

ZMORAC I ZDOLAC U SPLITU

Sea breeze and upslope wind at Split

IVO LUKŠIĆ

Državni hidrometeorološki zavod
Grič 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno 26. kolovoza 1999, u konačnom obliku 11. ožujka 2001.

Sažetak: Analiza pažljivo odabranih dana s dnevnim periodičkim vjetrovima na Marjanu iznad Splita pokazuje brojne odlike tih vjetrova.

Zmorac na Marjanu ima najčešće smjer SW, dopire 30-ak km duboko u kontinent ili prema moru te do visine oko 900 m; najčešći je u srpnju, a u travnju je češći nego u listopadu. Javlja se u neporemećenim danima. Etezije iz NW kvadranta povoljne su za zmorac na Marjanu, jer povećavaju temperaturnu razliku između kopnenog i morskog zraka. Ta je razlika povećana kada pojačan vjetar na visini ometa obalnu cirkulaciju; naime, tada je potreban dodatni poticaj obalnoj cirkulaciji.

Zdolac prema Kozjaku ima na Marjanu najčešće smjer SSW, brzina mu je manja od brzine zmorca, a ima i manji horizontalni i vertikalni domet nego zmorac; najčešći je u rujnu, češći je u listopadu nego u travnju. Zbog manje veličine manje je trom od zmorca, brže se uspostavlja i često prethodi zmorcu. Javlja se u danima koji nisu sasvim neporemećeni.

Slabi južni vjetrovi jačine 1 Bf povoljni su za zdolac na Marjanu, jer smanjuju temperaturnu razliku između kopnenog i morskog zraka te su nepovoljni za zmorac. Ima više povoljnih čimbenika za zdolac koji su nepovoljni za zmorac. Vrijedi i obrnuto. Postoji tendencija prema redosljedu poremećenje–zdolac–zmorac–poremećenje.

Zmorac i kopnenjak javljaju se na svim postajama u Splitu. Na povišenim danju puše još i zdolac iz SW kvadranta, a noću zgorac iz NE kvadranta ili iz SW kvadranta slaba i nestalna gornja povratna struja cirkulacije obronka.

Sklonost motritelja prema stanovitim smjerovima vjetra umanjuje jasnoću odlika dnevnih periodičkih vjetrova.

Ključne riječi: zmorac, zdolac, Split, Hrvatska

Abstract: An analysis of carefully selected days with diurnal winds on Marjan, a hill above Split, shows the numerous characteristics of these winds.

The sea breeze on Marjan blows most frequently from the SW direction, it affects an area reaching about 30 km inland or towards the sea and about 900 m upwards; it is most frequent in July, and more frequent in April than in October. The sea breeze appears on days with undisturbed weather. Etesians from the NW quadrant are favourable for the sea breeze on Marjan because they increase the temperature difference between land and sea air. This difference is increased when stronger wind aloft disturbs the sea breeze circulation; then, an additional impulse to this circulation is necessary.

The upslope wind towards Kozjak has most frequently the SSW direction on Marjan, its speed is lower than that of the sea breeze and it has a smaller horizontal and vertical range than the sea breeze; it is most frequent in September, and more frequent in October than in April. Due to its smaller size, the upslope wind is less sluggish than the sea breeze, it sets in faster and often precedes the sea breeze. The upslope wind appears on days in which the weather is not entirely undisturbed.

Weak southern winds, of 1 Beaufort wind force, are favourable for the upslope wind on Marjan as they decrease the temperature difference between land and sea air and are unfavourable for the sea breeze. There are a few favourable factors for the upslope wind, which are unfavourable for the sea breeze and vice versa. A tendency can be observed of a

sequence disturbance–upslope wind–sea breeze–disturbance.

The sea and land breeze appear at all Split stations. Moreover, on the elevated stations upslope wind blows from the SW quadrant in the daytime while at night there is downslope wind from the NE quadrant or weak and inconstant anti-downslope wind from the SW quadrant.

Observers preference toward certain wind directions diminishes the characteristics clarity of the diurnal winds.

Key words: sea breeze, upslope wind, Split, Croatia

1. UVOD

U radovima su opisane brojne odlike obalne cirkulacije na Jadranu, a tek neke odlike planske cirkulacije na tom području.

Marki (1950) piše da su zmorac i kopnenjak znak trajnosti lijepa vremena, te da zbog poremećenja vremena mogu izostati, iako je ono još neprimjetno.

Po Makjaniću (1958) dani sa zmorcem na Marjanu najčešći su u kolovozu, a najčešći smjer zmorca je SW. Blago povećana čestina SW smjera za 21^h prema autoru ukazuje da zmorac može trajati i do tog večernjeg termina. U 14^h u danima sa zmorcem srednja temperatura zraka i insolacija povećane su, a srednja je relativna vlažnost smanjena. U srednjaku maksimum brzine zmorac postiže na visini oko 200 m, a vertikalni mu je domet oko 1000 m. Autor spominje da se obalna cirkulacija ne javlja u čistom obliku, već da se danji vjetar obronka (dalje: zdojac) i zmorac, odnosno noćni vjetar obronka (dalje: zgorac) i kopnenjak međusobno pojačavaju.

Prema Poji (1981) najčešći smjer zmorca na Marjanu jest SSW. Zmorac prevladava sredinom dana od travnja do listopada. Jačinu SSW vjetra iznad 4 Bf autor pripisuje utjecaju ciklone.

Lukšić (1995) uvodi pojmove *aktivno kopno* i *aktivno more*. To su područja koja generiraju obalnu cirkulaciju. Dodajmo k tome da ti pojmovi pobliže određuju generatore obalne cirkulacije na nekoj postaji, olakšavaju opis nekih odlika obalne cirkulacije te više pažnje usmjeruju prema tim ponekad zanemarenim čimbenicima; očekuje se bolje poznavanje prostiranja *aktivnog kopna* i *aktivnog mora* u budućnosti.

Obalna cirkulacija između kontinenta i Jadrana ima veći horizontalni i vertikalni domet nego obalna cirkulacija između otoka i Jadrana. Razlog su veće *aktivno kopno* i veće

aktivno more u prvom slučaju. Veća obalna cirkulacija uspostavlja se sporije, ali traje duže, tj. tromija je (Lukšić, 1979, 1995).

Kopnenjak između kontinenta i Jadrana na postajama udaljenima od obale kontinenta češće izostane u 21^h zbog tromosti, veće udaljenosti od središta sustava i malog vremenskog razmaka od zalaza Sunca (Lukšić, 1995, 1996).

