

NEKI ODNOSI IZMEĐU ZMORCA, ETEZIJA I ATMOSFERSKOG POREMEĆAJA

Some relations between sea breeze, etesians and atmospheric disturbance

IVO LUKŠIĆ

Aleja pomoraca 11/8, 10020 Zagreb

Primljeno 24. listopada 2003., u konačnom obliku 7. srpnja 2004.

Sažetak: Koeficijenti korelacije pokazuju da se u odabranim danima sa zmorcem u Splitu jačina vjetra u 14^h na dvjema postajama razmatranog područja može često mijenjati ovako:

- jačina zmorca na objema postajama mijenja se slično,
- jačina etezija mijenja se također na objema postajama slično,
- jačina etezija na jednoj postaji i jačina zmorca na drugoj mijenjaju se slično zbog etezijskog stimuliranja jačine izrazitog zmorca (etezije ne stimuliraju ili čak razaraju neizrazit zmorac),
- jačina vjetra atmosferskog poremećaja na jednoj postaji i jačina etezija ili zmorca na drugoj mijenjaju se suprotno; razlog je nepovoljno djelovanje tog poremećaja na etezije ili zmorac,
- jačina vjetra atmosferskog poremećaja na objema postajama mijenja se slično.

Obalna cirkulacija na Jadranu slabija je u 21^h te tada više prostora ostaje etezijama. Stoga su etezije na Palagruži izraženije u 21^h nego u 7 ili 14^h.

Brojne nizinske primorske postaje, gdje je kopna više nego na Palagruži i gdje zmorac ne prevladava, imaju izraženije etezije u 14^h nego u 7 ili 21^h, i to zbog jačeg etezijskog utjecaja s visine u 14^h. Na tim postajama etezije su obično izraženije u 21^h nego u 7^h zbog više raspoloživa prostora na Jadranu u 21^h.

Sklonost motritelja prema nekim smjerovima vjetra a nesklonost prema drugima otežavaju proučavanje složenog režima vjetra na Jadranu.

Ključne riječi: zmorac, etezije, atmosferski poremećaj, Hrvatska

Abstract: Correlation coefficients show that, on selected days with sea breeze in Split, the wind strength at 2 p.m. at two stations of the area considered frequently varies as follows:

- the sea breeze strength at both stations varies similarly,
- the strength of etesians at both stations also varies similarly,
- the strength of etesians at one station and the sea breeze strength at the other vary similarly due to the etesians' stimulation of the strength of a well-developed sea breeze (etesians do not stimulate but rather destroy a not well-developed sea breeze),
- wind strength in an atmospheric disturbance at a station and etesians' or sea breeze strength at another vary oppositely, the reason being the unfavorable effect of the disturbance on either etesians or sea breeze,
- wind strength in an atmospheric disturbance at both stations varies similarly.

The coastal circulation on the Adriatic is weaker at 9 p.m. and then more space is left to etesians. Therefore, the etesians on Palagruža are more developed at 9 p.m. than at 7 a.m. or 2 p.m.

Numerous lowland coastal stations, surrounded by more land than on Palagruža and where sea breeze does not prevail, have more developed etesians at 2 p.m. than at 7 a.m. or 9 p.m., due to stronger etesians influence from a height at 2 p.m. At these stations, etesians are usually more developed at 9 p.m. than at 7 a.m. due to more available space on the Adriatic at 9 p.m. The observers' inclination toward some wind directions and their disinclination toward others make the study of the complex wind regime on the Adriatic more difficult.

Key words: sea breeze, etesians, atmospheric disturbance, Croatia

1. UVOD

Cilj ovog rada jest bolje poznavanje odnosa između zmorca, etezija i atmosferskog poremećaja (dalje: poremećaja), a preko toga i bolje poznavanje odlika tih triju sustava. Pod poremećajem podrazumijeva se u ovom radu atmosferski sustav s pojačanim vjetrom i/ili povećanom naoblakom koji onemogućava neporemećeno vrijeme na nekoj postaji.

Izrazita razvedenost hrvatske obale uvjetuje brojne zasebne sustave obalne cirkulacije u neporemećenim danima. Zbog lakšeg snalaženja u tom mnoštvu, obalna cirkulacija između ovećeg dijela kontinentalnog kopna i Jadranskog mora u ovom radu označava se kao kontinentalna s kontinentalnim zmorcem i kontinentalnim kopnenjakom, a obalna cirkulacija između manjeg kopna (otok, zasebni djelić kontinentalnog kopna) i Jadranskog mora kao lokalna s lokalnim zmorcem i lokalnim kopnenjakom. Za kontinentalnu obalnu cirkulaciju, kontinentalni SW zmorac (takva oznaka u ovom radu znači: dotični vjetar puše iz naznačenog kvadranta) i kontinentalni NE kopnenjak na postaji Split Marjan (dalje: Marjan) ti atributi izuzetno se neće koristiti.

Etezijske su bolje razvijene na pučini Jadrana i na visini, dok ih uz kontinentalnu obalu često nadvlada obalna cirkulacija (Škreb i sur., 1942). U našim krajevima etezijske dopiru do visine oko 3 km (Makjanić, 1956), a njihov smjer kreće se uglavnom od W preko NW do N.

Prema Penzar (1968) u neporemećenim danima na Marjanu prevladava obalna cirkulacija a na Palagruži prevladavaju etezijske; etezijske na Palagruži najčešće su u kolovozu, a srednja im je jačina oko 2 Bf.

Lukšić (2000–2001) nalazi da zmorac na Marjanu i etezijske na Palagruži nisu međusobno neutralne pojave, već da etezijske danju potiču jačinu zmorca na Marjanu izraženijim pritjecanjem svježeg zraka sa sjeverozapada nad Jadranskim morem nego nad kontinentalnim kopnom i jačanjem turbulentnog miješanja mora. Prvi je čimbenik specifičan za etezijske, dok drugi nije bitno povezan za smjer vjetra. U tom je radu etezijsko hlađenje površinskog mora isparavanjem povezano zajedno s turbulentnim miješanjem mora, jer jača to miješanje. Međutim, hlađenje mora isparavanjem djeluje povoljno i direktno na zmorac, te će se u ovom radu izdvojiti kao zaseban povoljan čimbenik.

U ovom radu koriste se klimatološki podaci za 7, 14 i 21^h, jer imaju veću prostornu gustoću i obuhvaćaju veće vremensko razdoblje nego npr. podaci za sva 24 sata u danu.

Dio ovog rada preuzet je iz prethodnog rada autora (Lukšić, 2003). Razlog su tiskarske greške u tom radu koje mogu čitaoca zbuniti i ispuniti nevjericom. Tako je u ključnoj tablici 3 umjesto nule u više navrata upisan zarez, npr. za azimut vektorskog srednjaka vjetra postaje Lastovo stoji 3,5 umjesto 305°.

2. OPIS PRIMIJENJENE METODE

U ovom se radu analiziraju odnosi između jačine vjetra dviju postaja na razmatranom području (sl. 1, tab. 1) pomoću koeficijenta linearne korelacije R . Jačina vjetra odnosi se na 14^h odabranih dana sa zmorcem na Marjanu; uvjeti izbora odabranih dana navode se u poglavlju 3. Koeficijent R dobiven je iz barem 100 parova podataka, te se smatra znakovitim ako je $|R| \geq 0.20$. Znakovit koeficijent ispisan je u tablicama 1 i 4 podebljano.

