

ZMORAC I KOPNENJAK U GOVEĐARIMA NA OTOKU MLJETU

Sea and land breezes at Govedari on the island of Mljet

IVO LUKŠIĆ

Državni hidrometeorološki zavod
Grič 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno: 10. veljače 1996, u konačnom obliku 5. ožujka 1996.

Sažetak — U Govedarima postoje tri sustava obalne cirkulacije zraka. Kopno Mljeta i obližnje more aktiviraju manji sustav, a kontinent i Jadransko more veći i tromiji. Treći sustav javlja se između dubljeg otvorenog mora na jugoistoku i plićeg mora s poluotokom i otocima na sjeverozapadu. Razlika između temperature kopna i mora razlog je tomu, da je zmorac u travnju češći nego u listopadu, a da je kopnenjak u listopadu češći nego u travnju. Zbog toga što je kopno hladnije od mora, zbog smanjenog Sunčeva zračenja i duže noći kopnenjak je također relativno čest i zimi.

Ključne riječi: zmorac, kopnenjak, Govedari, Mljet.

Abstract — There are three systems of sea/land breeze circulation in Govedari on the island of Mljet. The smaller system is produced by the island land mass and the neighbouring sea. The larger and more inert one is brought about by the continent and the Adriatic Sea. The third one occurs between the deeper open sea on the southeast and the shallower sea with the peninsula and the islands on the northwest. The difference between land and sea temperature makes the sea breeze more frequent in April than in October, and the land breeze more frequent in October than in April. The land breeze is also relatively frequent in winter due to decreased solar radiation, longer duration of the night and the land being cooler than the sea.

Key words: sea breeze, land breeze, Govedari, Mljet.

1. UVOD

Obalna cirkulacija zraka nastaje zbog različite temperature kopna i mora. Danju se kopno ugrije jače pa zrak u prizemnom sloju struji od aktivnog mora prema aktivnom kopnu. Noću je obrnuto pa vjetar puše od aktivnog kopna prema aktivnom moru. Danji vjetar jest zmorac, noćni kopnenjak. Aktivno more i aktivno kopno područja su mora i kopna koja imaju različite temperature te na taj način pokreću obalnu cirkulaciju zraka.

Poznavanje osobina obalne cirkulacije na nekom mjestu može biti korisno u nastojanjima za čist zrak i čisto more, pri organiziranom gašenju šumskih požara, za jedriličare itd. Obalna cirkulacija zadire i u svakodnevni život: zmorac blaži ljetnu žegu, a kopnenjak osvježava noć. Važnost obalne

cirkulacije proizlazi iz njene velike čestine, osobito u toplom dijelu godine (Poje, 1981). Međutim, male brzine obalne cirkulacije umanjuju njenu važnost u pogledu iskorištavanja energije vjetra (Penzar i dr., 1988). Obalna cirkulacija najjasnije se manifestira smjerom vjetra, osobito ljeti (Penzar, 1977).

Utjecaj obalne cirkulacije na Jadranu opada od juga prema sjeveru i od obale prema otvorenom moru (Orlić dr., 1988; Penzar i dr., 1988; Penzar i dr., 1996).

Razvedenost istočne obale Jadrana razlog je formiranja složenih oblika obalne cirkulacije na toj obali (Lukšić, 1968, 1979, 1989, 1991a).

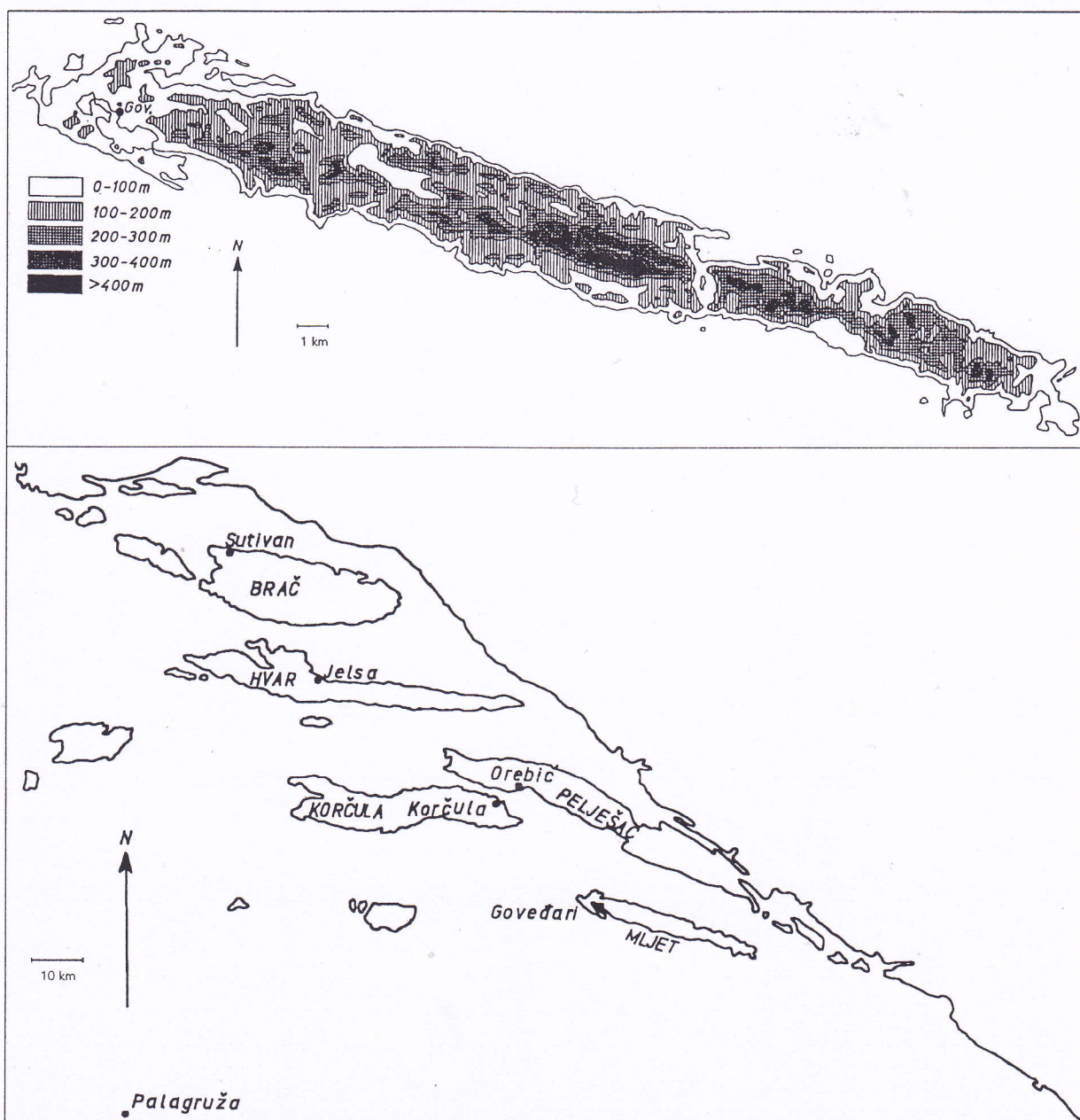
Zmorac i kopnenjak u vrijeme maksimalnog razvoja pušu približno okomito na obalu koja dijeli

aktivno kopno od aktivnog mora. Odlikuju se također većom čestinom u ljetnom polugodištu, osobito u srpnju i kolovozu, kada su više ustaljena lijepa vremena koja pogoduju danjem zagrijavanju i noćnom hlađenju. U ljetnom polugodištu danje je zagrijavanje jače i traje duže, a i kopno je općenito toplije od mora; ti su uvjeti povoljni za zmorac, ali ne i za kopnenjak. Međutim, zimi postoje za kopnenjak povoljni uvjeti: kopno hladnije od mora, slabije i kraće Sunčevo zračenje, duže noći.

U travnju je kopno općenito toplije od mora ili je temperatura kopna i mora približno ista. Međutim, u listopadu je kopno općenito hladnije od mora. To

se može zaključiti iz radova Stipaničića (1977) i Zore-Armanda (1978). Stoga je zmorac u travnju češći nego u listopadu, a kopnenjak je u listopadu češći nego u travnju (Lukšić, 1989). Te osobine zmorca i kopnenjaka veoma su važne za njihovu sigurnu identifikaciju. Važne su također i za razlikovanje od danjeg vjetra uz obronak, koji je u listopadu češći nego u travnju, i od noćnog vjetra niz obronak, koji je u travnju češći nego u listopadu (Lukšić, 1989).