Zmorac je češći u travnju nego u listopadu, jer je u travnju razlika između srednje dnevne temperature kopna i mora veća nego u listopadu. Nasuprot tome, zdojac je u listopadu češći nego u travnju, jer je u listopadu razlika između srednje dnevne temperature zraka uz obronak i zraka u slobodnoj atmosferi veća nego u travnju. Suprotan odnos čestina zmorca i zdojca za travanj i listopad omogućava identifikaciju zdojca na primorju. Zbog tih spomenutih temperaturnih odnosa na obali i u brdima, kopnenjak je u listopadu češći nego u travnju, a zgorac je češći u travnju nego u listopadu (Lukšić, 1989, 1995, 1996, 1997).

Smjer zmorca ili kopnenjaka na manjem broju primorskih postaja nema očekivan odnos čestina za travanj i listopad. Osim toga, zdojac je identificiran na malom broju primorskih postaja (Lukšić, 1997). Naknadno se zaključilo da je često razlog za oboje sličan raspored kopno–more i obronak–nizina. U tom slučaju zmorac i zdojac, odnosno kopnenjak i zgorac, mogu imati isti smjer, a odnos čestina za travanj i listopad određuje prevladavajuća cirkulacija.

Zdojac je identificiran na sedam postaja istočne obale Jadrana, a objašnjava se blizinom obronka, odnosno većom horizontalnom ili vertikalnom udaljenošću od mora; između zmorca i zdojca na toj obali ima suparničkih tendencija; zmorac je obično češći od zdojca (Lukšić, 1997).

Smjer zdojca SSW na postaji Split Marjan (dalje: Marjan) uvjetovan je položajem Kozja-

ka, koji je aktivan čimbenik u mehanizmu zdocca, dok je SW smjer zmorca određen prvenstveno rasporedom *aktivnog kopna* i *aktivnog mora* (Lukšić, 1997).

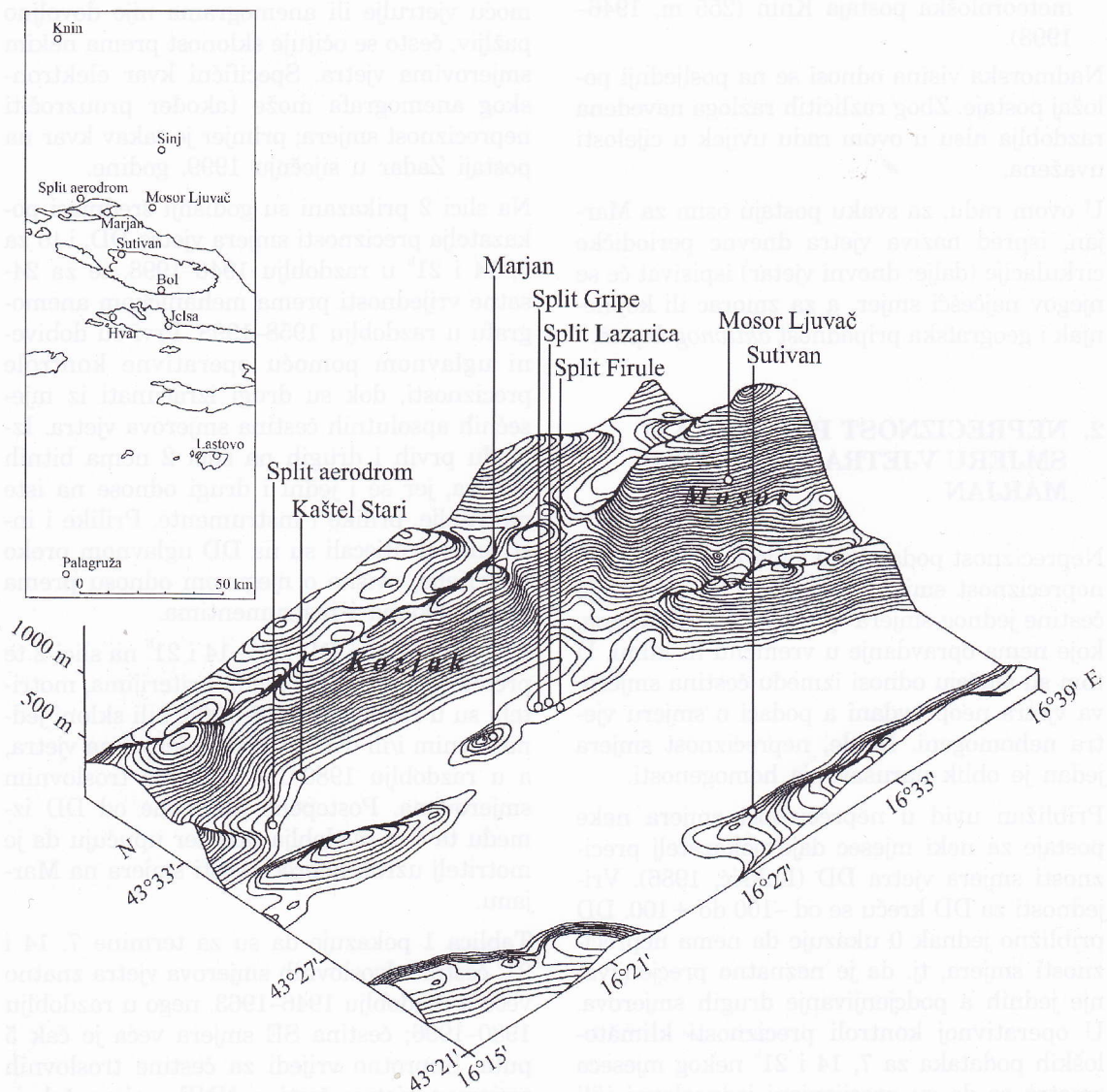
Cilj ovog rada jest usporedba odlika zmorca i zdocca u Splitu, odnosno bolje poznavanje tih odlika i njihovih uzroka. Zmorac i zdocac dobro su izraženi na Marjanu (nadmorska visina 122 m). Stoga, kao i zbog raspoloživosti:

- neprekinutog niza podataka za 7, 14 i 21^h u razdoblju 1946–1998,
- 24-satnih vrijednosti vjetra u razdoblju 1958–1998. i

- detaljnijih pilotbalonskih podataka u razdoblju 1972–1991. (naknadno pronađeni detaljniji pilotbalonski podaci za 1971. godinu, a također i manje detaljni pilotbalonski podaci za ranije godine nisu uvaženi u ovom radu),

postaja Marjan prikladna je za proučavanje zdocca i zmorca. Osim toga, tu su brojne druge postaje:

- U blizini na manjoj su visini obične meteorološke postaje Split Firule (nadmorska visina 20 m, razdoblje 1969–1975), Split Gripe (40 m, 1957–1963), Split Lazarica (46 m,



Slika 1. Postaje na splitskom području.