Između jačine vjetra u 14^h odabranih dana sa zmorcem na Marjanu, a s obzirom na neke dvije postaje razmatranog područja, mogući su odnosi ovih oznaka i karakteristika:

- ZZ: zmorac prevladava na objema postajama; stoga se jačina vjetra često mijenja slično te je $R \geq 0.20$.
- EE: etezijske prevladavaju na objema postajama; stoga se jačina vjetra često mijenja slično tako da je $R \geq 0.20$.
- EZ: etezijske prevladavaju na jednoj, a zmorac prevladava na drugoj postaji; jačina se vjetra često mijenja slično zbog etezijskog stimuliranja jačine izrazitog zmorca, te je $R \geq 0.20$.
- P⁻: poremećaj prevladava na jednoj postaji, a etezijske ili zmorac na drugoj; jačina se vjetra često mijenja suprotno zbog nepovoljnog djelovanja poremećaja na etezijske ili zmorac stoga je $R \leq -0.20$.
- PP: poremećaj prevladava na objema postajama, stoga se jačina vjetra često mijenja slično te je $R \geq 0.20$.

U nekom paru postaja može prevladati odnos ZZ, EE, EZ, P⁻ ili PP. Pretpostavlja se da je taj prevladavajući odnos određen prevladavajućim vjetrom u 14^h na jednoj i drugoj postaji (tab. 2 i 3) te koeficijentom R (tab. 1 i 4). Tip prevladavajućeg odnosa utvrđuje se na temelju te pretpostavke. U slučaju manjih neslaganja između

Tablica 1. Nadmorska visina postaje, razdoblje s raspoloživim podacima, koeficijent korelacije R između jačine zmorca na Marjanu i jačine vjetera dotične postaje u 14^h odabranih dana te broj parova N .

Table 1. Station elevation, period with available data, correlation coefficient R between the sea breeze force on Marjan and the wind strength at the corresponding station at 2 p.m. for selected days and N number of pairs.

područje	postaja	nadmorska visina (m)	razdoblje	R	N
otočno, udaljenije od kontinentalne obale	Palagruža	98	1949–1992	0.10	262
	Lastovo	186	1948–1994	0.21	283
	Hvar	20	1948–1994	0.32	283
	Jelsa	3	1963–1994	0.29	165
	Goveđari	30	1960–1994	0.05	173
	Bol	50	1963–1994	0.31	150
otočno, bliže kontinentalnoj obali	Vela Sestrica	35	1971–1994	0.19	129
	Nerežišća	382	1956–1975	0.16	112
kontinentalna obala	Sutivan	10	1957–1994	0.00	210
	Dubrovnik	52	1948–1994	0.10	283
	Makarska	52	1953–1994	0.16	238
	Marjan	122	1948–1994	–	–
	Kaštel Stari	24	1948–1971	0.33	154
	Split aerodrom	21	1966–1994	0.28	136
	Šibenik	77	1948–1994	0.24	283
	Biograd	8	1953–1994	0.20	246
	Zadar	5	1948–1994	0.27	283
	Novigrad (Dalmacija)	15	1963–1991	0.07	153
	Senj	26	1948–1994	0.05	283
nizinsko uz Jadran, nadmorska visina <310 m	Rovinj	20	1949–1994	0.20	276
	Šestanovac	240	1962–1994	0.09	170
	Sinj	308	1949–1994	0.03	272
	Drniš	304	1958–1991	0.09	184
	Knin	255	1948–1994	0.00	281
	Benkovac	179	1957–1986	0.21	159
	Vrana	35	1958–1992	0.13	198
Zadar aerodrom	82	1969–1991	0.19	117	
planinsko uz Jadran, nadmorska visina >770 m	Bjelašnica	2067	1953–1985	0.22	210
	Mosor Ljuvač	853	1953–1965	0.24	103
	Baške Oštarije	924	1964–1994	-0.20	163
	Zavižan	1594	1953–1994	-0.16	232
	Lokve brana	774	1957–1994	-0.13	212
središnja Hrvatska	Karlovac	110	1948–1994	-0.10	283

tablica 2 i 3 prednost se daje vektorskom srednjaku vjetera u tablici 3, jer se u tom srednjaku gubi utjecaj (ne)sklonosti motritelja prema nekim smjerovima vjetera i uvažava jačina vjetera.

3. ODABIR DANA SA ZMORCEM NA MARJANU

Odabrani dani izdvajaju se iz srpnja i kolovoza u razdoblju 1948–1994, a zadovoljavaju ove uvjete na postaji Marjan:

- Smjer vjetera u 7^h jest NNE, NE ili ENE; to su smjerovi kopnenjaka (Lukšić, 2000–2001).
- Smjer vjetera u 14^h jest SW ili WSW; to su smjerovi zmorca, dok smjer SSW pripada zdolcu (Lukšić, 2000–2001).
- Smjer vjetera u 21^h jest NNE, NE ili ENE ili je WNW, NW ili NNW ili je tišina; NW vjetar i

tišina česti su u 21^h neporemećenih dana na Marjanu, jer se tromi kopnenjak nerijetko pojavljuje tek poslije 21^h (Lukšić, 2000–2001).

- U 7 i 14^h jačina vjetera jest 1–4 Bf, a u 21^h jest 0–4 Bf.
- Naoblaka u 7 i 21^h jest 0–4 desetine; u 14^h jest 0–8 desetina, jer za vrijeme zmorca naoblaka može biti povećana (Lukšić, 1998).
- Odabrani dani zadovoljavaju i ovaj uvjet:
- Temperatura zraka u 14^h u Kninu je za barem 0.6°C veća nego u Hvaru; takva je razlika povoljna za zmorac a nepovoljna za zdolac na Marjanu (Lukšić, 2000–2001).

Kopnenjak u 7^h, odnosno kopnenjak, NW vjetar ili tišina u 21^h smanjuju utjecaj poremećaja u odabranim danima sa zmorcem na Marjanu.



Slika 1. Položaj postaja.

Figure 1. Station locations.

Uvjete A–F zadovoljavaju samo 283 dana, tj. tek 10% ukupnog broja dana u srpnju i kolovozu razdoblja 1948–1994. Broj odabranih dana smanjuju:

- zdoc na Marjanu (Lukšić, 2000–2001),
- sklonost motritelja na Marjanu prema tro-slovnim smjerovima vjetera u razdoblju 1968–1994. (Lukšić, 2000–2001), te su mnogi slučajevi zmorca s neopravdanim smjerom SSW u tom razdoblju eliminirani uvjetom B; stoga u razdoblju 1948–1967. ima prosječno 7.4 odabrana dana godišnje, a u razdoblju 1968–1994. samo 5.0,
- zahtjev da u 7^h bude kopnenjak može eliminirati dan koji je povoljan za zmorac ali je nepovoljan za kopnenjak, npr. dan kada je more u srednjaku osjetno hladnije od kopna,
- brojni uvjeti odabira.

4. ODLIKE ODABRANIH DANA

Položaj uvaženi postaja prikazuje slika 1 a razdoblje s raspoloživim podacima za te postaje tablica 1. Uvažene su sve postaje srednje Dalmacije i priobalnog hrvatskog gorja s dovoljno podataka. Od postaja na južnom i sjevernom Jadranu, te u središnjoj Hrvatskoj, uvažene su samo neke. Uključena je također i postaja Bjelašnica iz Bosne i Hercegovine. Prema položaju postaje su razvrstane u šest grupa. U tablici 1 je također dan koeficijent korelacije R između jačine zmorca na Marjanu u 14^h odabranih dana i istovremene jačine vjetera za neku drugu uvaženu postaju, te broj parova N za taj koeficijent. Za tu drugu uvaženu postaju N je ujedno i broj odabranih dana s raspoloživim podacima.

U tablici 2 vidljiva je sklonost motritelja na postajama Makarska, Kaštel Stari, Biograd,

Tablica 2. Čestina smjerova vjetra (%) u 14^h odabranih dana.