Otok Mljet najjužniji je i najistočniji među većim hrvatskim otocima. Dug je oko 37 km, a širok oko 3 km. Najviši vrh visok je 514 m. Površina je otoka



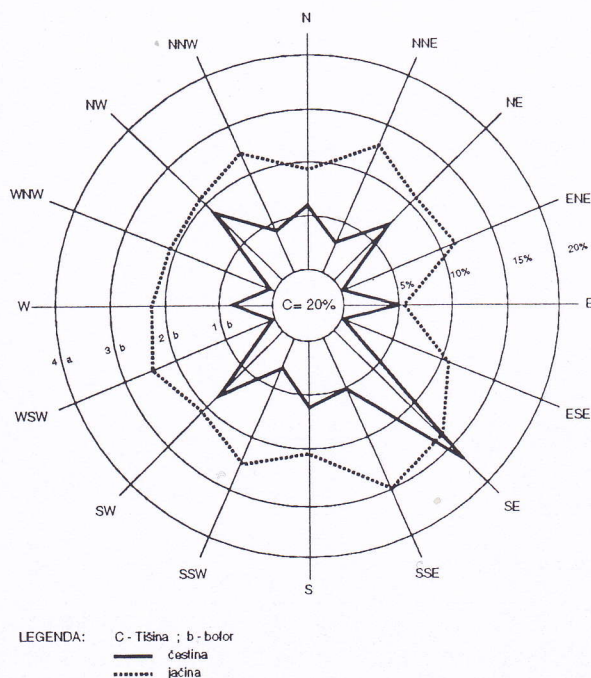
Slika 1. Otok Mljet i okolno područje.

Figure 1. The island of Mljet and its surroundings.

100 km². Govedari se nalaze na zapadnom dijelu otoka Mljeta. Glavnina otoka nalazi se približno jugoistočno od Govedara, a utjecaj otvorenog mora u Govedarima jači je sa zapadne strane. More utječe također sa zapadne strane i preko Velikog i Malog jezera, čije vode plima i oseka stalno miješaju s otvorenim morem. U Govedarima dakle postoji mogućnost za obalnu cirkulaciju zraka između otoka i mora. Međutim, na sjeveroistoku nalazi se kontinent. Obalna cirkulacija zraka između kontinenta i mora može također zahvatiti Govedare. Tako su u Govedarima moguća dva sustava obalne cirkulacije.

U ovom radu, na osnovu podataka meteorološke postaje Govedari za razdoblje V.1963—III.1984, istražiti će se postoje li ta dva sustava i kakve su njihove odlike. Prema kartoteci meteoroloških postaja u tom razdoblju položaj postaje Govedari nije se mijenjao. U svakom slučaju nije bilo bitnih promjena položaja te postaje u tom razdoblju. Nije dakle moguće da bi dva sustava obalne cirkulacije u korištenim podacima postaje Govedari bili prisutni samo zbog toga što je ta postaja mijenjala položaj.

U Govedarima je najčešći i najjači vjetar iz SE kvadranta (sl. 2). To je ponajviše doprinos juga. Bura povećava čestinu i jačinu smjerova vjetra iz NE kvadranta. Povećana čestina NW smjera vjetra većim je dijelom doprinos etezije. Obalna cirku-



Slika 2. Godišnja ruža vjetra, Govedari, 1963—1984.

Figure 2. The annual wind rose, Govedari, 1963—1984.

lacija doprinosi čestini N, NNE, NE, E, SE, SSW, SW, W i NW smjera vjetra.

Prema preliminarnom ispitivanju, u Govedarima zaista postoje dva sustava obalne cirkulacije, slično dakle kao u Sutivanu na otoku Braču (Lukšić, 1968, 1979, 1991a). Položaj Sutivana vidi se na slici 1. U obalnoj cirkulaciji između Mljeta i mora (dalje: mljetska cirkulacija) kopnenjak ima E smjer, a zmorac W smjer, dok u obalnoj cirkulaciji između kontinenta i Jadranskog mora (dalje: kontinentalna cirkulacija) kopnenjak ima N, NNE ili NE smjer, a zmorac SSW ili SW smjer. Prema istom ispitivanju, u 7 i 21 h oba kopnenjaka više dolaze do izražaja pri naoblaci 0—3 desetine neba i jačini vjetra 1—2 bofora. U 14 h oba zmorca dolaze više do izražaja pri naoblaci 0—4 desetine neba i jačini vjetra 2—4 bofora. U skladu s tim činjenicama izabrani su slučajevi (dalje: izabrani slučajevi) za proučavanje u ovom radu. Naoblaka 1—4 desetine neba u izabranim slučajevima vjerojatno je često od oblaka nastalog uzlaznim strujanjem u dijelu cirkulacije ili od tankog cirusa.

Napomena zmorac ili kopnenjak u tablicama 1—5 pokazuje da se u dotičnom smjeru jako očituje naznačeni vjetar. Slovo K pored tih napomena označava pripadnost dotičnog zmorca ili kopnenjaka kontinentalnoj, a slovo M pripadnost mljetskoj cirkulaciji.

Srednja jačina vjetra za godinu u tablicama 3 i 5 predstavlja srednjak svih pojedinačnih raspoloživih jačina vjetra.

U tablicama 1 i 4 te na slici 2 vidljiva je sklonost motritelja prema jednoslovnim i dvoslovnim smjerovima vjetra. Ta sklonost umanjuje jasnoću slike o zmorcima i kopnenjacima u Govedarima.

2. KONTINENTALNI I MLJETSKI KOPNENJAK U GOVEDARIMA U IZABRANIM SLUČAJEVIMA

U tablici 1 prikazane su relativne čestine smjerova vjetra u Govedarima pri naoblaci 0—3 desetine neba i jačini vjetra 1—2 bofora za 7 i 21 h, i to u promilima svih slučajeva (naoblaka 0—10 desetina neba, jačina 0—12 bofora) u dotičnom terminu i u dotičnom mjesecu.

Prema tablici 1 u 7 h u Govedarima čest je vjetar iz N, NNE i NE smjera. To je kopnenjak kontinentalne cirkulacije (dalje: kontinentalni kopnenjak). Naime, vjetar iz N, NNE i NE smjera u izabranim

Tablica 1. Relativne čestine smjerova vjetra (promili) u 7 i 21 h u izabranim slučajevima (naoblaka 0—3 desetine neba, jačina vjetra 1—2 bofora, Govedari, 1963 — 1984).

Table 1. The per mille frequencies of wind directions at 7 and 21 MLT for selected cases (cloudiness 0—3 tenths, wind force 1—2 Beauforts, Govedari, 1963—1984).

mjesec		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	sum	
7 h	N	23	20	20	13	21	38	69	79	62	27	30	25	427	KOPNENJAK K
	NNE	19	13	14	15	19	24	45	26	33	32	19	25	284	KOPNENJAK K
	NE	61	66	52	47	50	40	88	79	69	95	47	58	752	KOPNENJAK K
	ENE	0	0	0	2	0	2	2	2	2	0	0	0	10	
	E	23	22	22	15	11	16	8	15	14	25	18	28	217	KOPNENJAK M
	ESE	2	2	3	0	5	2	2	2	0	2	0	0	20	
	SE	8	3	15	47	50	49	80	61	45	32	23	5	418	
	SSE	3	2	8	10	10	17	14	15	5	8	9	0	101	
	S	3	2	8	30	34	33	31	53	17	12	4	2	229	
	SSW	3	0	3	5	6	3	5	6	7	3	0	0	41	
	SW	2	3	6	15	29	63	57	31	15	3	4	6	234	
	WSW	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	6	
	W	6	0	2	3	21	21	20	16	5	3	2	2	101	
	WNW	0	0	2	2	0	2	0	0	3	0	0	0	9	
NW	35	29	40	35	73	89	104	82	52	44	26	25	634	KOPNENJAK	
NNW	27	24	20	23	13	24	25	29	43	27	18	17	290		
21 h	N	60	57	38	17	32	35	48	63	50	54	54	55	563	KOPNENJAK K
	NNE	5	8	2	3	2	3	11	3	5	5	2	2	51	KOPNENJAK K
	NE	47	61	32	30	31	48	75	71	52	41	14	43	545	KOPNENJAK K
	ENE	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	6	
	E	31	30	49	72	74	110	120	124	119	83	40	52	904	KOPNENJAK M
	ESE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
	SE	16	12	25	33	19	30	18	19	31	24	12	6	245	
	SSE	0	0	6	2	2	10	5	2	7	7	4	0	45	
	S	5	5	20	23	29	24	15	16	15	14	9	5	180	
	SSW	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	
	SW	2	3	3	5	10	13	8	8	2	2	2	2	60	
	WSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	W	2	7	6	5	6	11	11	8	3	5	4	8	76	
	WNW	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	4	
NW	34	25	38	32	32	37	38	50	22	44	28	20	400	KOPNENJAK	
NNW	8	8	3	7	3	6	5	2	5	7	7	6	67		

slučajevima ima ove odlike tog kopnenjaka:

- smjerovi vjetra od aktivnog kopna kontinenta prema aktivnom moru,
 - povećana čestina,
 - čestina veća u listopadu nego u travnju,
 - primarni ili sekundarni maksimum čestine u srpnju ili kolovozu,
 - sekundarni ili tercijarni maksimum čestine u veljači, studenom ili prosincu.
- Posljednji maksimumi posljedica su povoljnih zimskih uvjeta za kopnenjak.

Tvrđnja o zimskim povoljnim uvjetima i maksimumima čestine kopnenjaka uvjerljivija je kada kopnenjak i bura imaju suprotan smjer. Tako je na postaji Jelsa na sjevernoj obali Hvara (sl. 1). Tamo bura ima NE smjer, a kopnenjak SW smjer. U tablici 2 prikazane su relativne čestine SW smjera vjetra u Jelsi u 7 i 21 h pri naoblaci 0—3 desetine neba i jačini vjetra 1—2 bofora, i to u promilima svih slučajeva (naoblaka 0—10 desetina neba, jačina 0—12 bofora) u dotičnom terminu i u dotičnom mjesecu. U siječnju u 7 i u 21 h SW smjer vjetra, koji pripada kopnenjaku, ima zaista izrazit sekundarni maksimum čestine.

Zanimljiv je stari opis kopnenjaka na Braču (Prodić, 1662). U njemu se navodi da pri lijepom vremenu "za otok je noću svojstven vjetar koji puše s kopna prema moru, tako da se može jedriti oko čitava otoka". Ne navodi se da to vrijedi samo za topli dio godine ili ljeto. A zmorac prema bračkom kopnu uopće se i ne spominje. Iz toga se može zaključiti da su već stari Bračani uočili znatnu čestinu kopnenjaka tijekom čitave godine.

Ribarski nazivi u Sutivanu za kopnenjak s bračkog kopna prema moru upućuju također na isto. Nazivaju ga *kožoderica* ili *nerežiška bura*, tj. "bura" iz smjera mjesta Nerežišća u unutrašnjosti otoka, što odgovara SE smjeru vjetra. Oba naziva upućuju na to da je kopnenjak hladan pa čak i neugodan vjetar, a to može biti u hladnom dijelu go-

dine. Taj vjetar na moru pored Sutivana zaista ima SE smjer. Tamo su se s njime susretali ribari i pomorci. Iz tih susreta i potječe naziv *nerežiška bura*. Inače, na kopnu u Sutivanu kopnenjak s bračkog kopna ima SSW ili SW smjer, koji je uvjetovan pružanjem doline (Lukšić, 1968, 1979).

Vjetar iz E smjera u 7 h jest kopnenjak mljetske cirkulacije (dalje: mljetski kopnenjak). Taj vjetar u izabranim slučajevima ima ove odlike tog kopnenjaka:

- smjer od aktivnog kopna otoka Mljeta prema aktivnom moru,
- čestina u listopadu veća nego u travnju,
- neizraziti maksimumi čestine u lipnju i kolovozu,
- primarni maksimum čestine u prosincu.

Čestina mljetskog kopnenjaka jest mala jer u 7 h kontinentalni kopnenjak prevladava. Ta činjenica pokazuje da je sustav kontinentalne cirkulacije veći od sustava mljetske cirkulacije. Tako i treba biti jer su aktivno kopno i aktivno more kontinentalne cirkulacije mnogo veći nego u slučaju mljetske cirkulacije. Prevlast većeg sustava kontinentalne cirkulacije u 7 h dolazi još više do izražaja u toplom dijelu godine, kada Sunčevo zračenje u rano jutro lakše razara tanak prizemni sloj mljetskog kopnenjaka. Slično se zbiva i u Sutivanu (Lukšić, 1979, 1991a).

U 21 h od travnja do lipnja i u rujnu E smjer vjetra, koji pripada mljetskom kopnenjaku, češći je od zajedno uzeta sva tri smjera vjetra N, NNE i NE, koji pripadaju kontinentalnom kopnenjaku. Naime, kontinentalni kopnenjak većeg sustava kontinentalne cirkulacije u ljetnom polugodištu u 21 h često ne dopire do Govedara zbog ovih razloga:

- Govedari se nalaze na periferiji sustava kontinentalne cirkulacije,
- veći sustav kontinentalne cirkulacije ujedno je i tromiji pa se teže uspostavlja,

Tablica 2. Relativne čestine (promili) SW smjera vjetra u 7 i 21 h u odabranim slučajevima (naoblaka 0—3 desetine neba, jačina vjetra 1—2 bofora, Jelsa, 1963—1992).

Table 2. The per mille frequencies of SW wind direction at 7 and 21 MLT for selected cases (cloudiness 0—3 tenths, wind force 1—2 Beauforts, Jelsa, 1963—1992).

mjesec	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	sum	
7 h	88	57	48	52	34	22	57	78	109	94	78	67	784	KOPNENJAK
21 h	110	93	88	102	137	156	166	166	164	147	111	99	1539	KOPNENJAK

Tablica 3. Srednje jačine vjetra (bofori) po smjerovima u 7 i 21 h u izabranim slučajevima (naoblaka 0—3 desetine neba, jačina vjetra 1—2 bofora, Govedari, 1963—1984).

Table 3. Mean wind forces (in Beaufort) by directions at 7 and 21 MLT for selected cases (cloudiness 0—3 tenths, wind force 1—2 Beauforts, Govedari, 1963—1984).

mjesec		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	god	
7 h	N	1,3	1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,3	KOPNENJAK K
	NNE	1,4	1,9	1,8	1,8	1,5	1,5	1,7	1,8	1,6	1,5	2,0	1,7	1,7	KOPNENJAK K
	NE	1,5	1,6	1,7	1,5	1,7	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4	1,5	KOPNENJAK K
	ENE	*	*	*	1,0	*	1,0	1,0	2,0	2,0	*	*	*	1,4	
	E	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	KOPNENJAK M
	ESE	1,0	1,0	1,5	*	1,7	1,0	1,0	1,0	*	2,0	*	*	1,4	
	SE	1,6	1,5	1,6	1,4	1,5	1,5	1,5	1,2	1,3	1,5	1,6	1,3	1,4	
	SSE	1,5	2,0	1,4	1,8	1,5	1,5	1,4	1,3	1,7	1,4	1,6	*	1,5	
	S	1,5	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2	1,1	1,3	1,5	1,0	1,2	
	SSW	2,0	*	2,0	1,7	1,0	1,5	1,7	1,8	1,5	2,0	*	*	1,6	
	SW	2,0	1,5	1,8	1,2	1,1	1,2	1,4	1,2	1,2	1,0	1,5	1,5	1,3	
	WSW	*	*	2,0	*	*	*	2,0	*	1,0	*	*	*	1,7	
	W	1,3	*	1,0	1,0	1,5	1,3	1,2	1,2	1,3	1,5	1,0	1,0	1,3	
	WNW	*	*	2,0	1,0	*	2,0	*	*	1,0	*	*	*	1,4	
NW	1,6	1,5	1,6	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,4	1,4	KOPNENJAK	
NNW	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,5	1,3	1,8	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7		
21 h	N	1,4	1,4	1,3	1,4	1,6	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,4	1,4	1,3	KOPNENJAK K
	NNE	1,3	1,8	2,0	2,0	2,0	1,5	1,6	1,5	2,0	1,7	1,0	1,0	1,6	KOPNENJAK K
	NE	1,7	1,6	1,6	1,5	1,2	1,5	1,5	1,5	1,3	1,5	1,8	1,5	1,5	KOPNENJAK K
	ENE	*	1,0	*	*	*	1,0	*	*	*	*	2,0	*	1,3	
	E	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	KOPNENJAK M
	ESE	*	*	*	*	1,0	*	*	*	*	*	*	*	1,0	
	SE	1,4	1,6	1,9	1,4	1,2	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	2,0	1,5	
	SSE	*	*	1,5	2,0	2,0	1,8	2,0	1,0	1,8	1,3	1,5	*	1,7	
	S	1,7	2,0	1,3	1,4	1,3	1,4	1,2	1,1	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	
	SSW	*	*	*	2,0	2,0	*	*	*	*	*	*	*	2,0	
	SW	1,0	1,5	1,5	1,3	1,3	1,4	1,4	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,4	
	WSW	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	W	2,0	1,5	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	1,5	1,3	1,0	1,2	1,3	
	WNW	*	*	*	1,0	*	*	1,0	*	*	*	*	*	1,0	
NW	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	KOPNENJAK	
NNW	1,8	1,6	1,5	1,8	1,5	2,0	1,3	1,0	1,7	1,3	1,5	2,0	1,6		