Figure 1. Stations in the Split area.

- 1961–1969) i Kaštel Stari (24 m, 1947–1971), te glavna meteorološka postaja Split aerodrom (21 m, 1966–1998).
- Na većoj visini u blizini je obična meteorološka postaja Mosor Ljuvač (853 m, 1953–1965).
- Prema moru su obične meteorološke postaje Sutivan (10 m, 1957–1998), Bol (50 m, 1963–1998), Jelsa (3 m, 1963–1998) i Palagruža (98 m, 1949–1998), te glavne meteorološke postaje Hvar (20 m, 1858–1998) i Lastovo (186 m, 1946–1998).
- Prema kontinentu su obična meteorološka postaja Sinj (308 m, 1949–1998) i glavna meteorološka postaja Knin (255 m, 1946–1998).

Nadmorska visina odnosi se na posljednji položaj postaje. Zbog različitih razloga navedena razdoblja nisu u ovom radu uvijek u cijelosti uvažena.

U ovom radu, za svaku postaju osim za Marjan, ispred naziva vjetra dnevne periodičke cirkulacije (dalje: dnevni vjetar) ispisivat će se njegov najčešći smjer, a za zmorac ili kopnenjak i geografska pripadnost *aktivnog kopna*.

2. NEPRECIZNOST PODATAKA O SMJERU VJETRA NA POSTAJI MARJAN

Nepreciznost podataka o smjeru vjetra (dalje: nepreciznost smjera) jest naziv za povećanje čestine jednog smjera vjetra na račun drugog, koje nema opravdanje u vremenu ili klimi. U tom su slučaju odnosi između čestina smjerova vjetra neopravdani a podaci o smjeru vjetra nehomogeni. Dakle, nepreciznost smjera jedan je oblik narušavanja homogenosti.

Približan uvid u nepreciznost smjera neke postaje za neki mjesec daje pokazatelj preciznosti smjera vjetra DD (Lukšić, 1986). Vrijednosti za DD kreću se od -100 do $+100$. DD približno jednak 0 ukazuje da nema nepreciznosti smjera, tj. da je neznatno precjenjivanje jednih a podcjenjivanje drugih smjerova. U operativnoj kontroli preciznosti klimatskih podataka za 7, 14 i 21^h nekog mjeseca smatra se da su precijenjeni jednoslovni i/ili dvoslovni smjerovi vjetra ako je DD manji od -39 , a troslovni smjerovi vjetra ako je DD veći od 39. To su općenito blagi kriteriji. Međutim, nisu blagi npr. za postaju s veoma čestom bu-

rom iz ENE smjera u nekom pojedinom mjesecu. Tada se DD može i bez precjenjivanja povećati i približiti iznosu 39. Za Marjan, gdje se često izmjenjuju različiti vjetrovi, ti su kriteriji blagi, a osobito kada se DD odnosi na više mjeseci.

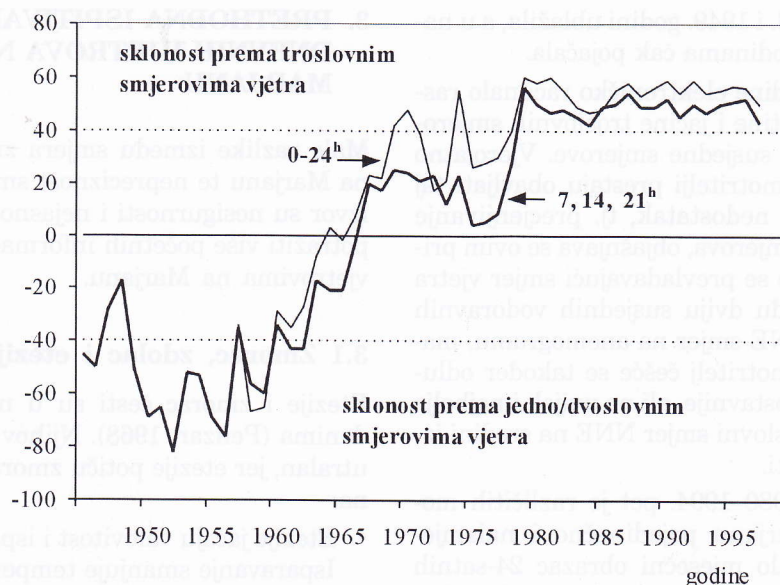
Pokazatelj preciznosti DD ne reagira ako je precjenjivanje i podcjenjivanje ograničeno unutar jednoslovnih i dvoslovnih smjerova, odnosno unutar troslovnih smjerova vjetra. Takve su nepreciznosti smjera međutim rijetke.

Motritelj je najčešći uzročnik nepreciznosti smjera. Ako pri određivanju smjera vjetra pomoću vjetrulje ili anemograma nije dovoljno pažljiv, često se očituje sklonost prema nekim smjerovima vjetra. Specifični kvar elektronskog anemografa može također prouzročiti nepreciznost smjera; primjer je takav kvar na postaji Zadar u siječnju 1999. godine.

Na slici 2 prikazani su godišnji srednjaci pokazatelja preciznosti smjera vjetra DD, i to za 7, 14 i 21^h u razdoblju 1946–1998. te za 24-satne vrijednosti prema mehaničkom anemografu u razdoblju 1958–1998. Prvi su dobiveni uglavnom pomoću operativne kontrole preciznosti, dok su drugi izračunati iz mjesečnih apsolutnih čestina smjerova vjetra. Između prvih i drugih na slici 2 nema bitnih razlika, jer se i jedni i drugi odnose na iste motritelje, prilike i instrumente. Prilike i instrumenti utjecali su na DD uglavnom preko motritelja, ovisno o njegovom odnosu prema tim prilikama i instrumentima.

Prema srednjim DD za 7, 14 i 21^h na slici 2 te prema spomenutim blagim kriterijima, motritelji su u razdoblju 1946–1963. bili skloni jednoslovnim i/ili dvoslovnim smjerovima vjetra, a u razdoblju 1980–1998. prema troslovnim smjerovima. Postepene promjene od DD između ta dva razdoblja također upućuju da je motritelj uzrok nepreciznosti smjera na Marjanu.