Table 2. Wind direction frequency (%) at 2 p.m. for selected days.

postaja	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Palagruža	6	1	2	0	1	0	3	2	2	0	1	3	9	13	37	14	5
Lastovo	1	0	2	0	1	0	1	1	1	0	1	0	2	20	59	6	4
Hvar	0	0	0	0	0	0	2	5	3	2	5	2	52	22	5	0	3
Jelsa	3	2	12	1	5	2	3	0	2	0	13	2	26	4	18	5	2
Goveđari	1	0	2	1	0	1	3	2	7	12	24	1	31	3	9	1	2
Bol	0	0	1	1	0	1	3	0	0	1	17	11	11	1	52	0	2
Vela Sestrica	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	4	9	36	9	27	2	9
Ne ežišća	12	1	5	6	3	0	6	0	0	0	17	1	23	4	21	0	0
Sutivan	0	0	3	0	0	0	1	0	0	2	59	5	0	3	24	1	0
Dubrovnik	1	0	0	0	0	0	3	7	8	7	15	16	22	12	6	1	1
Makarska	1	0	0	0	3	2	4	1	4	1	13	1	27	0	24	0	18
Marjan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	20	0	0	0	0	0
Kaštel Stari	1	0	0	0	0	0	7	2	3	0	83	0	0	0	1	0	3
Split aerodrom	1	0	1	0	1	1	2	1	1	18	42	21	4	4	1	1	0
Šibenik	2	0	1	0	0	0	0	0	2	5	18	12	45	3	10	1	0
Biograd	8	0	1	0	0	0	0	0	2	1	13	0	6	0	63	7	0
Zadar	1	0	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	7	4	77	4	1
Novigrad (Dalmacija)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	67	1	24
Senj	0	1	7	16	4	1	4	13	4	17	7	5	4	2	2	4	8
Rovinj	2	0	0	0	0	0	3	2	2	2	10	10	5	11	41	12	0
Šestanovac	16	0	21	1	6	0	12	1	21	7	11	1	0	0	2	1	0
Sinj	4	9	7	0	2	0	3	0	4	7	38	5	5	1	5	4	6
Drniš	4	3	9	0	0	0	4	1	1	1	11	0	25	1	39	3	0
Knin	27	1	8	0	2	0	3	0	7	1	15	1	15	1	10	2	5
Benkovac	16	4	10	0	1	1	1	0	1	1	19	4	12	1	21	3	4
Vrana	1	4	5	0	0	0	1	2	1	2	23	3	6	9	43	2	0
Zadar aerodrom	3	2	2	0	0	0	0	0	6	3	10	11	34	14	14	3	0
Bjelašnica	37	14	16	3	2	1	1	0	4	0	2	0	1	0	0	4	13
Mosor Ljuvač	0	0	2	0	0	3	2	2	0	1	11	6	36	4	26	1	7
Baške Oštarije	1	0	6	3	18	5	12	0	2	0	6	0	28	3	10	0	6
Zavižan	0	0	3	1	28	6	3	1	0	2	2	2	29	5	13	0	6
Lokve brana	5	1	29	5	10	0	0	0	6	0	6	0	13	5	17	0	2
Karlovac	3	4	45	12	7	5	5	2	1	1	4	1	1	0	2	1	6

Zadar, Drniš i Knin prema jednoslovnim i dvoslovnim smjerovima vjetra, a nesklonost prema troslovnim. Obrnuto je na postaji Senj. Stoga podebljano ispisana maksimalna čestina smjera vjetra ima tek orijentaciono značenje.

Spomenute (ne)sklonosti u podacima smjera vjetra prisutne su čak i u anemografskim podacima (Lukšić, 2000–2001); one su znatna poteškoća u proučavanju složenog režima vjetra na Jadranu, a bile su i uzrok pogrešnih zaključaka. Zbog tih nedostataka taj režim nije poznat razmjerno uložnim istraživačkim naporima! 20-godišnja nastojanja da se čestina tih nedostataka smanji dala su pozitivni učinak, koji bi bio veći da je nerazumijevanja na raznim nivoima bilo manje.

U tablici 2 dolazi do izražaja prevladavanje smjerova SW, W i NW. Kontinentalni zmorac povećava čestinu prvog smjera, taj zmorac i

etezije čestinu drugog, etezije čestinu trećeg, a sklonost motritelja prema jednoslovnim i dvoslovnim smjerovima vjetra čestinu sva ta tri smjera.

Povećana čestina smjerova vjetra NE–E na postajama Senj, Šestanovac, Benkovac, Baške Oštarije, Zavižan, Lokve brana i Karlovac ukazuje da uvjeti A–F nisu u potpunosti eliminirali poremećaj, odnosno buru u odabranim danima na tim postajama. Čestinu NE smjera u Jelsi povećava lokalni hvarski zmorac (Lukšić, 2000–2001) a čestinu N smjera na Bjelašnici etezije (Škreb i sur., 1942).

Prema tablici 3 na postajama prve grupe, koje su dalje od kontinentalne obale, naoblaka je mala, a povećanje naoblake u 14^h u odnosu na 7 i 21^h najčešće je neizraženo zbog blizine silazne struje u danjoj kontinentalnoj obalnoj cirkulaciji. U 7^h prevladava kontinentalni

Tablica 3. Srednja naoblaka i vektorski srednjak vjetra u odabranim danima.

Table 3. Mean cloudiness and mean wind vector for selected days.

postaja	7 ^h				14 ^h				21 ^h			
	naoblaka (0-10)	azimut (0-360°)	modul (ms ⁻¹)	stalnost (%)	naoblaka (0-10)	azimut (0-360°)	modul (ms ⁻¹)	stalnost (%)	naoblaka (0-10)	azimut (0-360°)	modul (ms ⁻¹)	stalnost (%)
Palagruža	0.8	325	2.3	72	0.8	312	2.5	80	0.7	321	2.8	78
Lastovo	0.6	30	1.0	51	0.6	305	3.3	89	0.5	305	3.6	92
Hvar	0.3	35	0.4	42	0.7	274	2.5	88	0.4	338	1.4	86
Jelsa	0.5	13	0.8	25	0.7	290	2.8	54	0.2	233	1.7	68
Govedari	0.6	2	1.2	73	0.6	249	2.0	70	0.4	2	0.4	61
Bol	0.3	61	1.0	72	0.8	286	2.3	78	0.3	6	0.7	50
Vela Sestrica	0.3	43	0.5	77	0.4	295	1.6	88	0.4	344	0.5	57
Nerežišća	0.9	83	1.9	72	1.0	295	1.2	50	1.1	181	0.5	27
Sutivan	0.4	54	0.7	66	1.0	248	2.3	69	0.4	205	0.5	49
Dubrovnik	0.8	41	2.9	86	1.5	258	1.8	75	0.7	1	1.2	74
Makarska	0.6	82	0.5	44	1.0	273	1.1	59	0.4	325	0.7	42
Marjan	0.4	41	2.7	97	1.5	230	3.8	99	0.4	11	1.5	73
Kaštel Stari	0.3	46	0.9	79	1.2	223	2.4	92	0.3	28	1.3	79
Split aerodrom	0.5	29	0.6	68	1.8	230	4.1	85	0.6	331	0.8	51
Šibenik	0.6	27	1.6	93	1.3	263	2.7	80	0.5	11	1.3	90
Biograd	0.1	351	1.3	72	0.5	311	3.9	80	0.4	348	1.1	70
Zadar	0.6	106	0.2	32	1.0	311	3.6	91	0.6	334	0.6	71
Novigrad (Dalmacija)	0.5	47	0.7	90	1.0	313	2.9	97	1.4	52	1.0	88
Senj	1.4	66	4.9	91	2.1	77	1.4	52	1.3	70	4.1	93
Rovinj	1.1	56	0.5	54	1.2	292	2.2	69	1.0	38	0.5	72
Šestanovac	0.4	26	1.5	73	1.2	154	0.6	22	0.4	15	1.3	74
Sinj	0.4	33	0.7	79	2.4	243	1.0	38	0.4	15	1.4	84
Drniš	0.3	72	0.7	68	0.9	305	1.2	59	0.3	41	0.6	56
Knin	0.7	9	1.2	84	2.4	326	1.0	42	0.7	3	1.2	84
Benkovac	0.4	39	1.9	73	1.6	308	1.5	47	0.7	11	1.6	75
Vrana	0.8	18	0.5	80	1.8	290	1.4	64	0.4	22	0.4	80
Zadar aerodrom	0.3	70	0.6	64	0.9	272	2.8	73	0.4	326	0.3	37
Bjelašnica	3.7	12	5.5	73	4.8	13	4.0	76	2.2	358	3.4	62
Mosor Ljuvač	0.4	87	4.3	78	1.2	277	3.1	70	0.2	13	2.4	51
Baške Oštarije	1.1	89	1.4	82	1.5	92	0.1	5	1.1	80	1.1	72
Zavižan	2.2	93	2.4	66	3.1	102	0.2	7	1.7	105	1.3	44
Lokve brana	3.2	51	1.0	64	3.5	14	1.3	40	1.6	30	0.4	27
Karlovac	2.0	34	0.1	36	2.3	57	1.3	68	1.6	358	0.3	47

