prirodnih čimbenika (na nastanak „maloga ledenog doba“ utjecala je promjenjivost solarnog zračenja i vulkanska aktivnost), dok je sadašnje razdoblje zatopljenja posljedica antropogenih aktivnosti koje djeluju na porast globalnog zagrijavanja. Srednjovjekovno razdoblje zatopljenja i „malo ledeno doba“ trajali su od 1400. do 1850. godine [19]. Oba razdoblja rekonstruirana su na temelju dokaza o promjenama okoliša na cijelome

sredozemnom području (npr. migracije pojedinih biljnih i životinjskih vrsta).

Istraživanja što ih je proveo IPCC [8] dokazala su da je intenzivno zagrijavanje od sredine 70-ih godina 20. stoljeća na cijelom području Sredozemlja, tijekom svih godišnjih doba [5]. Detaljnije analize upućuju na kompleksnije trendove. Naime, Xoplaki [23] je utvrdio da je zagrijavanje na zapadnome i središnjem dijelu Sredozemlja, ali da je u kontinentalnim područjima istočnog dijela (osobito u Turskoj i na Balkanskom poluotoku) zastupljeno snižavanje temperatura. Kutiel i Maheras [9] analizirali su podatke od 1873. do 1989. godine i utvrdili kako je zagrijavanje na Sredozemlju tijekom cijelog razdoblja, ali s regionalnim razlikama. Ono je neusporedivo veće na zapadnom (0,4° u 20. stoljeću) nego na istočnom dijelu (0,2° u 20. stoljeću). Detaljnijom raščlambom tih podataka prema godišnjim dobima, utvrđeno je da je trend zahladnjenja uočen u jeseni na istočnome sredozemnom dijelu.

Količina oborina u tijeku protekle polovine stoljeća, značajno se smanjivala na području cijelog Sredozemlja, iako je na lokalnim razinama stanje puno kompleksnije, što pokazuju i prilike na otoku Visu. Tako je u Italiji i Španjolskoj to smanjenje bilo 10 – 20% između 1951. i 1995. godine [14], [15]. Zimske količine oborina na zapadnome i sjevernom dijelu Sredozemlja povezane su sa sjevernoatlantskom klimatskom oscilacijom, što pokazuju i visoki koeficijenti korelacije (oko -0,6 do -0,7 [3]).

Između 1960. i 2000. godine zimska sjevernoatlantska klimatska oscilacija pokazuje trend porasta od izrazito negativnih vrijednosti u ranim 60-im do izrazito pozitivnih u 90-im godinama. Zbog činjenice da Sredozemlje većinu oborina prima zimi, vrlo je vjerojatno da je trend opadanja količine oborina na zapadnome i sjevernom dijelu povezan s trendom kretanja sjevernoatlantske oscilacije.

Suprotno iznesenom, na nekim dijelovima istočnog Sredozemlja (osobito središnji i južni Izrael) povećala je količine oborina u proteklih 50 godina [1]. To vrijedi i za otok Vis, iako se nalazi na sjevernom dijelu Sredozemlja.

Iz toga se daje zaključiti kako su prostorne varijacije promjena u količini oborina puno veće i neujednačenije nego što je to s temperaturom.

Istraživanja [7] pokazuju da je najveći pad količine oborina duž sredozemne obale i otoka. Porast količine oborina zabilježen je na sjevernoj jadranskoj obali, Alpama, središnjoj i sjevernoj Francuskoj. Rezultati istraživanja značajka oborina na otoku Visu pokazuju da se tim područjima može pridodati i središnji dio jadranske obale.

Prema Hardingu i suradnicima [7], s obzirom na sadašnje prilike, ljetna količina oborina trebala bi stagnirati ili opadati (rast nije procijenjen ni za jedno područje). Analiza dugogodišnjeg hoda ljetnih količina oborina na otoku Visu pokazuje drugačiji trend, tj. njihov porast, pa se s takvom procjenom ne možemo složiti, i smatramo da su potrebna detaljnija istraživanja, osobito sjevernog dijela Sredozemlja i jadranskog područja kako bi se dobila preciznija saznanja o trendovima kretanja oborina, kao i o čimbenicima koji uzrokuju te trendove.