Tablica 1 pokazuje da su za termine 7, 14 i 21^h čestine dvoslovnih smjerova vjetra znatno veće u razdoblju 1946–1963. nego u razdoblju 1980–1996; čestina SE smjera veća je čak 5 puta. Suprotno vrijedi za čestine troslovnih smjerova vjetra; čestina NNE smjera čak je preko 5 puta veća u zadnjem nego u prvom razdoblju. Stoga su neopravdano velike čestine smjerova NE, SE i SW u prvom a smjerova NNE, ESE i SSW u zadnjem razdoblju.



Slika 2. Godišnji srednjak pokazatelja preciznosti smjera vjetra DD, Marjan.

Figure 2. Annual average of the DD wind direction precision indicator, Marjan.

Na temelju slike 2 slično se očekuje i za 24-satne vrijednosti smjera vjetra prema anemografu. Čestina NNE smjera prema tim vrijednostima to i potvrđuje: u 1958. godini iznosi samo 58%, a u 1998. čak 286%.

Spomenute nepreciznosti smjera na Marjanu objašnjavaju se ovako:

- U razdoblju 1946–1967. motritelji su imali više posla s troslovnim smjerovima vjetra nego s ostalima. Naime, trebalo je mjesečnu čestinu i mjesečni zbroj jačina svakog troslovnog smjera za 7, 14 i 21^h raspoređivati na dva susjedna smjera da bi se dobila razdioba čestina i jačina na 8 smjerova. Indikativno je da upravo s 1967. godinom završava razdoblje negativnih srednjih DD na slici 2, uvjetovanih podcjenjivanjem troslovnih smjerova vjetra.
- Anemograf na Marjanu postavljen je u veljači 1948. godine. Prije toga uhodala se ova sklonost: Ako se protuteg najčešće zadržava između dva susjedna kraka križa vjetrulje, smjer vjetra može biti jednoslovni, dvoslovni ili troslovni. U tom se slučaju manje pažljiv motritelj češće odlučuje za jednostavnije, ali ne uvijek i najbolje rješenje: dvoslovni smjer vjetra na sredini između krakova križa. Tako dvoslovni smjerovi vjetra neopravdano dolaze u prvi plan u podacima, ali i u svijesti nekih motritelja. Stoga, ali i zbog

više posla s troslovnim smjerovima vjetra, postavljanjem anemografa 1948. godine ta sklonost nije potpuno iščezla. Ona se prema

Tablica 1. Čestina (%) smjerova vjetra za standardne klimatološke termine 7, 14 i 21^h, Marjan.

Table 1. Frequency (%) of wind directions for the standard climatological observation times 7, 14 and 21^h, Marjan.

smjer vjetra	razdoblje		
	1946–1963	1964–1979	1980–1996
C	120	29	7
N	19	33	15
NNE	50	149	264
NE	279	157	85
ENE	29	73	59
E	33	38	32
ESE	46	112	144
SE	135	72	27
SSE	21	40	47
S	24	27	12
SSW	35	74	124
SW	122	69	51
WSW	14	30	26
W	13	15	9
WNW	8	24	34
NW	42	28	22
NNW	12	29	41

slici 2 u 1948. i 1949. godini ublažila, a u narednim se godinama čak pojačala.

- Od 1968. godine elektroničko računalo raspoređuje čestine i jačine troslovnih smjerova vjetra na susjedne smjerove. Vjerojatno iste godine motritelji prestaju obavljati taj posao. Novi nedostatak, tj. precjenjivanje troslovnih smjerova, objašnjava se ovim primjerom: ako se prevladavajući smjer vjetra nalazi između dviju susjednih vodoravnih crta za N i NE smjer na anemogramu, manje pažljiv motritelj češće se također odlučuje za jednostavnije, ali ne uvijek i najbolje rješenje: troslovni smjer NNE na sredini između tih crti.

U razdoblju 1980–1994. pet je različitih motritelja na Marjanu pojedinačno i naizmjenično sastavljalo mjesečni obrazac 24-satnih vrijednosti vjetra prema anemografu. Mjesečni iznosi za DD za te satne vrijednosti vjetra kretali su se od 0 do čak 94. Za motritelja V. G. srednji DD = 34 zadovoljava barem blage kriterije (motritelj je sastavio 41 obrazac). Za ostale motritelje odgovarajući iznosi jesu: 45 (35), 57 (25), 68 (28) i čak 77 (39). Srednji DD za većinu motritelja ne zadovoljava dakle čak ni blage kriterije, a za trojicu pokazuje čak znatnu nepreciznost smjera. Motritelj s najvećim srednjim DD uključio se u obradu vjetra 1980. godine; na slici 2 vidi se njegov doprinos. Motritelji su dakle izvor nepreciznosti smjera na postaji Marjan.

Kontrola preciznosti uvedena je u Hrvatskoj 1982. godine kao originalna metoda u tekućoj obradi klimatoloških podataka. Cilj je bio identifikacija i uklanjanje specifičnih nedostataka u podacima naoblake, smjera i jačine vjetra, maksimalne i minimalne temperature zraka te temperature suhog i mokrog termometra. Od tada su sve obične i glavne meteorološke postaje barem jednom na godinu obavještavane o nepreciznostima u podacima i njihovu uklanjanju. Međutim, zbog neprihvatanja i osporavanja kontrole preciznosti, u nekim sredinama izostala su očekivana poboljšanja. To nepreciznost smjera na postaji Marjan jasno pokazuje.

Osjetno precjenjivanje troslovnih smjerova vjetra na Marjanu od 1968. godine očito je razlog što je Poje (1981) dobio SSW smjer za najčešći smjer zmorca na Marjanu u razdoblju 1966–1975. Nepreciznost smjera na postaji Marjan jest ozbiljan problem i u ovom radu.

3. PRETHODNA ISPITIVANJA DNEVNIH VJETROVA NA MARJANU

Male razlike između smjera zmorca i zdolca na Marjanu te nepreciznost smjera te postaje izvor su nesigurnosti i nejasnoća. Stoga će se potražiti više početnih informacija o dnevnim vjetrovima na Marjanu.