— u ljetnom polugodištu od zalaza Sunca proteklo je tek 1—3 sata.

To je prilika za mljetski kopnenjak u Govedarima koji tu blizu Govedara ima ishodište, tj. granicu između pripadnog aktivnog kopna i pripadnog aktivnog mora, te koji se lakše uspostavlja jer pripada manjem sustavu. Osim toga, u mljetskom kopnenjaku zrak je vjerojatno hladniji nego u kontinentalnom kopnenjaku, jer mljetski kopnenjak dolazi neposredno s ohlađenog kopna, dok kontinentalni kopnenjak na putu do Mljeta prelazi preko toplijeg mora. Stoga postoji i mogućnost da se mljetski kopnenjak u 21 h nalazi pri tlu ispod kontinentalnog kopnenjaka. Slično je utvrđeno i u Sutivanu (Lukšić, 1979, 1991a).

Znatna razlika u čestinama kopnenjaka između 7 i 21 h, te mogućnost korisnih zaključaka na temelju te razlike, još jednom pokazuju vrijednost i opravdanost termina 21 h (Lukšić, 1991b).

Inače, i u 21 h u izabranim slučajevima N, NNE, NE i E smjerovi dvaju kopnenjaka imaju odlike koje su svojstvene tom vjetru:

- smjer vjetra od aktivnog kopna prema aktivnom moru,
- povećana čestina,
- veća čestina u listopadu nego u travnju,
- primarni maksimum čestine u srpnju ili kolovozu,
- sekundarni maksimum čestine u siječnju, veljači ili prosincu.

Srednje jačine vjetra u 7 i 21 h za izabrane slučajeve u Govedarima dosta su jednolično raspoređene po smjerovima i mjesecima (tab. 3). Najveće srednje jačine 2,0 bofora u tablici 3 prilično su rijetke, a najčešće se odnose na samo jedan slučaj. To pokazuje da u izabranim slučajevima nema većeg utjecaja bure ili juga.

Srednje jačine smjerova vjetra N, NNE, NE i E u 7 i 21 h uglavnom su osjetno manje od 2,0 bofora. To pokazuje da je u izabranim slučajevima u tim smjerovima vjetra utjecaj bure ili juga zaista slab, odnosno da u njima prevladava jedan ili drugi kopnenjak.

Prema tablici 3 srednje jačine smjerova vjetra N, NNE, NE i E u listopadu nisu veće od onih u travnju. Listopadski povoljni uvjet za kopnenjak slabo dakle dolazi do izražaja u srednjim jačinama.

Smjerovi vjetra N, NNE i NE, koji pripadaju kontinentalnom kopnenjaku, imaju osjetno veće srednje jačine nego E smjer vjetra, koji pripada

mljetskom kopnenjaku. To je posljedica većeg pripadnog aktivnog kopna, većeg pripadnog aktivnog mora i većih dimenzija sustava kontinentalne cirkulacije.

3. KONTINENTALNI I MLJETSKI ZMORAC U GOVEDARIMA U IZABRANIM SLUČAJEVIMA

U tablici 4 prikazane su relativne čestine smjerova vjetra u Govedarima pri naoblaci 0—4 desetine neba i jačini vjetra 2—4 bofora za 14 h, i to u promilima svih slučajeva (naoblaka 0—10 desetina neba, jačina 0—12 bofora) u 14 h dotičnog mjeseca.

U 14 h u izabranim slučajevima čest je vjetar iz SW ili SSW smjera. To je zmorac kontinentalne cirkulacije (dalje: kontinentalni zmorac). Zaključuje se to prema ovim odlikama tog vjetra:

- smjer vjetra od aktivnog mora prema aktivnom kopnu kontinenta,
- smjer vjetra suprotan smjeru kontinentalnog kopnenjaka,
- povećana čestina,
- čestina veća u travnju nego u listopadu,
- primarni ili sekundarni maksimum čestine u lipnju i kolovozu.

Osim toga, prostorna razdioba jugozapadnog zmorca na području srednje Dalmacije pokazuje da taj zmorac zahvaća i Govedare (Lukšić, 1968, sl. 2).

Zmorac mljetske cirkulacije (dalje: mljetski zmorac) ima W smjer. Ove odlike tog smjera vjetra u izabranim slučajevima pokazuju da on pripada tom zmorcu:

- smjer od aktivnog mora prema aktivnom kopnu otoka Mljeta,
- smjer suprotan smjeru mljetskog kopnenjaka,
- povećana čestina,
- čestina u travnju veća nego u listopadu,
- apsolutni maksimum čestine u srpnju.

SW i W smjer vjetra nemaju maksimalnu čestinu u istom mjesecu, a povećanje čestine W smjera vjetra u srpnju prati smanjenje čestine SW smjera vjetra u istom mjesecu. Isti je odnos između SSW i W smjera vjetra. To sve potvrđuje da smjerovi vjetra SSW i SW pripadaju jednom, a smjer vjetra W drugom sustavu obalne cirkulacije.

Srednje jačine vjetra za izabrane slučajeve u Govedarima dosta su jednolično raspoređene po

Tablica 4. Relativne čestine smjerova vjetra (promili) u 14 h u izabranim slučajevima (naoblaka 0—4 desetine neba, jačina vjetra 2—4 bofora, Govedari, 1963—1984).

Table 4. The per mille frequencies of wind directions at 14 MLT for selected cases (cloudiness 0—4 tenths, wind force 2—4 Beauforts, Govedari, 1963—1984).

mjesec		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	sum	
14 h	N	13	19	8	3	2	3	2	6	15	10	21	18	120	
	NNE	21	12	6	8	3	2	3	2	3	8	21	12	101	
	NE	34	24	6	5	6	5	3	6	12	8	19	37	165	
	ENE	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	12	
	E	3	0	3	0	3	3	5	0	2	2	0	3	24	
	ESE	2	0	3	2	3	3	5	0	2	2	2	0	24	
	SE	16	24	55	75	60	95	108	92	71	65	28	14	703	ZMORAC
	SSE	13	13	23	28	42	24	40	32	36	31	9	3	294	
	S	5	10	12	30	42	43	32	65	45	17	5	0	306	
	SSW	3	19	35	58	76	84	75	81	65	39	7	9	551	ZMORAC K
	SW	15	27	57	120	147	200	174	200	127	78	28	9	1182	ZMORAC K
	WSW	2	3	3	8	10	3	6	2	3	2	0	0	42	
	W	10	19	49	55	103	132	166	139	74	42	21	11	821	ZMORAC M
	WNW	0	2	8	3	2	0	2	0	2	0	4	3	26	
NW	79	82	104	67	45	56	66	56	64	100	74	69	862		
NNW	47	54	35	33	11	10	18	16	17	20	28	34	323		

smjerovima i mjesecima (tab. 5). Srednje jačine preko 3,0 bofora u tablici 5 rjetke su, a najčešće se odnose na samo jedan slučaj. To pokazuje da u izabranim slučajevima nema većeg utjecaja bure, juga ili nekog trećeg jačeg vjetra.