(Lastovo, Jelsa, Govedari, Vela Sestrica) ili lokalni (Hvar, Bol) NE kopnenjak, a u 14 i 21^h prevladavaju etezije. U 7^h Palagruža se izdvaja etezijama, u 14^h Govedari kontinentalnim SW zmorcem (Lukšić, 1995), a u 21^h Jelsa lokalnim hvarskim SW kopnenjakom (Lukšić, 1995, 2000–2001), Govedari kontinentalnim NE kopnenjakom (Lukšić, 1995) i Bol lokalnim bračkim NE kopnenjakom (Lukšić, 2000–2001).

Bliže su kontinentu bračke postaje Nerežišća i Sutivan iz druge skupine. Prema tablici 3 tu je naoblaka također mala i nema općeg poveća-

nja naoblake u 14^h s obzirom na 7 i 21^h. U 7^h prevladava kontinentalni NE kopnenjak, u 14^h etezije (Nerežišća) ili kontinentalni SW zmorac (Sutivan), a u 21^h lokalni brački S (Nerežišća) ili SW (Sutivan) kopnenjak prema Bračkom kanalu.

I u trećoj skupini postaja na obali kontinenta naoblaka je prema tablici 3 mala; u 14^h najčešće je veća nego u 7 ili 21^h, uglavnom zbog uzlaznih struja u 14^h u kontinentalnoj obalnoj ili planinskoj cirkulaciji nad obližnjim kontinentalnim kopnom ili brdima. U 7 i 21^h prevladavaju uglavnom kontinentalni NE kopnenjak ili

etezije, a u 14^h kontinentalni SW zmorac ili etezije. Na postaji Senj u sva tri termina prevladava bura iz ENE smjera; osobito u 7 i 21^h, kada su modul i stalnost vektorskog srednjaka vjetra povećani. Brojni dnevni periodički vjetrovi u Senju (Lukšić, 1989) u tim srednjacima nisu zbog bure došli do jačeg izražaja.

U četvrtoj skupini postaja na nižem dijelu dalmatinskog kontinentalnog zaleda u 14^h naoblaka je u prosjeku još jače povećana nego u prethodnoj skupini, jer su postaje četvrte skupine dublje u području s uzlaznim strujama u kontinentalnoj obalnoj ili planinskoj cirkulaciji. U 7 i 21^h prevladava uglavnom kontinentalni NE kopnenjak, a u 14^h etezije.

Na postajama pete grupe, u gorju te u Karlovcu, prema tablici 3 u sva tri termina naoblaka je u prosjeku veća nego na postajama prethodnih grupa. To je doprinos poremećaja. Naoblaka je u 14^h povećana u odnosu na 7 i 21^h pretežno zbog planinske cirkulacije. U vektorskim srednjacima vjetra uglavnom prevladavaju bura ili etezije.

U četvrtoj i petoj grupi kontinentalna obalna i planinska cirkulacija u 14^h manifestiraju se uglavnom u povećanoj naoblaci a slabije u vektorskim srednjacima vjetra zbog slabljenja horizontalne a jačanja vertikalne komponente strujanja u danjoj grani kontinentalne obalne i planinske cirkulacije na tom području.

Prema azimutu i modulu vektorskog srednjaka vjetra u tablici 3 na postajama Palagruža i Lastovo etezije su najizraženije u 21^h. I u drugim se radovima nalazi slično za Palagružu (Penzar, 1968, slika 1; Makjanić, 1978, tablica 5 na stranici 66). Jedan razlog su povećane dimenzije, odnosno povećana tromost kontinentalnog NE kopnenjaka (Lukšić, 1995, 2000–2001). Stoga je taj kopnenjak u 7^h osjetno češći i razvijeniji nego u 21^h. Drugi je razlog čest kontinentalni SW zmorac u 14^h, koji može imati čak veće dimenzije od kontinentalnog NE kopnenjaka u 7 ili 21^h. Takva je situacija na hrvatskom dijelu Jadrana, a slično se očekuje i na talijanskom. U 21^h ima dakle više raspoloživog prostora na Jadranu te su prilike tada za jadranske etezije općenito povoljnije.

Na čak 15 nizinskih postaja od Hvara do postaje Zadar aerodrom, gdje je kopna više a mora manje nego na Palagruži i gdje zmorac ne prevladava, etezije su prema tablici 3 najizraženije u 14^h. Tada naime jače zagrijavanje tla

potiče jače vertikalno miješanje zraka, a to jača utjecaj etezija iz visine na prizemno strujanje. To je ograničeno prizemno jačanje etezija, jer etezije na tim postajama jačaju u 14^h samo pri tlu, dok na visini slabe. Na tim su postajama etezije u 21^h uglavnom izraženije nego u 7^h, i to zbog povoljnijih općih prilika za etezije na Jadranu u 21^h.

NW vjetar u 21^h rijetko je večernji prijelazni oblik obalne cirkulacije. To svakako vrijedi za postaje iz prethodnog odlomka, jer na tim postajama čak i u 14^h ne prevladava obalna cirkulacija, već prevladavaju etezije. Stoga su i u 21^h u NW vjetru na tim postajama najčešće etezije, osobito stoga jer je tada općenito za njih povoljno vrijeme. U prilog tome da NW vjetar u 21^h nije često večernji prijelazni oblik obalne cirkulacije govori i činjenica da od svih 8 postaja s kontinentalnim SW zmorcem u 14^h (tab. 3) samo na postaji Split aerodrom prevladava NW vjetar u 21^h. Ali ni taj nije prijelazni oblik obalne cirkulacije već je lokalni NW kopnenjak (Lukšić, 2000–2001).

Prema modulu vektorskog srednjaka vjetra etezije su na Bjelašnici u 21^h čak najslabije izražene, vjerojatno zbog tada povoljnijih općih prilika za etezije na susjednom Jadranu; nisu najizraženije ni u 14^h, jer tada jače vertikalno miješanje zraka smanjuje brzinu vjetra na toj visinskoj postaji.

Prema tablici 3 u 14^h etezije prevladavaju čak na 19 postaja a zmorac na upola manjem broju postaja. Suprotno tome, na splitskom području zmorac je češći od etezija. To je općenita odlika splitskog područja a ne samo u odabranim danima (Lukšić, 2000–2001).