3.1 Zmorac, zdocac i etezije

Etezije i zmorac česti su u neporemećenim danima (Penzar, 1968). Njihov odnos nije neutralan, jer etezije potiču zmorac na dva načina:

- Etezije jačaju valovitost i isparavanje mora. Isparavanje smanjuje temperaturu, a povećava salinitet površinskog mora, tj. povećava njegovu gustoću. Etezije tako jačaju turbulentno miješanje mora te ublažavaju dajući porast temperature površinskog mora, tj. povećavaju termički kontrast kopno–more sredinom dana. To je povoljno za zmorac na Marjanu. Slično djeluju i drugi vjetrovi. Jači i suši vjetar ima veći učinak.
- Specifičan etezijski poticaj jest: jači utjecaj etezija, tj. hladnijeg zraka sa sjeverozapada, nad morem nego nad kontinentalnim kopnom povećava temperaturnu razliku između zraka nad tim kopnom i morskog zraka. To je također povoljno za zmorac na Marjanu. Suprotan tome jest specifičan učinak južnih vjetrova: manje ometano pritjecanje toplijeg zraka s juga nad morem nego nad kontinentalnim kopnom smanjuje tu temperaturnu razliku. To je nepovoljno za zmorac na Marjanu. Takav učinak imaju samo slabi južni vjetrovi, jer pri jačem vjetru jače turbulentno miješanje mora povećava temperaturnu razliku.

Ti poticaji potražiti će se u danima iz razdoblja 1949–1992. koji zadovoljavaju ove uvjete u srpnju i kolovozu:

- raspoloživi su podaci Palagruže i Knina za 7, 14 i 21^h,
- naoblaka u 7, 14 i 21^h na Palagruži je 0–2 desetine.

Takvih dana ima 1287. Iz tog je skupa za 14^h izdvojeno i u tablicu 2 razvrstano prema smjeru i jačini vjetra na Palagruži u deset grupa 1209 slučajeva. Srednja naoblaka za dane kojima pripadaju ti slučajevi iznosi samo 0.3 desetine. To znači da su iz tih dana

Tablica 2. Srednja razlika temperature zraka Knin–Palagruža, vektorski srednjak vjetra za Marjan i broj slučajeva, 14^h, srpanj–kolovoz, 1949–1992.

Table 2. Mean air temperature difference Knin–Palagruža, mean wind vector on Marjan and number of cases, 2 p.m., July–August, 1949–1992.

Palagruža		Knin–Palagruža	Marjan			broj slučajeva
smjer vjetra	jačina vjetra (Bf)	temperaturna razlika (°C)	vektorski srednjak vjetra			
			modul (ms ⁻¹)	azimut (°)	stalnost (%)	
W–N	1	3.3	3.3	221	93	210
	2	3.9	3.3	221	85	204
	3	3.9	3.4	225	80	172
	4	3.6	2.3	232	53	137
	>4	2.4	1.2	262	26	121
ESE–WSW	1	2.8	3.2	217	97	95
	2	3.0	2.9	200	79	52
	3	3.8	2.8	182	76	49
	>3	3.7	4.5	138	80	77
–	0	3.2	2.9	223	89	92

isključeni mnogi utjecaji, te da stoga u prvi plan dolazi direktan odnos između strujanja na Palagruži i dnevnog vjetra na Marjanu.

U tablici 2, pri smjerovima vjetra W–N na Palagruži, uočavaju se ovi odnosi:

- Za jačine vjetra 1–3 Bf srednja temperaturna razlika Knin–Palagruža povećana je u odnosu na južne smjerove ESE–WSW iste jačine i u odnosu na tišinu. Tada su na Marjanu modul i stalnost vektorskog srednjaka vjetra (dalje: modul, stalnost) povećani, a azimut vektorskog srednjaka vjetra (dalje: azimut) bliži je SW smjeru zmorca. Srednja temperaturna razlika i modul pokazuju tendenciju rasta s jačanjem vjetra. Ti odnosi ukazuju na etezijske poticaje zmorcu: pri jačini vjetra 1 Bf djeluje uglavnom specifičan etezijski poticaj, a pri većim jačinama vjetra oba poticaja. Suhoća etezija dodatno pojačava isparavanje mora, a time i zmorac.
- Za jačine vjetra veće od 3 Bf smanjuje se temperaturna razlika te modul i stalnost na Marjanu. Razlog su rjeđe etezije, a češća poremećenja vremena pri jačem NW vjetru na Palagruži.

Za južne smjerove ESE–WSW na Palagruži prema tablici 2 vrijedi:

- Za jačinu vjetra 1 Bf srednja temperaturna razlika je osjetno manja nego za smjerove W–N iste jačine i za tišinu, a na Marjanu se azimut približio SSW smjeru zdolca dok je stalnost velika. U tim se slučajevima česti-

na zdolca na Marjanu povećala zbog slabijih uvjeta za zmorac, tj. zbog manje temperaturne razlike između Knina i Palagruže. To je doprinos specifična učinka slabih južnih vjetrova.

- Porastom jačine vjetra na 2–3 Bf jača turbulentno miješanje mora te se povećava srednja temperaturna razlika Knin–Palagruža, dok na Marjanu čestina zdolca opada, a čestina juga raste.
- Pri jačinama vjetra većima od 3 Bf na Marjanu prevladava jugo.

Razlike između pojedinih grupa u tablici 2 bile bi veće kada bi se uvažile postaje koje bolje reprezentiraju *aktivno kopno* i *aktivno more* za zmorac na Marjanu te etezije koje potiču taj zmorac. Vjerojatno bi i probe s različitim smjerovima vjetra i različitim naoblakom također dovele do boljeg odabira karakterističnih grupa te većih razlika između njih.

3.2 Dnevni vjetrovi na Marjanu u 7, 14 i 21^h

U tablici 3 dane su čestine smjerova vjetra postaje Marjan za 7 i 21^h pri naoblaci 0–8 desetina i jačini vjetra 1–2 Bf, te za 14^h pri naoblaci 0–8 desetina i jačini vjetra 1–4 Bf. Takva naoblaka i jačina vjetra odabrane su da u čestinama više dođu do izražaja obalna i planinska cirkulacija, a manje bura, jugo i drugi nepoželjni utjecaji. Čestine su u promilima

Tablica 3. Čestina (%) smjerova vjetra pri odabranoj naoblaci i jačini vjetra, Marjan, 1946–1994.