Prema tablici 5 smjerovi vjetra SSW, SW i W u travnju imaju veće srednje jačine nego u listopadu. Međutim, to isto vrijedi za većinu smjerova vjetra u 14 h pa se ne može tvrditi da je to posljedica uvjeta povoljna za zmorac u mjesecu travnju.

Mljetski zmorac iz W smjera ima nešto veće srednje jačine nego kontinentalni zmorac iz SSW i SW smjera, iako posljednji ima veće čestine. To je još jedan pokazatelj da ta dva zmorca ne pripadaju istom sustavu obalne cirkulacije.

4. SE ZMORAC I NW KOPNENJAK U GOVEDARIMA U IZABRANIM SLUČAJEVIMA

Tijekom ljetnog polugodišta znatna je čestina vjetra iz SE smjera (tab. 4). Srednje jačine tog smjera, prema tablici 5, nisu povećane. To pokazuje da je utjecaj juga u tom smjeru vjetra u izabranim slučajevima slab.

Prema tablici 4 taj vjetar iz SE smjera u izabranim slučajevima ima osobine zmorca:

- povećana čestina,
- veća čestina u travnju nego u listopadu,
- primarni maksimum čestine u srpnju.

Suprotan vjetar iz NW smjera u izabranim slučajevima u 7 i 21 h prema tablici 1 ima osobine kopnenjaka:

Tablica 5. Srednje jačine vjetra (bofori) po smjerovima u 14 h u izabranim slučajevima (naoblaka 0—4 desetine neba, jačina vjetra 2—4 bofora, Govedari, 1963—1984).

Table 5. Mean wind forces (in Beaufort) by directions at 14 MLT for selected cases (cloudiness 0—4 tenths, wind force 2—4 Beauforts, Govedari, 1963—1984).

mjesec		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	god	
14 h	N	2,8	2,2	2,2	2,0	2,0	3,0	3,0	3,3	2,4	2,5	2,5	2,8	2,5	
	NNE	2,8	2,6	3,3	2,8	3,0	3,0	2,5	3,0	2,0	2,2	2,8	2,6	2,7	
	NE	2,8	2,6	2,8	2,7	2,8	2,7	3,0	2,5	2,4	2,6	2,5	2,4	2,6	
	ENE	4,0	4,0	2,0	4,0	*	*	*	*	*	*	3,0	2,0	3,2	
	E	2,0	*	3,0	*	2,5	2,0	2,0	*	2,0	2,0	*	2,5	2,3	
	ESE	2,0	*	2,5	4,0	3,0	2,5	2,0	*	2,0	2,0	2,0	*	2,4	
	SE	2,2	2,5	2,4	2,5	2,4	2,4	2,5	2,4	2,3	2,4	2,7	2,6	2,4	ZMORAC
	SSE	2,4	2,4	2,6	2,8	2,7	2,4	2,5	2,3	2,5	2,3	2,2	2,5	2,5	
	S	2,3	2,2	2,3	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,0	*	2,2	
	SSW	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6	2,3	2,6	2,4	2,2	2,3	2,0	2,7	2,4	ZMORAC K
	SW	2,2	2,4	2,2	2,4	2,3	2,3	2,5	2,4	2,1	2,2	2,1	2,0	2,3	ZMORAC K
	WSW	2,0	2,0	2,5	3,0	2,8	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	*	*	2,6	
	W	2,3	2,5	2,5	2,6	2,8	2,7	2,8	2,7	2,5	2,2	2,3	2,3	2,6	ZMORAC M
	WNW	*	2,0	2,2	3,0	3,0	*	4,0	*	4,0	*	2,5	2,0	2,6	
	NW	2,7	2,4	2,6	2,8	2,7	2,8	2,9	2,7	2,6	2,3	2,4	2,2	2,6	
NNW	2,6	2,7	2,7	2,9	2,7	2,8	2,7	2,6	2,6	2,8	2,4	2,3	2,6		

- povećana čestina,
- veća čestina u listopadu nego u travnju,
- primarni maksimum čestine u srpnju ili kolovozu,
- maksimum čestine u siječnju.

Te činjenice upućuju na postojanje trećeg sustava obalne cirkulacije u Govedarima. Isključena je mogućnost da je to cirkulacija s dnevnim periodom duž osi Jadrana, jer takve cirkulacije nema na Palagruži (Penzar i dr., 1988; Penzar i dr., 1996). Isto pokazuje i analiza vjetra na Palagruži slična ovoj za Govedare. Treći sustav obalne cirkulacije u Govedarima (dalje: SE—NW cirkulacija) javlja se zapravo između područja dubljeg otvorenog mora na jugoistoku od Mljeta i područja plićeg mora s poluotokom Pelješcem i otocima Korčulom, Hvarom i Bračom na sjeverozapadu. Zbog navedenih činjenica, odlike područja na sjeverozapadu približile su se odlikama kopna, što dovodi do pojave SE—NW cirkulacije.

Iako su osnovni fizički procesi karakteristični za obalnu cirkulaciju prisutni u SE—NW cirkulaciji, ona ipak nema prave obale i nema kompaktnog kopna. Zbog toga su joj potrebni dodatni stimulativni čimbenici. Tako je uz zmorac te cirkulacije (dalje: SE zmorac) često opće strujanje iz SE kvadranta (dalje: SE strujanje) na srednjem Jadranu. Uz kopnenjak te cirkulacije (dalje: NW kopnenjak) često je opće strujanje iz NW kvadranta (dalje: NW strujanje) nad istim područjem. Zbog toga, a također i zbog drugih sustava obalnih cirkulacija u Govedarima, rjeđe poslije SE zmorca nastupa NW kopnenjak i obrnuto.

U tablici 6 navedeni su vektorski srednjaci vjetra za Govedare i Palagružu, i to za one izabrane slučajeve kada je u Govedarima u 7 ili 21 h bio vjetar iz NW smjera, odnosno kada je u 14 h bio vjetar iz SE smjera. Za Govedare u tablici 6 nema vrijednosti za azimut i stalnost vektorskog srednjaka vjetra jer su te vrijednosti očite.

Tablica 6. Vektorski srednjaci vjetra za Govedare i Palagružu u izabranim slučajevima s vjetrom iz NW smjera u 7 i 21 h te iz SE smjera u 14 h u Govedarima, 1963—1984.

Table 6. Mean wind vectors for Govedari and Palagruža in selected cases with NW wind direction at 7 and 21 MLT, and with SE wind direction at 14 MLT in Govedari, 1963—1984.

	postaja	veličina	NW	SE	NW
			7 h	14 h	21 h
siječanj	Govedari	modul (ms^{-1})	1,7	2,8	1,5
	Palagruža	modul (ms^{-1})	3,8	3,2	5,6
		azimut ($^{\circ}$)	345	163	354
		stalnost (%)	83	85	83
srpanj	Govedari	modul (ms^{-1})	1,5	3,4	1,6
	Palagruža	modul (ms^{-1})	4,0	2,4	4,0
		azimut ($^{\circ}$)	323	152	316
		stalnost (%)	88	61	90

U 7 i 21 h vektorski srednjak vjetra na Palagruži ima sjeverozapadni smjer i veliku stalnost. To je posljedica prevladavajućeg NW strujanja u izabranim slučajevima s vjetrom iz NW smjera u Govedarima.

Između NW strujanja na Palagruži i istovremenog vjetra iz NW smjera u 7 i 21 h u Govedarima izgleda da su u izabranim slučajevima najčešći ovi odnosi:

— U Govedarima je “čisti” NW kopnenjak, a na Palagruži je NW strujanje. To strujanje nema direktnog utjecaja na NW kopnenjak, ali ono već svojim prisustvom ipak indirektno stimulira taj kopnenjak jer nema suprotnog nepovoljnog SE strujanja.

— Vjetar iz NW smjera u Govedarima kombinacija je NW kopnenjaka i NW strujanja.

Sasvim slično vrijedi i za odnos između vjetra iz SE smjera u 14 h u Govedarima i tada prevladavajućeg SE strujanja na Palagruži.

Kada su prilike u Govedarima za SE zmorac povoljnije, on manje ovisi o SE strujanju pa se može pojaviti i u slučaju kada je na Palagruži opće strujanje iz bilo kojeg smjera. Iz toga slijedi da će stalnost vektorskog srednjaka vjetra na Palagruži u izabranim slučajevima sa SE vjetrom u Govedari-

ma biti manja što su prilike za SE zmorac u Govedarima povoljnije, odnosno što je udio SE zmorca u vjetru iz SE smjera u Govedarima veći.