ZAKLJUČAK / Conclusion

Analizirani podatci pokazuju specifične klimatske karakteristike otoka Visa. Uočena je podudarnost između analiziranih klimatskih pokazatelja (temperatura zraka, relativna vlaga zraka i količina oborina). Temperatura i relativna vlaga zraka u obrnuto su proporcionalnom odnosu, što je u skladu s zakonitošću da relativna vlaga zraka opada s porastom njegove temperature. Količina oborina je u porastu, kao i temperature.

Kretanje vrijednosti temperature zraka u promatranom razdoblju pokazuje pozitivni uzlazni trend na razini cijele godine, kao i zimskoga i ljetnog razdoblja zasebno, što je uglavnom u skladu s podacima za šire sredozemno područje (izuzev istočnog dijela, gdje je zabilježen trend pada temperature zraka).

Izmjerene količine oborina u promatranom razdoblju pokazuju uzlazni trend, dakle porast u promatranom razdoblju (uz godišnji varijabilitet koji nema veći utjecaj na generalni trend). To nije u skladu s prilikama na širem području Sredozemlja, gdje se količina padalina uglavnom smanjuje (što je osobito izraženo u zapadnome i, djelomično, istočnom dijelu), izuzev središnjeg dijela, gdje srednja godišnja količina padalina stagnira.

Iz podataka za otok Vis očito je da u višegodišnjem hodu temperature i oborina vlada velika varijabilnost. Osobito je to izraženo u višegodišnjem hodu ljetnih oborina, što potencira negativan utjecaj ljetne sušnosti u godinama kada je odstupanje od prosjeka negativno. Varijabilnost temperatura pozitivnog predznaka kao i oborina negativnog predznaka od velikoga je ograničavajućeg značenja za stanovništvo i njegove djelatnosti, ali posebno za biljni i životinjski svijet otoka Visa, uz veći potencijalni rizik za pojavu požara.

pozitivna je okolnost da je na Visu u dugogodišnjem razdoblju utvrđen trend porasta godišnjih količina oborina (za razliku od većeg dijela Sredozemlja) što je ublažavajući čimbenik negativnog utjecaja porasta

godišnjih, zimskih i ljetnih temperatura kao i varijabilnosti temperature i oborina na sam okoliš.

Što se tiče stanja na širem sredozemnom području, trendovi kretanja vrijednosti temperature i oborina nisu ujednačeni. Trendovi višegodišnjih vrijednosti temperature uglavnom su uzlazni (osim na istočnom Sredozemlju), dok su za oborine silazni (izuzev središnjeg dijela, gdje je stagnacija). Neka istraživanja pokazuju da je najveći pad količine oborina duž sredozemne obale i otoka.

Porast količine oborina zabilježen je na sjevernoj jadranskoj obali, Alpama, središnjoj i sjevernoj Francuskoj. Rezultati istraživanja značajka oborina na otoku Visu u ovom radu potvrđuju tu činjenicu, iako je riječ o području središnjeg dijela jadranske obale.

S obzirom na izneseno, teško je sa sigurnošću dati dugoročnije prognoze o promjenama klime za otok Vis, kao i za Sredozemlje u cjelini. Zasižno, potrebna su daljnja istraživanja koja bi trebala uključiti detaljniju analizu čimbenika što utječu na značajke klime i Visa i ostalih područja na jadranskoj obali, u širem prostornom i vremenskom kontekstu, i to bi moglo biti od posebnog značenja i za problematiku klime i klimatskih promjena na širem području Jadrana i Sredozemlja.