Table 3. Frequency (%) of wind directions for selected cloudiness and wind force, Marjan, 1946–1994.

smjer	mjesec												zbroj	dnevni vjetar
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
7^h (naoblaka: 0–8 desetina, jačina vjetra: 1–2 Bf)														
N	16	12	12	14	12	8	12	10	11	14	16	21	158	
NNE	58	50	44	56	59	57	85	93	112	65	56	56	791	KOPNENJAK
NE	88	91	102	91	83	101	141	190	190	145	86	85	1393	KOPNENJAK
ENE	24	25	36	36	49	75	79	88	61	47	24	16	560	KOPNENJAK
E	9	9	13	12	30	35	32	36	28	13	5	6	228	
ESE	3	7	11	22	32	27	26	26	11	6	5	3	179	
SE	3	3	5	15	19	31	35	20	7	1	2	2	143	
SSE	1	4	3	7	20	31	20	12	3	1	4	3	109	
S	1	1	4	5	10	12	8	5	3	0	1	0	50	
SSW	1	1	1	4	10	14	13	11	5	1	1	1	63	PROTUZGORAC
SW	3	0	3	7	6	8	13	5	4	1	1	1	52	PROTUZGORAC
WSW	1	2	5	2	5	10	7	2	1	1	3	3	42	PROTUZGORAC
W	2	3	2	4	5	3	3	3	0	2	3	3	33	
WNW	3	6	2	1	7	7	7	7	1	1	2	7	51	
NW	7	9	9	6	4	15	9	7	7	5	5	10	93	
NNW	9	9	11	8	11	11	9	13	9	7	13	11	121	
14^h (naoblaka: 0–8 desetina, jačina vjetra: 1–4 Bf)														
N	9	5	5	1	5	5	5	4	1	3	4	7	54	
NNE	29	29	18	20	14	17	24	18	12	18	32	32	263	
NE	43	27	20	10	13	12	18	9	15	20	29	28	244	
ENE	10	12	3	3	3	3	5	1	4	2	7	10	63	
E	6	2	1	1	1	1	1	0	1	3	3	3	23	
ESE	16	20	20	13	16	20	11	9	22	23	31	27	228	
SE	33	27	24	29	18	18	16	17	24	28	27	25	286	
SSE	37	51	30	22	24	22	25	20	35	49	43	37	395	
S	28	34	34	19	24	21	19	33	27	36	37	20	332	
SSW	79	114	140	160	186	186	218	243	257	213	105	70	1971	ZDOLAC
SW	43	69	141	195	234	314	380	377	254	133	35	26	2201	ZMORAC
WSW	3	6	10	33	31	55	77	66	31	14	10	9	345	
W	7	1	5	5	9	10	6	5	5	3	9	13	78	
WNW	14	6	7	3	6	9	6	5	5	8	12	28	109	
NW	13	9	9	6	5	6	11	13	6	7	16	19	120	
NNW	11	9	3	5	5	12	11	5	5	4	14	8	92	
21^h (naoblaka: 0–8 desetina, jačina vjetra: 1–2 Bf)														
N	26	7	15	15	16	14	26	26	16	20	16	18	215	
NNE	36	39	23	19	26	32	38	38	39	43	56	45	434	KOPNENJAK
NE	73	47	34	32	38	32	47	36	38	66	71	72	586	KOPNENJAK
ENE	26	25	16	19	20	20	26	30	29	42	31	18	302	KOPNENJAK
E	14	11	18	11	14	24	28	32	32	32	19	15	250	
ESE	14	17	24	22	30	16	24	33	27	25	17	12	261	
SE	7	13	16	14	17	20	12	18	17	19	5	9	167	
SSE	6	8	5	10	16	10	22	16	12	11	6	5	127	
S	4	2	9	7	9	9	8	13	14	9	2	1	87	
SSW	5	9	19	15	24	17	20	33	17	13	5	5	182	PROTUZGORAC
SW	6	8	18	29	36	54	46	44	30	12	5	3	291	PROTUZGORAC
WSW	8	9	18	23	29	35	41	34	23	13	3	8	244	PROTUZGORAC
W	3	8	11	18	24	29	32	26	22	11	5	5	194	
WNW	16	14	22	28	39	53	49	53	41	23	11	11	360	
NW	26	32	41	44	51	57	65	62	54	34	26	17	509	
NNW	13	17	24	39	28	52	47	49	40	24	18	22	373	

svih slučajeva u dotičnom terminu i mjesecu.

Na desnom dijelu tablice 3 ispisan je dnevni vjetar koji prevladava u čestini dotičnog smjera. Prema očekivanju u 14^h čestina smjera z dolca SSW veća je u listopadu nego u travnju, a čestina smjera zmorca SW u travnju je veća nego u listopadu. Očekivana veća čestina smjera dnevnog vjetra u travnju nego u listopadu, a također i očekivana veća čestina smjera dnevnog vjetra u listopadu nego u travnju, u tablicama 3 i 4 ispisan je podebljano.

Prema čestinama smjerova SSW i SW za 14^h u tablici 3 z dolac je najčešći u rujnu, a zmorac u srpnju. Najčešći z dolac u rujnu djelomice je posljedica manje čestine zmorca u tom mjesecu.

Zmorac je od travnja do kolovoza znatno češći od z dolca, dok je z dolac od listopada do veljače znatno češći od zmorca (tab. 3). Doprinos tome dali su:

- odnos temperature kopna i mora; naime, od travnja do kolovoza srednja je temperatura razlika između zraka nad kopnom i mora pozitivna te povoljna za zmorac, a od listopada do veljače negativna je i nepovoljna za zmorac (Stipaničić, 1977); sličan, ali znatno izraženiji jest godišnji hod temperaturne razlike između kopna i mora;
- prevlast zmorca nad z d olcem u neporemećenim danima koji su ljeti češći (v. poglavlja 4.1.2–4.1.5 i 4.1.7 o zmorcu, z d olcu i vremenskim poremećenjima);
- odlika z dolca da se javlja i u manje povoljnim uvjetima, kojih je više u zimskom polugodištu.

Opisana nepreciznost smjera slabi kontraste između odlika susjednih smjerova SSW i SW u razmatranom razdoblju. Naime, do 1966. godine SSW smjer s pripadajućim odlikama često je neopravdano pridruživan SW smjeru, a od 1968. godine SW smjer sa svojim odlikama neopravdano SSW smjeru.