U srpnju su prilike za SE zmorac mnogo povoljnije nego u siječnju. I zaista, prema tablici 6, u srpnju je stalnost vektorskog srednjaka vjetra na Palagruži u 14 h osjetno manja nego u siječnju. Znači da je u srpnju udio SE zmorca u vjetru iz SE smjera u 14 h u Govedarima veći, a udio SE strujanja manji. Iako je udio SE strujanja manji, veći utjecaj SE zmorca u Govedarima u srpnju ima za posljedicu veći iznos modula vektorskog srednjaka vjetra za Govedare u tom mjesecu. Prema tome, u SE vjetru u 14 h u Govedarima može biti utjecaja i SE zmorca i SE strujanja.

U 7 i 21 h stalnost vektorskog srednjaka vjetra na Palagruži nešto je manja u siječnju nego u srpnju, što pokazuje da su uvjeti za NW kopnenjak u Govedarima u siječnju povoljniji. To je doprinos već spomenutih zimskih povoljnih uvjeta za kopnenjak. Udio NW kopnenjaka u vjetru iz NW smjera u Govedarima je dakle relativno manji u srpnju. To upućuje na zaključak da je povećana čestina tog smjera vjetra u srpnju u Govedarima (tab. 1) velikim dijelom posljedica utjecaja NW strujanja, tj. etezije. Povoljniji uvjeti za NW kopnenjak u siječnju odrazili su se i nešto većim modulom vektorskog srednjaka vjetra u siječnju nego u srpnju u 7 h u Govedarima. Međutim, u 21 h taj modul je veći u srpnju, vjerojatno zbog toga što je taj termin ljeti povoljan za mljetski kopnenjak pa ga jači NW kopnenjak u 21 h lakše nadvlada. U NW vjetru u 7 i 21 h u Govedarima može dakle biti utjecaja i NW kopnenjaka i NW strujanja.

SE zmorac često je u ljetnom polugodištu razlog većoj temperaturi zraka u 14 h u Govedarima nego na okolnim postajama jer donosi topliji zrak s ugrijanog mljetskog kopna.

5. VJETAR U GOVEDARIMA, OREBIĆU, KORČULI I NA PALAGRUŽI U DANIMA SA ZMORCEM ILI KOPNENJAKOM U GOVEDARIMA

Za dane srpnja u kojima je u određenom terminu u Govedarima zabilježen određeni smjer zmorca ili kopnenjaka i istovremeno su u tom terminu zadovoljeni uvjeti za izabrane slučajeve, izračunati su vektorski srednjaci vjetra za Govedare, Orebić, Korčulu i Palagružu (tab. 7). Pojedini je zmorac ili kopnenjak u tablici 7 predstavljen samo jednim

Tablica 7. Vektorski srednjaci vjetra za Govedare, Orebić, Korčulu i Palagružu za dane sa zmorcem ili kopnenjacom u Govedarima, srpanj, 1963—1984.

Table 7. Mean wind vectors for Govedari, Orebić, Korčula and Palagruža on days with land breeze or sea breeze in Govedari, July, 1963—1984.

smjer termin n**	veličina	GOVEDARI			OREBIĆ			KORČULA*			PALAGRUŽA		
		7 h	14 h	21 h	7 h	14 h	21 h	7 h	14 h	21 h	7 h	14 h	21 h
SW 14 h n=113	modul (ms^{-1})	1,5	3,4	0,5	0,9	3,1	1,1	0,1	1,3	1,2	2,5	2,8	3,5
	azimut ($^{\circ}$)	9	225	38	38	241	359	286	287	273	326	314	315
	stalnost (%)	65	100	50	34	68	46	6	47	55	73	81	75
W 14 h n=108	modul (ms^{-1})	1,1	4,0	0,3	0,7	3,8	1,0	0,2	1,5	0,9	3,3	3,9	4,4
	azimut ($^{\circ}$)	348	270	352	34	252	341	13	291	252	333	318	320
	stalnost (%)	65	100	43	24	82	44	10	58	38	76	86	82
E 21 h n=78	modul (ms^{-1})	1,0	2,0	0,8	0,5	2,4	1,0	0,3	1,0	1,3	2,2	2,0	2,4
	azimut ($^{\circ}$)	26	226	90	45	229	326	6	304	261	325	311	312
	stalnost (%)	55	69	100	20	58	55	17	35	64	74	69	71
SE 14 h n=70	modul (ms^{-1})	1,6	3,4	1,3	0,9	2,7	0,7	1,7	2,1	0,6	1,3	2,4	2,2
	azimut ($^{\circ}$)	141	135	154	116	144	25	106	101	140	189	152	177
	stalnost (%)	73	100	83	48	90	43	80	82	37	37	61	40
NW 7 h n=68	modul (ms^{-1})	1,5	2,5	0,5	0,5	3,2	1,2	0,7	1,3	0,8	4,0	3,8	3,6
	azimut ($^{\circ}$)	315	271	18	336	244	332	319	284	264	323	312	311
	stalnost (%)	100	68	63	17	71	50	37	49	36	88	86	77

* 19% podataka nije bilo na raspolaganju

** n je broj slučajeva

smjerom. Zbog toga je za taj smjer u Govedarima stalnost 100%.

U Govedarima, u danima s kontinentalnim zmorcem u 14 h, u 7 i 21 h prevladava kontinentalni kopnenjak. U Orebiću u 14 h prevladava vjetar s morske strane, a u 7 i 21 h vjetar s kopnene strane. Korčula nema tijekom dana veću promjenu smjera vektorskog srednjaka vjetra. Tamo je očito, zbog nepovoljna razmještaja kopna i mora, utjecaj obalne cirkulacije slab. Na Palagruži tijekom dana prevladava NW strujanje karakteristično za vedro i stabilno vrijeme.

U Govedarima, u danima s mljetskim zmorcem u 14 h, u 7 i 21 h nema jačeg utjecaja mljetskog kopnenjaka. Znači da se zmorac i kopnenjak mljetske cirkulacije ne pojavljuju često u istom danu. Vek-

torski srednjak vjetra u Orebiću i Korčuli u 14 h ima smjer iz zapadnog kvadranta. To pokazuje da mljetski zmorac nije samostalan, nego se on često udružuje sa zapadnim strujanjem, koje je vjerojatno priobalni modificirani dio NW strujanja. Taj dodatni stimulans može biti razlogom većoj jačini mljetskog zmorca u odnosu na kontinentalni zmorac (tab. 5). Stimulans je mljetskom zmorcu potreban da bi se održao u vrijeme češćeg kontinentalnog zmorca i jačeg utjecaja visinskog vjetra. U tim danima na Palagruži prevladava NW strujanje. Treba napomenuti da se mljetski zmorac u oko 15% slučajeva javlja ipak samostalno, tj. bez stimulativnog zapadnog vjetra.

Na podršku općeg strujanja mljetskom zmorcu upućuje i stalnost vektorskog srednjaka vjetra za

Palagružu u 14 h za srpanj i siječanj pri mljetskom zmorcu, odnosno W smjeru vjetra, u izabranim slučajevima u Govedarima. Taj srednjak za Palagružu ima smjer iz NW kvadranta, u siječnju mu je stalnost 93%, a u srpnju 86%. Odgovarajuća vrijednost modula vektorskog srednjaka vjetra u Govedarima za siječanj iznosi $3,0 \text{ ms}^{-1}$, a za srpanj $4,0 \text{ ms}^{-1}$. Manja stalnost vektorskog srednjaka vjetra na Palagruži u srpnju ukazuje na to da je tada manji udio općeg strujanja u W vjetru u Govedarima. Veća brzina W vjetra u 14 h u Govedarima u srpnju objašnjava se većim utjecajem mljetskog zmorca. Prema tome, u W vjetru u 14 h u Govedarima može biti utjecaja i mljetskog zmorca i općeg zapadnog strujanja.