5. ODNOSI ZZ, EE, EZ I P-IZMEĐU MARJANA I DRUGIH POSTAJA

Postaje koje imaju $|R| \geq 0.20$ s obzirom na jačinu marjanskog zmorca (tab. 1), mogu se svrstati u četiri grupe. Prvu grupu čine Lastovo, Hvar, Jelsa i Bol. Na tim postajama u 14^h etezije prevladavaju (tab. 2 i 3) te je prema pretpostavci u poglavlju 2 za $R \geq 0.20$ odgovoran odnos EZ. Na temelju relativno povećanog koeficijenta R za Hvar, Jelsu i Bol, te na temelju često dobro razvijenog kontinentalnog SW zmorca u Sutivanu procjenjuje se da etezije nad bračkim, šoltanskim i hvarskim akvatorijem u odabranim danima direktno stimuliraju jačinu SW zmorca na Marjanu, tj. da je taj ak-

Tablica 4. Koeficijent korelacije R između jačine vjetra u 14^h odabranih dana.Table 4. Correlation coefficient R between wind strenght at 2 p.m. for selected days.

postaja	Palagruža	Lastovo	Hvar	Sutivan	Dubrovnik	Makarska	Marjan	Šibenik	Biograd	Zadar	Senj	Rovinj	Sinj	Knin	Vrana	Bjelašnica	Zavižan	Lokve brana
Lastovo	0.56																	
Hvar	0.53	0.49																
Sutivan	-0.03	0.07	0.06															
Dubrovnik	0.25	0.34	0.38	0.03														
Makarska	0.19	0.18	0.21	-0.05	0.16													
Marjan	0.10	0.21	0.32	0.00	0.10	0.16												
Šibenik	0.30	0.32	0.44	-0.05	0.15	0.16	0.24											
Biograd	0.29	0.20	0.28	-0.05	0.21	0.11	0.20	0.15										
Zadar	0.33	0.28	0.29	-0.17	0.13	0.24	0.27	0.26	0.32									
Senj	0.11	0.04	0.13	-0.10	0.07	-0.04	0.05	0.12	-0.02	0.17								
Rovinj	0.23	0.24	0.19	-0.08	0.11	0.18	0.20	0.19	0.14	0.32	0.08							
Sinj	-0.04	0.02	-0.03	-0.01	0.07	0.14	0.03	0.06	0.08	-0.01	-0.03	-0.02						
Knin	0.14	0.07	0.15	-0.11	0.13	0.14	0.00	0.20	0.04	0.09	0.24	0.12	0.29					
Vrana	0.08	0.12	0.07	-0.12	0.13	0.06	0.13	0.12	0.15	0.20	0.09	-0.04	0.10	0.09				
Bjelašnica	0.26	0.21	0.31	-0.01	0.16	0.11	0.22	0.20	0.24	0.18	0.12	0.06	0.12	0.15	0.22			
Zavižan	0.02	-0.07	-0.02	0.00	0.03	-0.10	-0.16	-0.10	-0.05	-0.15	0.31	0.02	0.01	0.26	0.03	0.06		
Lokve brana	-0.15	-0.17	-0.11	-0.01	-0.18	-0.23	-0.13	-0.07	-0.17	0.22	0.31	-0.28	-0.06	0.16	-0.01	0.13	0.33	
Karlovac	-0.01	-0.02	0.11	0.06	-0.03	0.01	-0.10	0.03	-0.04	0.03	0.31	-0.18	-0.10	0.12	-0.07	0.05	0.11	0.42

vatorij dio aktivnog mora za taj zmorac. Aktivno more i aktivno kopno područja su koja zbog različite temperature pokreću obalnu cirkulaciju zraka (Lukšić, 1995).

Bračke postaje Nerežišća i Sutivan imaju $0.00 \leq R < 0.20$ zbog nedovoljno izraženog prevladavajućeg tipa strujanja, tj. zbog čestih različitih vjetrova u neporemećenim danima na dotičnim postajama (tab. 2; Lukšić, 1968, 1979, 2000–2001). Stoga npr. pri slabijem SW zmorcu na Marjanu, Sutivan može imati slabiji kontinentalni SW zmorac, ali taj može biti lakše i nadvladan od jačeg lokalnog bračkog NW zmorca a posljedica je manji R .

U drugoj su grupi postaje u blizini Marjana: Kaštel Stari i Split aerodrom. Na tim postajama u 14^h prevladava kontinentalni SW zmorac (tab. 2 i 3; Lukšić, 1996, 1998) te $R \geq 0.20$ ukazuje na odnos ZZ. Toj grupi pridružuje se i Šibenik (tab. 2 i 3; Lukšić, 1996).

U treću grupu ulaze Biograd i Zadar. S tim postajama ostvaren je odnos EZ, jer je $R \geq 0.20$ a u 14^h u Biogradu i Zadru prevladavaju etezije (tab. 2 i 3; Lukšić, 1996). Isto vrijedi i za Rovinj, Benkovac, Bjelašnicu i Mosor Ljuvač. Etezijske na tih šest postaja ne stimuliraju direktno jačinu marjanskog zmorca, već kao obližnji dio etezijskog sustava imaju u pogledu jačine vjetra sličan odnos prema tom zmorcu

kao i direktno stimulirajuće etezije nad bračkim, šoltanskim i hvarskim akvatorijem. Sličan odnos između jačine vjetra u 14^h postaje Marjan na jednoj strani te postaje Biograd (Zadar, Rovinj, Benkovac, Bjelašnica, Mosor Ljuvač, Lastovo, Hvar, Jelsa ili Bol) na drugoj jest izvjesna potvrda da se odnos EZ između Marjana i Lastova (Hvara, Jelse ili Bola) ostvaruje upravo preko etezija.

Na Baškim Oštarijama prema tablici 3 prevladava poremećaj u vidu E vjetra. Ta prevlast nije izrazita, iako je utjecaj poremećaja preko E vjetra znatan. Zbog toga se procjenjuje da je za $R \leq -0.20$ odgovoran odnos P. Postaje Zavižan, Lokve brana i Karlovac, koje su dalje od Marjana, nemaju znakovite R , ali su svi negativni zbog nepovoljnog utjecaja poremećaja na jačinu marjanskog zmorca.

6. ODNOSI ZZ, EE, EZ, P-I PP IZMEĐU OSTALIH POSTAJA

U tablici 4 je koeficijent korelacije R između jačine vjetra u 14^h odabranih dana za svake dvije postaje iz tablice 1, koje imaju raspoložive podatke za barem 192 odabrana dana. U tom je slučaju koeficijent R dobiven iz najmanje 100 parova podataka te se smatra znakovitim ako je $|R| \geq 0.20$. Postaje su razvrstane u ista područja kao i u tablici 1.

U tablici 4 jedino Sutivan nema ni jednom $|R| \geq 0.20$. To je posljedica nedovoljno izražena prevladavajućeg tipa strujanja na toj postaji.

Koeficijent R između Biograda i Palagruže u tablici 4 osjetno je veći nego između Biograda i Marjana, iako su Biograd i Marjan bliži i sličnije smješteni s obzirom na kontinentalno kopno i more. To također pokazuje da su u prevladavajućem NW vjetru u Biogradu najčešće etezije. Slično vrijedi i za Zadar. Prevlađivanje NW vjetra u 7, 14 i 21^h u Biogradu te u 14 i 21^h u Zadru (tab. 3) također pokazuje da taj NW vjetar nije dnevni periodički vjetar, već da je pretežno etezijskog kataktera.