LITERATURA I IZVORI / Literature and sources

- [1] Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., & Alpert, P. (1994), Longterm changes in annual rainfall patterns in southern Israel. *Theoretical and Applied Climatology* 49: 59 – 67.
- [2] Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., De Menocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, I. & Bonani, G. (1997), A pervasive millennial-scale cycle in north Atlantic Holocene and Glacial climates. *Science*, 278, 1257 - 1265.
- [3] Fairbanks, R. G. (1989), A 17 000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342, 637 - 642.
- [4] Filipčić, A. (1998), Klimatska regionalizacija Hrvatske po Köppenu za standardno razdoblje 1961. - 1990. u odnosu na razdoblje 1931. - 1960. *Acta Geographica Croatica*, 34, 1 - 15.
- [5] Folland, C. K., Karl, T. R., et al. (2001), Observed climate variability and change, in J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, and D. Xiaosu (eds.), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working*

- Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge
- [6] Harding, A. E. (2006), Changes in Mediterranean climate extremes: Patterns, causes and impacts of change. Doctoral Dissertation Ph.D., Climatic Research Unit, University of East Anglia
- [7] Harding, A. E., Palutikof, J., & Holt, T. (2009), The climate system, in J. C. Woodward (ed.), *The Physical Geography of the Mediterranean*. Oxford University Press, Oxford, 69 – 88.
- [8] IPCC Working Group I (2001), Summary for Policymakers, in J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, and D. Xiaosu (eds.), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge
- [9] Kutiel, H. & Maheras, P. (1998), Variations in the temperature regime across the Mediterranean during the last century and their relationship with circulation indices. *Theoretical and Applied Climatology* 61: 39 - 53.
- [10] Lambeck, K., Esat, T. & Potter, E. (2002), Links between climate and sea levels for the past three million years. *Nature*, 419, 199 - 205.
- [11] Norrant, C. & Douguedroit, A. (2005), Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000). *Theoretical and Applied Climatology* 83: doi 10.1007/s00704-005- 0163-y
- [12] Palutikof, J. (2003), Analysis of Mediterranean Climate Data: Measured and Modelled, in H.-J. Bolle, *Mediterranean Climate: Variability and Trends*, Springer, Berlin, 125 - 32.
- [13] Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, studeni 2009., Zagreb
- [14] Piervitali, E., Colacino, M., & Conte, M. (1998), Rainfall over the Central-Western Mediterranean basin in the period 1951 – 1995. Part I: Precipitation trends. *Nuovo Cimento Della Societa Italiana Di Fisica C-Geophysics and Space Physics* 21: 331 - 44.
- [15] Romero, R., Guijarro, J. A., Ramis, C., and Alonso, S. (1998), A 30-year (1964 – 1993) daily rainfall data base for the Spanish Mediterranean regions: First exploratory study. *International Journal of Climatology* 18: 541 - 60.
- [16] Šegota, T. (1963), *Geografske osnove glacijacija*. Radovi geografskog instituta, 4, 1–119.
- [17] Šegota, T. (1968), Morska razina u holocenu i mlađem dijelu wurma. *Geogr. glasnik* 30, 15 - 39, Zagreb
- [18] Šegota, T. (1982), Razina mora i vertikalno gibanje dna Jadranskog mora od ris-virmskog interglacijala do danas. *Geol. vjesnik* 35, 93 - 109, Zagreb
- [19] Šegota, T., Filipčić, A. (1996): *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, 471 p.
- [20] Van Straaten, L. M. J. U. (1970), Holocene and Late - Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. *Geol. Rundsch.* 60/1, 106 - 131, Stuttgart
- [21] Weaver, A. J., M. Eby, A. F. Fanning & E. C. Wiebe (1998), Simulated influence of carbon dioxide, orbital forcing and ice sheets on the climate of the Last Glacial Maximum. *Nature*, 394, 847-853.
- [22] Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec-Tadić, M. et al. (2008.), *Klimatski atlas Hrvatske 1961 - 1990., 1971 - 2000.*, Meteorological and Hydrological Service of Croatia, Zagreb, 200 p.
- [23] Xoplaki, E. (2002), Climate variability over the Mediterranean. Doctoral Dissertation Ph.D., Institute of Geography, University of Bern

Rukopis primljen: 16. 1. 2012.