Mljetski kopnenjak nije čest u srpnju u 7 h. Stoga su u tablici 7 dani podaci za 21 h. U danima s mljetskim kopnenjakom u 21 h u Govedarima, vidljiv je i u Govedarima i u Orebiću utjecaj dnevnog periodičkog vjetra, u Korčuli je taj utjecaj slab, dok na Palagruži prevladava NW strujanje. Zanimljivo je da u Govedarima u tim danima u 14 h ne prevladava mljetski zmorac već kontinentalni zmorac. Još se jednom pokazuje da se mljetski kopnenjak i mljetski zmorac ne pojavljuju često u istom danu. Ne vidi se da mljetski kopnenjak ima podršku nekog prostranijeg strujanja. Ona mu zapravo nije ni potrebna jer se mljetski kopnenjak javlja u vrijeme koje nije povoljno za kontinentalni kopnenjak i kada visinsko strujanje manje utječe na prizemni vjetar. Stoga je mljetski kopnenjak samostalan, dok mljetski zmorac nije. To je razlog zašto se mljetski kopnenjak ne javlja često u istom danu s mljetskim zmorcem.

SE zmorac u 14 h javlja se u Govedarima kada na svim postajama u tablici 7 prevladava SE strujanje, koje je stimulans za SE zmorac. Postojanje utjecaja dnevnog periodičkog vjetra u tim danima pokazuje jedino vjetar s kopnene strane u 21 h u Orebiću.

NW kopnenjak u 7 h puše u Govedarima pri prevladavajućem NW strujanju na svim postajama u tablici 7. To strujanje jest podrška za NW kopnenjak. Prisutnost dnevnog periodičkog vjetra u tim danima dolazi do izražaja u Govedarima prevladavanjem mljetskog zmorca u 14 h i kontinentalnog kopnenjaka u 21 h, a u Orebiću prevladavanjem vjetra s morske strane u 14 h.

6. NEKE ODLIKE TRIJU SUSTAVA OBALNE CIRKULACIJE U GOVEDARIMA U IZABRANIM SLUČAJEVIMA

Definirat će se neke veličine kao mjere za pro-

mjenljivost meteoroloških uvjeta u mjesecu i vidjeti kako pojedini sustavi reagiraju na promjenljivost tih uvjeta. Mjere za promjenljivost uvjeta jesu mjesečna međudnevna promjenljivost minimalne temperature zraka (PMT) i naoblake u 14 h (PN14). Tablica 8 sadrži koeficijente korelacije između apsolutnih čestina naznačenih smjerova vjetra u izabranim slučajevima i tih promjenljivosti, i to za srpanj za 21 godinu raspoloživih podataka. Odabrani smjerovi vjetra reprezentiraju sve zorce i kopnenjake u Govedarima. Koeficijenti korelacije u tablici 8 odnose se na 21 par te se smatraju signifikantnim ako im je apsolutna vrijednost veća od 0,43. Međutim, kako su za svaki smjer izračunata po dva koeficijenta korelacije, vidi se da i oni s nešto manjim apsolutnim vrijednostima nisu bez značenja.

Prema tablici 8 koeficijenti korelacije za smjerove vjetra kontinentalnog zmorca i kopnenjaka negativni su i uglavnom signifikantni, što znači da veća promjenljivost uvjeta djeluje nepovoljno na kontinentalnu cirkulaciju. To je još jedna potvrda veće tromosti, odnosno većih dimenzija tog sustava.

Za smjerove vjetra mljetske cirkulacije u 7 i 14 h svi su koeficijenti korelacije pozitivni, a jedan je signifikantan. To pokazuje da toj cirkulaciji u 7 i 14 h pogoduje veća promjenljivost meteoroloških uvjeta, što potvrđuje da je taj sustav manji i lakše se prilagođava tim uvjetima nego veliki sustav kontinentalne cirkulacije. U tim nepovoljnim uvjetima mljetska cirkulacija često postoji upravo zbog tromosti većeg sustava kontinentalne cirkulacije.

Tablica 8. Koeficijenti korelacije između apsolutnih čestina smjerova vjetra u izabranim slučajevima i međudnevne promjenljivosti minimalne temperature zraka (PMT), te između tih čestina i međudnevne promjenljivosti naoblake u 14 h (PN14), Govedari, srpanj, 1963—1984.

Table 8. Correlation coefficients between absolute frequencies of wind directions for selected cases and the interdiurnal variability of the minimum air temperature (PMT) as well as between these frequencies and the interdiurnal variability of the cloudiness at 14 MLT (PN14), Govedari, July, 1963—1984.

	7 h			14 h			21 h		
	NE	E	NW	SW	W	SE	NE	E	NW
PMT	-0,50	0,11	0,08	-0,47	0,13	0,20	-0,67	-0,53	0,37
PN14	-0,34	0,32	0,15	-0,48	0,47	0,07	-0,32	-0,41	0,14

Kasni zalaz Sunca u srpnju najmanje smeta mljetskom kopnenjaku pa je on u 21 h najčešći. Dodatni nepovoljni uvjeti zbog veće promjenljivosti meteoroloških prilika nepovoljni su za mljetski kopnenjak u 21 h. Na to ukazuje negativan signifikantni koeficijent korelacije u tablici 8 za smjer mljetskog kopnenjaka u 21 h.

Svi koeficijenti korelacije u tablici 8 za smjerove vjetra SE—NW cirkulacije pozitivni su, ali ipak ni jedan nije signifikantan.

U tablici 9 navedeni su koeficijenti korelacije između apsolutnih čestina reprezentativnih smjerova vjetra u izabranim slučajevima za srpanj. I ti koeficijenti odnose se na 21 godinu raspoloživih podataka pa se mogu smatrati signifikantnima ako im je apsolutna vrijednost veća od 0,43.

Svi koeficijenti korelacije između apsolutnih čestina smjerova kopnenjaka i zmorca kontinentalne cirkulacije pozitivni su i signifikantni. To znači da su mjeseci s povoljnijim prilikama za kontinentalni kopnenjak u 7 h također povoljni i za kontinentalni zmorac u 14 h, odnosno za kontinentalni kopnenjak u 21 h.

Negativan signifikantni koeficijent korelacije između apsolutnih čestina SW i W smjera vjetra za 14 h ukazuje na stanovitu isključivost kontinentalnog i mljetskog zmorca. O toj isključivosti bilo

Tablica 9. Koeficijenti korelacije između apsolutnih čestina smjerova vjetra u izabranim slučajevima, Govedari, srpanj, 1963—1984.

Table 9. Correlation coefficients between absolute frequencies of wind directions for selected cases, Govedari, July, 1963—1984.

		7 h			14 h			21 h	
		NE	E	NW	SW	W	SE	NE	E
7 h	E	-0,11							
	NW	-0,22	0,39						
14 h	SW	0,60	-0,23	-0,18					
	W	-0,29	0,38	0,27	-0,45				
	SE	0,12	0,02	0,02	-0,43	0,13			
21 h	NE	0,63	-0,24	-0,25	0,73	-0,49	-0,32		
	E	0,37	0,01	-0,03	0,56	-0,64	-0,39	0,61	
	NW	-0,21	0,19	0,28	-0,23	0,17	0,07	-0,33	-0,30

je spomena u poglavlju 3.

Prije spomenuta osjetljivost mljetskog kopnenjaka u 21 h u srpnju na dodatne nepovoljne prilike u tom terminu razlog je za povećane koeficijente korelacije između apsolutnih čestina E smjera vjetra u 21 h i apsolutnih čestina SW smjera vjetra u 14 h i NE smjera vjetra u 21 h. Naime, zadnja dva smjera vjetra pripadaju kontinentalnoj cirkulaciji koja je također osjetljiva na dodatne nepovoljne prilike. Zbog toga mjeseci s povoljnijim prilikama za obalnu cirkulaciju imaju povećane čestine mljetskog kopnenjaka u 21 h, ali i povećane čestine kontinentalnog zmorca u 14 h i kontinentalnog kopnenjaka u 21 h.

Promjenljivom vremenu pripisuju se negativni signifikantni koeficijenti korelacije između apsolutne čestine W smjera vjetra u 14 h i apsolutnih čestina NE i E smjerova vjetra u 21 h. Naime, u W smjeru vjetra u 14 h prisutan je mljetski zmorac, kojem promjenljivo vrijeme odgovara, a u NE i E smjerovima vjetra u 21 h kontinentalni i mljetski kopnenjak, kojima promjenljivo vrijeme ne odgovara.