Nepreciznost smjera slabi dakle kontraste između čestina smjerova SSW i SW u tablici 3. Isto vrijedi i za jačine tih smjerova. Npr., za 14^h i mjeseci lipanj–kolovoz u razdoblju 1946–1994, pri naoblaci 0–8 desetina i jačini vjetra 1–4 Bf, za Marjan srednja jačina SSW smjera iznosi 2.4 Bf a SW smjera 2.6 Bf. Prvi iznos približno bi trebala biti srednja jačina z dolca, a drugi srednja jačina zmorca. Očekivana veća razlika između jačine zmorca i z dolca izostala je upravo zbog nepreciznosti

smjera.

Smjerovi kopnenjaka NNE, NE i ENE za 7 i 21^h češći su prema očekivanju u listopadu nego u travnju (tab. 3). Slabljenje kontrasta između odlika susjednih smjerova, zbog nepreciznosti smjera, može biti razlog što su odlike kopnenjaka prevladale čak u tri smjera vjetra. Kopnenjak je češći u 7 nego u 21^h zbog ovih razloga:

- Obalna cirkulacija između kontinenta i Jadrana velik je i trom sustav, jer mu pripada veliko *aktivno kopno* i veliko *aktivno more*. Zbog toga se u 21^h sporo uspostavlja, a u 7^h sporo iščezava. Manjem kopnu (moru) bez obzira na veličinu mora (kopna) pripadaju manje *aktivno kopno*, manje *aktivno more* i manja obalna cirkulacija. Stoga jadranski otoci imaju manju obalnu cirkulaciju.
- Izostanak kopnenjaka u 21^h zbog kratkog vremena od zalaza Sunca.

Na Marjanu bi smjer zgorca što ga generira Kozjak mogao biti N, NNE, NE, ENE ili E. Međutim, ti smjerovi prema tablici 3 nemaju u 7 ili 21^h zgorcu svojstvenu veću čestinu u travnju nego u listopadu. Marjan se naime rjeđe nađe u zgorcu zbog svoje veće nadmorske visine, malena vertikalnog i horizontalnog dometa zgorca te kratkog razmaka između zalaza Sunca i 21^h. Stoga se u tablici 3 u smjerovima N–E odlike zgorca gube, a više ističu odlike kopnenjaka. Ipak, detaljnija analiza otkriva na Marjanu neizražen NNE zgorac, i to samo u 7^h.

Protuzgorac, tj. noćna gornja povratna struja cirkulacije na obronku Kozjaka, povećava čestinu smjerova SSW, SW i WSW za 7 i 21^h (tab. 3). Prema očekivanju ti smjerovi vjetra češći su u travnju nego u listopadu. Protuzgorac je češći u 21 nego u 7^h, što pokazuje da je manje trom, da pripada manjem sustavu nego kopnenjak te da Marjan može i u 21^h biti unutar planinske cirkulacije. Nepreciznost smjera i slabljenje kontrasta između odlika susjednih smjerova vjetra možda su razlog što su i odlike protuzgorca prevladale čak u tri smjera vjetra.

Kontinentalni SW zmorac i kontinentalni NE kopnenjak javljaju se i na postajama Split Firule, Split Gripe i Split Lazarica (Lukšić, 1997). Na višima među njima, gdje je utjecaj termičkog kontrasta kopno–more slabiji, prisutna je i planinska cirkulacija, koju generira Kozjak. Tako se na postaji Split Gripe danju

javlja SW zdolac, a noću NE zgorac ili SW protuzgorac, dok postaja Split Lazarica danju ima SW zdolac, a noću WSW protuzgorac.

3.3 Zmorac, zdolac i protuzgorac na Marjanu tijekom dana

Tablica 4 daje čestine smjerova vjetra u promilima svih slučajeva u dotičnom jednosatnom intervalu i mjesecu. Čestine su dobivene iz 24-satnih vrijednosti vjetra prema anemografu na Marjanu. Tablica se odnosi na razdoblje 1966–1975, kada su precjenjivani uglavnom troslovni smjerovi vjetra. Stoga

neka odlika u tablici 4 može biti posljedica nepreciznosti smjera. Takva odlika jest češći SSW nego SW smjer. Znatno veća čestina SSW nego SW smjera u srpnju u intervalima 13–14^h i 14–15^h prema tablici 4 u oštroj je suptrotnosti s podacima u tablici 3 za srpanj i 14^h, ali i s drugim činjenicama u ovom radu.

Srednji DD = 27 za sve 24-satne vrijednosti smjera vjetra prema anemografu u razdoblju 1966–1975. zadovoljava blage kriterije. Očito su ti kriteriji preblagi u slučaju kada se DD odnosi na više mjeseci i na postaju Marjan.

Neke odlike u tablici 4 logične su i ne mogu

Tablica 4. Čestina (%) SSW i SW smjerova vjetra pri brzini 0.3–5.4 ms⁻¹, Marjan, 1966–1975.

Table 4. Frequency (%) of the SSW and SW wind directions at wind speed 0.3–5.4 ms⁻¹, Marjan, 1966–1975.

vrijeme (h)	mjesec											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	smjer vjetra											
	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw	ssw sw
0–1	0 4	4 8	3 13	37 27	48 16	33 17	33 42	36 39	10 30	16 10	7 0	7 11
1–2	7 0	8 0	6 19	10 20	42 13	27 40	29 33	42 36	17 17	16 6	7 0	14 7
2–3	4 0	4 0	13 6	20 33	36 19	30 30	23 16	26 23	7 10	10 10	0 0	11 11
3–4	4 0	4 4	16 3	17 20	29 26	30 27	23 13	19 10	17 7	6 0	15 0	4 0
4–5	0 0	4 0	6 13	7 7	42 13	10 17	6 20	10 6	13 3	3 3	0 4	7 0
5–6	4 4	4 0	6 6	13 10	13 6	20 13	10 3	6 3	20 3	3 3	4 4	4 7
6–7	4 0	4 4	6 13	10 0	29 13	40 3	10 0	10 3	7 7	6 0	7 7	4 4
7–8	7 0	0 0	0 3	13 10	68 19	63 13	42 13	26 6	7 3	6 6	11 15	7 4
8–9	7 0	4 4	16 6	40 23	126 16	143 30	141 33	97 16	30 13	13 6	11 4	11 4
9–10	7 0	20 0	55 16	117 20	219 32	253 40	288 39	188 42	110 33	58 10	22 4	18 0
10–11	29 7	28 8	97 36	163 40	303 74	303 70	275 95	291 36	211 37	127 13	30 7	22 11
11–12	33 4	51 20	116 65	190 67	323 90	327 100	324 92	343 91	300 50	204 13	44 7	65 18
12–13	84 11	90 28	148 71	223 83	348 94	317 127	373 134	343 188	343 103	299 32	82 15	83 7
13–14	80 33	134 28	142 97	220 103	345 113	323 140	327 193	353 194	383 140	331 42	111 4	109 11
14–15	112 14	114 32	148 106	210 110	297 126	293 170	301 199	333 233	323 183	299 78	118 30	109 22
15–16	80 7	118 43	123 116	213 107	290 97	253 190	271 245	311 226	263 223	234 97	89 41	69 18
16–17	62 22	87 28	103 110	160 120	223 123	273 153	248 203	278 243	193 230	127 130	59 37	44 18
17–18	29 0	51 20	74 77	110 90	190 110	200 143	176 170	168 191	93 140	68 71	33 30	11 7
18–19	11 4	35 8	45 36	83 60	113 90	107 137	105 147	87 107	37 63	36 26	22 11	22 11
19–20	11 4	12 4	26 19	57 33	78 52	70 73	72 82	39 32	27 27	29 0	18 0	18 14
20–21	11 0	12 16	13 13	30 37	55 42	37 57	29 42	58 23	27 37	29 13	4 0	22 0
21–22	7 0	4 12	19 16	33 23	45 42	43 57	20 10	55 23	43 43	19 10	15 0	7 0
22–23	4 4	8 8	3 10	30 10	42 23	47 60	36 13	42 48	33 20	20 19	11 0	14 7
23–24	0 4	16 4	13 16	33 20	48 32	50 37	33 42	39 39	20 20	20 3	4 4	14 0