Etezije prevladavaju u Biogradu i Zadru u odabranim danima, jer brojni otoci ispred Biograda i Zadra slabe utjecaj aktivnog mora, a Novigradsko more, Karinsko more i Vransko jezero u zaleđu slabe utjecaj aktivnog kopna. Takva je situacija nepovoljna za jači razvoj zmorca, te ga etezije često razore (Lukšić, 1996). Relativno jače etezije, koje imaju veći vertikalni i horizontalni domet, razaraju manji i manje izrazit sustav zmorca tako što mu smanjuju vertikalni domet (Lukšić, 2000–2001) a paralelno s time i horizontalni. Pri tome obilno pomaže pojačano vertikalno miješanje zraka sredinom dana, odnosno pojačan utjecaj etezija s visine. O znatnom udjelu vertikalnog miješanja zraka u razaranju zmorca govori činjenica da u 21^h, kada su jadranske etezije općenito izraženije a to miješanje znatno slabije, čak i mali sustavi lokalnog kopnenjaka odolijevaju etezijama. Primjeri su: SW kopnenjak u Jelsi (tab. 3; Lukšić, 1995, 2000–2001), NE kopnenjak u Bolu (tab. 3; Lukšić, 2000–2001), S kopnenjak u Nerežišćima (tab. 3) i SW kopnenjak u Sutivanu (tab. 3; Lukšić, 1968, 1979, 2000–2001). Na isto ukazuje i češći kopnenjak nego zmorac u Zadru i Biogradu (Lukšić, 1996).

U slučaju povoljnih uvjeta za zmorac na kopno dolazi veća količina hladnijeg zraka s mora, te je manja mogućnost etezijskog razaranja takva zmorca. Etezije dakle često razaraju manje izrazit zmorac iako jačinu izrazitog zmorca stimuliraju. Etezijsko stimuliranje jačine izrazitog zmorca ostvaruje se jednim mehanizmi-ma (hlađenje mora i zraka nad morem, turbulentno miješanje mora), a etezijsko razaranje manje izrazitog zmorca drugim (smanjenje dometa zmorca, vertikalno miješanje zraka). Odnos etezija i zmorca ovisi o tome koji mehanizmi prevladavaju u nekom slučaju. Sličan od-

nos je između vjetra i vatre: vjetar gasi malu, ali raspiruje veliku vatru.

U Zadru i Biogradu smjerovi zmorca mogu biti SSW, SW ili WSW a kopnenjaka u Zadru NNE, NE ili ENE, odnosno u Biogradu NNW, N ili NNE (Lukšić, 1996). Među odabranim danima u Zadru nema ni jednog koji bi u 7 i 21^h imao smjer kopnenjaka a u 14^h smjer zmorca, dok u Biogradu ima dva takva dana. Naime, u Zadru je obalna cirkulacija slabije izražena nego u Biogradu; osobito to vrijedi za SW zmorac (tab. 2). U ta dva odabrana dana na postajama gdje inače etezije prevladavaju one su izrazito slabije, dok na postajama gdje obalna cirkulacija inače prevladava ta cirkulacija ima uglavnom uobičajen razvoj. Srednja dnevna naoblaka na postajama s obalnom cirkulacijom u ta dva dana iznosi samo 0.4 desetine. Prema tome, u Biogradu se zmorac pojavljuje kada su etezije slabo razvijene, što potvrđuje etezijsku prevlast u Biogradu pri uobičajenim uvjetima.

Prema tablici 4 izrađen je pregled odnosa ZZ, EE, EZ, P- i PP u tablici 5. Etezijsko stimuliranje jačine izrazitog zmorca potvrđuje svih 15 odnosa EZ u tablici 5: tiču se samo izrazitog kontinentalnog SW zmorca. Posljedica etezijskog razaranja manje izrazitog zmorca jest osjetno veća čestina etezija od čestine manje izrazitog lokalnog SE zmorca u Hvaru, NE zmorca u Jelsi, te SW zmorca u Bolu i Rovinju (tab. 2; Lukšić, 1998, 2000–2001).

Odnos ZZ nije čest (tab. 5), jer je sustav zmorca manji od sustava poremećaja ili etezija, te je taj odnos često onemogućen zbog prevlasti tih većih sustava, odnosno zbog udaljenosti dviju postaja.

Odnos EE, etezije prevladavaju na obim postajama uz $R \geq 0.20$, ostvaren je u najvećem broju parova. Na drugom je mjestu po čestini odnos EZ.

Ako su na jednoj postaji u prevlasti etezije ili zmorac a na drugoj vjetar poremećaja, za $R \leq -0.20$ odgovoran je odnos P-. Takva su tri para. U sva ta tri para je postaja s prevladavajućim etezijama, tj. nema ni jedne s prevladavajućim zorcem. Češći negativni utjecaj poremećaja na etezije objašnjava se češćim dodirom poremećaja na sjeveru s baričkim sustavom etezija. Osim toga, relativno manji sustav izrazitog zmorca etezije često obuhvaćaju, te ga tako djelomično štite od poremećaja.

Tablica 5. Odnosi ZZ, EE, EZ, P⁻ i PP između dviju postaja u odabranim danima.Table 5. Relations ZZ, EE, EZ, P⁻ and PP between two stations for selected days.

ZZ ($R \geq 0.20$)	EE ($R \geq 0.20$)	EZ ($R \geq 0.20$)	P ⁻ ($R \leq -0.20$)	PP ($R \geq 0.20$)
Marjan-Šibenik	Palagruža-Lastovo Palagruža-Hvar Palagruža-Biograd Palagruža-Zadar Palagruža-Rovinj Palagruža-Bjelašnica Lastovo-Hvar Lastovo-Biograd Lastovo-Zadar Lastovo-Rovinj Lastovo-Bjelašnica Hvar-Makarska Hvar-Biograd Hvar-Zadar Hvar-Bjelašnica Makarska-Zadar Biograd-Zadar Biograd-Bjelašnica Zadar-Rovinj Zadar-Vrana Vrana-Bjelašnica	Palagruža-Dubrovnik Palagruža-Šibenik Lastovo-Dubrovnik Lastovo-Marjan Lastovo-Šibenik Hvar-Dubrovnik Hvar-Marjan Hvar-Šibenik Dubrovnik-Biograd Marjan-Biograd Marjan-Zadar Marjan-Rovinj Marjan-Bjelašnica Šibenik-Zadar Šibenik-Bjelašnica	Makarska-Lokve brana Zadar-Lokve brana Rovinj-Lokve brana	Senj-Zavižan Senj-Lokve brana Senj-Karlovac Zavižan-Lokve brana Lokve brana-Karlovac

Odnos PP ostvaren je ako je $R \geq 0.20$ i ako na objema postajama prevladava vjetar poremećaja. Takvih je parova pet.

Od ukupno 49 parova s $|R| \geq 0.20$ u tablici 4, samo za četiri para (Šibenik-Knin, Senj-Knin, Sinj-Knin i Knin-Zavižan) tip odnosa nije se odredio, jer je gotovo na svim postajama u tim parovima prevladavajući vjetar slabo izražen. To se vidi po malom iznosu modula i stalnosti vektorskog srednjaka vjetra u 14^h na postajama Senj, Sinj, Knin i Zavižan (tab. 3). Poremećaj je vjerojatno najčešći čimbenik u odnosima između jačina vjetra navedenih postaja.

U odnosima ZZ, EE, EZ, P⁻ i PP zajedno etezije su najčešći učesnik, i to zbog znatne čestine i velikih dimenzija etezija, etezijskog stimuliranja jačine zmorca i nepovoljnog utjecaja poremećaja na etezije. Na drugom je mjestu po čestini zmorac. Poremećaj je na trećem mjestu, jer se on uglavnom javlja na sjevernom perifernom dijelu razmatranog područja.

7. POREMEĆAJ I ODNOSI ZZ, EE, EZ I PP

Poremećaj nepovoljno djeluje na etezije i zmorac te bi mogao biti uzrok sličnih promjena jačine tih vjetrova na dvjema postajama, a zbog toga i jedan od uzročnika odnosa EZ. Utjecaj poremećaja na odnos EZ ispitat će se pomoću podataka Lastova, Hvara, Dubrovnika, Marjana, Šibenika, Zadra, Senja, Knina i

Karlovca, koji su raspoloživi za sve ili gotovo sve odabrane dane sa zmorcem na Marjanu. Od svih odabranih dana izdvojena je podgrupa dana A, u kojima u 7, 14 i 21^h u Senju, Kninu i Karlovcu nije bilo vjetra jačeg od 3 Bf, a u 14^h u Karlovcu nije bilo naoblake veće od 6 desetina. Poremećaj u danima A očito je znatno rjeđi nego u svim odabranim danima. Dana A ima 100.