Prema tablici 9 nema signifikantnih pozitivnih koeficijenata korelacije između čestina smjerova vjetra koji reprezentiraju zmorac i kopnenjak unutar mljetske ili unutar SE—NW cirkulacije. To pokazuje da zmorac i kopnenjak unutar mljetske ili unutar SE—NW cirkulacije imaju malo zajedničkih povoljnih ili nepovoljnih uvjeta. Primjeri za to jesu:

— mljetski kopnenjak u 21 h u stalno otežanim uvjetima zbog kasnog zalaza Sunca u ljetnom polugodištu ima velike šanse pojavljivanja ako je promjenljivost meteoroloških uvjeta mala, dok ta promjenljivost mljetskom kopnenjaku u 7 h i mljetskom zmorcu u 14 h pogoduje;

— mljetski je zmorac prilično zavisn o zapadnom strujanju, dok je mljetski kopnenjak u 21 h samostalan;

— mljetski kopnenjak i zmorac ne javljaju se često u istom danu (poglavlje 5);

— SE zmorac i NW kopnenjak udružuju se s općim strujanjem suprotnog smjera.

7. ZAKLJUČCI

Podaci za postaju Govedari pokazuju postojanje triju sustava obalne cirkulacije zraka:

— Osnovna, prevladavajuća i samostalna jest kon-

tinentalna cirkulacija. To je relativno velik ali i trom sustav.

— Sustav mljetske cirkulacije manji je i prilagodljiviji promjenljivim meteorološkim prilikama. Mljetski zmorac nije samostalan jer pada u dio dana kada prevladava kontinentalni zmorac i kada je veći utjecaj visinskog vjetera. Stoga je on često udružen sa zapadnim strujanjem. Mljetski kopnenjak je samostalan. Najčešći je u 21 h. U to doba dana u ljetnom polugodištu inače prevladavajući kontinentalni kopnenjak tek se uspostavlja pa često još ne dopire do Mljeta, a utjecaj je visinskog vjetera oslabljen. Važno je uočiti brojne i izrazite odlike mljetske cirkulacije i bitne razlike između odlika mljetske i kontinentalne cirkulacije. Te činjenice pokazuju da kopnenjak iz E smjera nije periferni ili deformirani (zbog meteoroloških prilika ili zbog nepreciznog određivanja smjera vjetera) oblik kontinentalnog kopnenjaka, a zmorac iz W smjera da nije takav oblik kontinentalnog zmorca.

— Treći je sustav obalne cirkulacije između dubljeg otvorenog mora na jugoistoku od Mljeta i plićeg mora s poluotokom Pelješcem i otocima na sjeverozapadu. Taj sustav nije samostalan jer je često udružen s općim stimulativnim SE ili NW strujanjem.

Odlike obalne cirkulacije u Govedarima približile su nas odgovoru na pitanje koliko velik mora biti otok da bi pokrenuo obalnu cirkulaciju. Otok može biti sasvim malen, mnogo manji od Mljeta. Ovisi o strujanju nad širim područjem, tj. o njegovom neutralnom, stimulativnom ili destimulativnom utjecaju, hoće li se sustav obalne cirkulacije malog otoka održati. O tome jasno govori iskustvo s Crvenim jezerom pokraj Imotskog. Dana 16. listopada 1993. godine oko podneva na gornjem rubu Crvenog jezera puhao je vjetar jačinom do 2 bofora. Duboko dolje u prilično izoliranom prostoru utjecaj tog vjetera sasvim je slab. Ipak, dolje su se na površini jezera mali valovi kretali prema sjevernoj, Suncem obasjanoj padini. Očito se u malom izoliranom prostoru nad površinom Crvenog jezera pod utjecajem Sunčeva zračenja formirala mala ali intenzivna cirkulacija zraka.

Slika o kopnenjacima i zorcima u Govedarima iznesena u ovom radu prilično je komplicirana ali skladna. Ona ima mnogo detalja, ali oni nisu u kontradikciji, što pokazuje da je ta slika dobra.

Za druga područja otoka Mljeta kao i za vjetar na visini nema podataka. Međutim, rezultati ovog rada, stanovita sličnost Brača i Mljeta, neke sličnosti odlika obalne cirkulacije na Mljetu i na Braču

(Lukšić, 1979, 1991a), te neke odlike obalne cirkulacije na Braču (Prodić, 1662) daju poticaj za ove pretpostavke:

— Duž čitave obale Mljeta postoji obalna cirkulacija između otoka i mora.

— Mljetska cirkulacija ima manji horizontalni i vertikalni domet nego obalna cirkulacija između bračkog kopna i obližnjeg mora. Vertikalni domet mljetske cirkulacije može biti pedesetak metara, a kontinentalne nekoliko puta veći.

— Utjecaj obalne cirkulacije između kontinenta i Jadranskog mora jači je na krajnjem zapadnom i krajnjem istočnom dijelu otoka Mljeta, gdje je utjecaj glavnine otočnog kopna oslabljen.

Te pretpostavke mogu biti osnova za daljnja istraživanja obalne cirkulacije na Mljetu.

Podaci Govedara također potvrđuju da je za zmorac travanj povoljniji od listopada, a za kopnenjak da je listopad povoljniji od travnja.

Zbog toga što je kopno hladnije od mora, zbog slabijeg i kraćeg Sunčeva zračenja te duže noći kopnenjak je čest i zimi.

Rezultati ovog rada pokazuju da klimatološki podaci obične meteorološke postaje za 7, 14 i 21 h mogu dati vrijedne informacije o nekim složenim meteorološkim procesima. Dobro je to imati na umu da se ne bi u prevelikom oduševljenju za novo počinila nepopravljiva šteta starim vrijednostima.

Zahvala

Dr. Dražen Poje korisnim primjedbama i savjetima pomogao mi je pri izradi ovog rada, te mu na tome srdačno zahvaljujem.

8. LITERATURA

- Atkinson, B. W., 1981: Meso-scale atmospheric circulations. Academic Press, London, 495 pp.
- Lukšić, I., 1968: Zmorac i kopnenjak u Sutivanu na otoku Braču. *Hidrografski godišnjak* 1967, 125-136.
- Lukšić, I., 1979: Lokalni vjetrovi i problem zagađenja u Sutivanu na otoku Braču. *Konferencija o zaštiti Jadrana (druga knjiga)*, Hvar, 1979, 151-159.
- Lukšić, I., 1989: Dnevni periodički vjetrovi u Senju. *Geofizika*, 6, 59-74.
- Lukšić, I., 1991a: Obalna cirkulacija u Sutivanu na otoku Braču. *Priroda*, broj 8, 31-33.

- Lukšić, I., 1991b: Klimatološki termini 7, 14 i 21 h SLV ostaju. *Hrvatski meteorološki časopis*, **26**, 117-120.
- Makjanić, B., 1978: Bura, jugo, etezija. *Prilozi poznavanju vremena i klime SFRJ, sveska 5*, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 77 pp.
- Orlić, M., B. Penzar, and I. Penzar, 1988: Adriatic sea and land breezes: clockwise versus anticlockwise rotation. *Journal of Applied Meteorology*, **27**, 675-679.
- Penzar, B., 1977: Vjetar. *Prilozi poznavanju vremena i klime SFRJ, sveska 2*, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 41-117.
- Penzar, B., I. Penzar, i M. Orlić, 1996: Periodičke promjene vjetra na Palagruži i u blizini obale. *Zbornik simpozija o Palagruži* (u tisku), Split.
- Penzar, I., B. Penzar, i M. Orlić, 1988: Neke karakteristike cirkulacije zraka duž obalnog područja SR Hrvatske. *X kongres o energiji*, Opatija, 103-115.
- Poje, D., 1981: Neke značajke vjetrovnog režima u Splitu. *Sunčeva energija*, **3**, broj 1-2, Rijeka, 213-220.
- Prodić, V., 1662: Kronika otoka Brača u Dalmaciji. U: *Legende i kronike*, urednici V. Gligo i H. Marović, Čakavski sabor, Split, 1977, 221-264.
- Stipaničić, V., 1977: Temperatura zraka i mora u primorju istočne obale Jadrana. *Hidrografski godišnjak 1975*, 57-65.
- Zore-Armanda, M., 1978: Temperatura mora. *Prilozi poznavanju vremena i klime SFRJ, sveska 4*, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 103-138.