U osam parova s postajama spomenutim u prethodnom odlomku prevladao je u svim odabranim danima odnos EZ (tab. 5). Za tih osam parova koeficijent R za sve odabrane dane iznosi u prosjeku 0.32 a analogni koeficijent R za dane A 0.37. Manji koeficijent R za sve odabrane dane, u kojima je poremećaj češći, znači da je poremećaj u tim danima bio smetnja a ne uzročnik odnosa EZ. Da bi bio uzročnik, poremećaj mora na etezije jedne postaje i na zmorac druge djelovati dovoljno jako, slično i istodobno. Poremećaj očito ne ispunjava sve te uvjete, vjerojatno ponajviše zbog etezijske zaštite izrazitog zmorca od poremećaja.

Slična analiza odnosa ZZ, EE i PP za sve odabrane dane i dane A pokazuje, da je poremećaj prema očekivanju u odnosima ZZ i EE bio smetnja a u odnosu PP uzročnik. Za odnos P⁻ nema potvrde da je poremećaj uzročnik, jer između postaja koje su odabrane u ovom poglavlju, nema odnosa P⁻.

8. ETEZIJE I ZMORAC NA MARJANU

Iz raspoloživih podataka za Lastovo, Hvar, Jelsu i Bol izračunao se vektorski srednjak vjetra posebno za svaki termin 7, 14 i 21^h svakog odabranog dana, te odgovarajuća NW komponenta tog srednjaka (dalje: NW07, NW14 i NW21). Ta komponenta reprezentira jačinu utjecaja etezija nad bračkim, šoltanskim i hvarskim akvatorijem u dotičnom terminu tog odabranog dana.

Koeficijent korelacije između NW07 (NW14, NW21) i jačine zmorca na Marjanu u 14^h iznosi 0.00 (0.29, 0.22). Ta dva zadnja koeficijenta su znakovita, jer se odnose na 283 para podataka. Koeficijent 0.29 s NW14 objašnjava se direktnim stimulativnim djelovanjem etezija na jačinu zmorca, a koeficijent 0.22 s NW21 često sličnim NW14 i NW21 u pojedinim odabranim danima. Tu sličnost potvrđuju razdiobe čestine od NW14 i NW21 u tablici 6 te koeficijent korelacije 0.53 između NW14 i NW21. Takva povezanost marjanskog zmorca s NW14 i NW21 jest stanovita potvrda da se odnos EZ između Marjana i postaje Lastovo (Hvar, Jelsa, Bol) ostvaruje upravo preko etezija a ne eventualno preko nekog dnevnog periodičkog vjetra na Lastovu (Hvaru, Jelsi, Bolu).

U tablici 6 za svaki razred NW komponente dana je srednja brzina zmorca na Marjanu u 14^h; najveća srednja brzina zmorca ispisana je podebljano. Srednja brzina zmorca ima tendenciju rasta kada NW14 raste do 6.0 ms⁻¹. To je učinak direktnog etezijskog poticaja jačine zmorca na Marjanu. Pri jačim etezijama nad bračkim, šoltanskim i hvarskim akvatorijem, kada je NW14 veća od 6.0 ms⁻¹, srednja brzina zmorca na Marjanu se smanjuje, jer jak vjetar ometa zmorac (Lukšić, 2000–2001). Sličan rezultat dobio se i na drugi način (Lukšić, 2003). O nepovoljnom utjecaju jačeg vjetra na obalnu cirkulaciju izvještava i Penzar (1968): takav utjecaj javlja se kada vjetar na visini 1500 m dostigne brzinu od oko 8 ms⁻¹.

U dijelu tablice 6 za NW21 srednja brzina zmorca na Marjanu u 14^h prvo raste kada NW21 raste do 4.0 ms⁻¹ a zatim opada kada NW21 dalje raste. Objasnjenje su već spomenute često slične vrijednosti od NW14 i NW21 u pojedinim odabranim danima.

Pri manjim vrijednostima od NW07 srednja brzina zmorca u 14^h opada s porastom te komponente do 1.0 ms⁻¹. To se objašnjava indirektnom stimulacijom zmorca: različiti jači neetezijski vjetrovi u 7^h smanjuju NW07 ali i temperaturu

Tablica 6. NW komponenta u 7, 14 i 21^h te srednja brzina zmorca na Marjanu u 14^h odabranih dana.

Table 6. NW component at 7 a.m., 2 p.m. and 9 p.m. and sea breeze mean speed on Marjan at 2 p.m. for selected days.

termin za NW komponentu	NW komponenta (ms ⁻¹)	broj slučajeva	srednja brzina zmorca na Marjanu u 14 ^h (ms ⁻¹)
7 ^h	-5.0 do -1.0	26	3.9
	-0.9 do -0.5	25	4.1
	-0.4 do 0.0	120	3.8
	0.1 do 0.5	40	3.8
	0.6 do 1.0	31	3.4
	1.1 do 1.5	21	4.3
	1.6 do 5.5	20	3.9
14 ^h	-2.8 do 0.0	32	3.3
	0.1 do 1.0	39	3.1
	1.1 do 2.0	51	3.7
	2.1 do 3.0	61	3.9
	3.1 do 4.0	39	4.2
	4.1 do 5.0	38	4.0
	5.1 do 6.0	13	5.5
6.1 do 8.2	10	4.0	
21 ^h	-1.3 do 0.0	28	3.4
	0.1 do 1.0	64	3.5
	1.1 do 2.0	70	3.8
	2.1 do 3.0	78	4.0
	3.1 do 4.0	21	4.4
	4.1 do 6.8	22	4.3

mora preko isparavanja te tako pripremaju povoljnije prilike za budući zmorac. Naime, prema tablicama 3 i 6 u 7^h češći su neetezijski vjetrovi, dok je njihova čestina prema tim tablicama u 14^h bitno smanjena. Stoga se povećane srednje brzine zmorca u 14^h za male vrijednosti NW07 ne mogu u potpunosti objasniti često sličnim NW07 i NW14 u pojedinim odabranim danima.

Kada NW07 raste od 0.6 do 1.5 ms⁻¹ srednja brzina zmorca na Marjanu u 14^h raste a opada kada NW07 i dalje raste. Taj odnos između NW07 i brzine zmorca u 14^h ima jedan uzrok u često sličnim NW07 i NW14 u pojedinim odabranim danima kada NW07 ima veće vrijednosti. Drugi uzrok jest indirektni etezijski utjecaj u 7^h na budući zmorac u 14^h analogan indirektnom utjecaju različitih vjetrova u 7^h. Dakle, pored danje direktne etezijske stimulacije jačine zmorca, u preostalom dijelu dana moguća je i indirektna etezijska stimulacija jačine budućeg zmorca. Naime, etezije preko izraženijeg pritjecanja svježeg zraka nad morem i preko isparavanja mora snižavaju temperaturu mora i zraka nad njim i onda kada nema zmorca, te na taj način pripremaju povoljnije prilike za budući zmorac. U tom indirektnom djelovanju u korist budućeg zmorca mogu sudjelovati i privremeno jake etezije. Prema tome, etezije na više načina i tijekom čitavog dana mogu djelovati u korist zmorca.

Etezije stimuliraju jačinu zmorca djelovanjem na morsku površinu i zrak nad njom, i to na akvatoriju granične zone etezije–zmorac te na dijelu vanjskog (pučinskog) akvatorija uz tu zonu. Ta je zona dalje od kontinentalne obale u maksimalnoj fazi razvoja zmorca, a bliže u njegovoj početnoj ili završnoj fazi. Pomicanje granične zone etezije–zmorac omogućava dakle povremeno stimulatивно djelovanje etezija na većem dijelu aktivnog mora. Slično se pomiče i granična zona etezije–kopnenjak.

Na takvo pomicanje granične zone etezije–zmorac ukazuju:

- čest NW vjetar na Marjanu u 21^h neporemećenih dana (Penzar, 1968, slika 1; Lukšić, 2000–2001, tab. 3) u kojem su prema poglavlju 4 ovog rada najčešće etezije,
- ponekad povećana neočekivana uzburkastost mora u Sutivanu u kasno poslijepodne, kada se kontinentalni SW zmorac stišava a lokalni brački SW kopnenjak još nije nastupio; to bi mogla biti posljedica približavanja etezija kontinentalnoj obali.

Kao što etezije i drugi vjetrovi djelovanjem na površinu mora stimuliraju zmorac, moguće je da i sam zmorac ima takvo stimulatивно djelovanje.

9. ZAKLJUČCI

Jačina vjetra u 14^h odabраних дана sa zmorcem na Marjanu često se unutar sustava zmorca, etezija ili poremećaja može mijenjati slično na dvjema postajama razmatranog područja.

Međuodnosi etezije–zmorac opisani u ovom radu i u drugim radovima (Lukšić, 2000–2001, 2003) upućuju na sljedeće:

- slabe etezije direktno stimuliraju jačinu zmorca uglavnom izraženijim pritjecanjem svježeg zraka sa sjeverozapada nad morem nego nad kopnom,
- umjerene etezije direktno stimuliraju jačinu zmorca izraženijim pritjecanjem svježeg zraka nad morem, hlađenjem mora isparavanjem i turbulentnim miješanjem mora; suhoća zraka pri etezijama dodatno pojačava isparavanje mora a time i njegovo hlađenje,
- jake etezije ne stimuliraju jačinu zmorca, jer smanjuju njegov vertikalni i horizontalni domet,
- veoma jake etezije još jače smanjuju vertikalni i horizontalni domet zmorca te uz pomoć vertikalnog miješanja zraka razaraju zmorac,
- ako je zmorac manje izrazit, stimulacija jačine zmorca prestaje, a njegovo razaranje počinje pri manjoj jačini etezija,
- etezije i zmorac otimaju se za životni prostor; pri tome neki čimbenici pomažu etezijama (veći vertikalni i horizontalni domet etezija, često veće brzine etezija nego zmorca, vertikalno miješanje zraka), a neki zmorcu (izraženije pritjecanje svježeg zraka sa sjeverozapada nad morem pri etezijama, etezijsko hlađenje mora isparavanjem, etezijsko turbulentno miješanje mora, djelotvorniji utjecaj aktivnog mora i aktivnog kopna); prevladava vjetar koji ima jaču podršku povoljnih čimbenika,
- slabe i umjerene etezije djelomično štite izrazit zmorac od negativnog utjecaja poremećaja,
- u dijelu dana kada nema zmorca etezije indirektno djeluju u prilog budućem zmorcu izraženijim dovođenjem svježeg zraka sa sjeverozapada nad morem i hlađenjem mora isparavanjem; doprinos tome mogu dati i privremeno jake etezije.

Pored etezija i drugi različiti vjetrovi, pa i sam zmorac, mogu direktno stimulativno djelovati na jačinu zmorca preko hlađenja mora isparavanjem i turbulentnog miješanja mora. Indirektno stimulativno djelovanje različitih vjetrova na jačinu budućeg zmorca moguće je preko hlađenja mora isparavanjem.

Poremećaj nepovoljno djeluje na etezije ili zmorac te se često u 14^h odabranih dana jačina vjetra tog poremećaja na jednoj postaji miješanja suprotno jačini etezija ili zmorca na drugoj. Poremećaj je pri zmorcu na Marjanu izraženiji i češći na sjevernom Jadranu, gorskoj i središnjoj Hrvatskoj.

Procjenjuje se da aktivno more za zmorac na Marjanu obuhvaća splitski, brački, šoltanski i hvarski akvatorij.

U razmatranim odnosima jačine vjetra između dviju postaja najčešće sudjeluju etezije, rjeđe zmorac, a najrjeđe poremećaj. Osim toga, etezije u 14^h prevladavaju na dvostruko više uvažениh postaja nego zmorac. Zbog toga etezije zaslužuju bolje poznavanje i češće uvažavanje.

Palagruža ima izraženije etezije u 21^h nego u 7 ili 14^h, jer u 21^h ima više raspoloživog prostora za etezije na Jadranu zbog tada slabije obalne cirkulacije.

Na brojnim primorskim nizinskim postajama, gdje je kopna više nego na Palagruži i gdje zmorac ne prevladava, etezije su u 14^h izraženije nego u 7 ili 21^h zbog jačeg utjecaja etezija iz visine u 14^h. Povoljnije opće prilike za etezije na Jadranu u 21^h zbog većeg raspoloživog prostora manifestiraju se na tim postajama izraženijim etezijama u 21 nego u 7^h.

U NW vjetru u 21^h češće su etezije nego prijelazni oblik obalne cirkulacije.

Zbog (ne)sklonosti motritelja prema nekim smjerovima vjetra, otežano je proučavanje složenog vjetrovnog režima na Jadranu. Stoga su potrebna nastojanja za bolju kakvoću budućih podataka. To tim više što su ti podaci dio hrvatske baštine.

Zahvala: Zahvaljujem dr. Branki Penzar na korisnom doprinosu ovom radu. Hvala također i dipl. inž. Andriji Brataniću za pomoć u opremi rada.

LITERATURA

- Lukšić, I., 1968: Zmorac i kopnenjak u Sutivanu na otoku Braču. *Hydrografski godišnjak* 1967, Split, 125–136.
- Lukšić, I., 1979: Lokalni vjetrovi i problem zagađenja u Sutivanu na otoku Braču. Druga konferencija o zaštiti Jadrana, *Zbornik referata* (druga knjiga), Hvar, 151–159.
- Lukšić, I., 1989: Dnevni periodički vjetrovi u Senju. *Geofizika*, 6, Zagreb, 59–74.
- Lukšić, I., 1995: Zmorac i kopnenjak u Govedarima na otoku Mljetu. *Hrvatski meteorološki časopis*, 30, Zagreb, 39–53.
- Lukšić, I., 1996: Zmorac i kopnenjak na Kornatima. *Hrvatski meteorološki časopis*, 31, Zagreb, 103–119.
- Lukšić, I., 1998: Zmorac, kopnenjak i naoblaka u Kaštelima. *Zbornik Kaštela kolijevka Hrvatske*, Matica hrvatska Kaštela, Kaštel Stari, 274–281.
- Lukšić, I., 2000-2001: Zmorac i zdolac u Splitu. *Hrvatski meteorološki časopis*, 35–36, Zagreb, 11–36.
- Lukšić, I., 2003: Zmorac u Splitu i vjetar u okolini. *Jadranska meteorologija*, 48, Split, 32–41.
- Makjanić, B., 1956: Jadransko more (Klima). *Pomorska enciklopedija*, 3, Zagreb, 543–555.
- Makjanić, B., 1978: Bura, jugo, etezija. *Prilozi poznavanju vremena i klime SFRJ*, 5, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 77 str.
- Penzar, B., 1968: Neke osobine tipova vremena na Jadranu. *Hydrografski godišnjak*, 1967, Split, 99–124.
- Škreb, S. i suradnici, 1942: Klima Hrvatske. Geofizički zavod, 140 str.