se objasniti nepreciznošću smjera. One su predmet narednog teksta.

Smjerovi zdocca SSW i zmorca SW prema očekivanju češći su od 11 do 17^h, i to naročito u mjesecima travanj–listopad. Oko ponoći u tim je mjesecima blago povećana i čestina smjerova protuzgorca SSW i SW.

U dnevnom hodu primarni maksimum čestine smjera zdocca SSW pretežno nastupa prije primarnog maksimuma čestine smjera zmorca SW, jer je manji zdocac (v. poglavlja 4.1.6 i 4.2) manje trom, te se brže uspostavlja. Drugi je razlog okretanje zmorca u smjeru kazaljke na satu.

Najveću čestinu smjer zdocca SSW postiže u rujnu u intervalu 13–14^h, tj. tri sata prije dnevnog maksimuma čestine smjera zmorca SW, a smjer zmorca SW u srpnju u intervalu 15–16^h, tj. tri sata nakon dnevnog maksimuma čestine smjera zdocca SSW.

Prema očekivanju, u jednosatnim intervalima između 11 i 16^h smjer zdocca SSW češći je u listopadu nego u travnju, a smjer zmorca SW češći je u travnju nego u listopadu. U intervalu 16–17^h nema takvih odnosa, jer je tada danja situacija u listopadu pri kraju, te u tom dijelu dana u listopadu smjer manje tromog zdocca SSW ima manju čestinu, a smjer tromijeg zmorca SW veću.

Smjerovi protuzgorca SSW i SW u jednosatnim intervalima između 21 i 4^h prema očekivanju pretežno su češći u travnju nego u listopadu.

U tablici 4 očitovale se dakle više odlika dnevnih vjetrova, iako je prisutan jak negativan motriteljski utjecaj, a nisu sasvim isključena ni druga strujanja. Informacije koje je dala kontrola preciznosti pomogle su razlučiti odlike dnevnih vjetrova od motriteljskog utjecaja.

Nepreciznost smjera iskrivljuje dakle samo djelomično sliku o režimu vjetra. To je vjerojatno razlog što se nepreciznost smjera često ne doživljava kao problem. Međutim, pri detaljnijim proučavanjima odlika vjetra, koja danas imaju čvrst oslonac u velikim mogućnostima elektroničkih računala, nepreciznost smjera može biti ozbiljan ograničavajući čimbenik.

4. ANALIZA DANA SA ZMORCEM ILI ZDOLCEM NA MARJANU

4.1 Prvi odabir dana sa zmorcem ili zdoccem

Analiza dana s nekim dnevnim vjetrom na Marjanu pokazat će bolje i jasnije odlike tog vjetra ako u tim danima dotični vjetar jače prevladava. Odabir takvih dana otežavaju male razlike između smjera zmorca i zdocca te nepreciznost smjera. Stoga je učinjeno nekoliko probnih odabira, a na temelju njih određeni su ovi osnovni principi prvog usvojenog odabira:

- ograničiti utjecaje atmosferskih procesa koji mogu smanjiti jasnoću odlika dnevnih vjetrova,
- uvažiti više različitih podataka postaje Marjan,
- uvažiti podatke susjednih postaja.

Prvi odabir obuhvaća dane u travnju, srpnju i listopadu iz razdoblja 1972–1991. Za te godine bila su raspoloživa pilotbalonska mjesečna izvješća za postaju Marjan, a u njima detaljniji pilotbalonski podaci. Odabrani dani zadovoljavaju ove uvjete na postaji Marjan:

- A. Raspoloživi su pilotbalonski podaci naoblake, smjera i brzine vjetra za 13^h na približno ovim nadmorskim visinama: tlo, 200, 300, 500, 1000 i 1500 m. Uvažavanje većih visina smanjilo bi broj odabranih dana.
- B. U 13^h prema pilotbalonskim podacima naoblaka je 0–6 osmina, a pri tlu puše jugozapadnjak iz smjera 19–26 dekastupnjeva brzinom 1–7 ms⁻¹.
- C. U 13^h na 1500 m smjer vjetra nije 18–27 dekastupnjeva. Uvjet C ograničava utjecaj nepoželjne opće jugozapadne struje.
- D. Raspoložive su sve 24 satne vrijednosti prevladavajućeg smjera i srednje brzine vjetra prema anemografu.
- E. Srednja brzina vjetra prema anemografu u jednosatnim intervalima između 11 i 17^h nije veća od 6.0 ms⁻¹, a u ostalima nije veća od 4.0 ms⁻¹. Uvjetom E ograničava se utjecaj nepoželjnog jačeg vjetra.
- F. U intervalu 12–13^h prema anemografu prevladava smjer zdocca SSW ili smjer zmorca SW. Uvjet F uvažava najčešći smjer zdocca ili zmorca. Stoga se u odabranim danima očekuje više zdocca ili zmorca u čistijem obliku.

Pored uvjeta A–F odabrani dani zadovoljavaju još i ove uvjete:

- G. U danima sa SSW smjerom zolca u intervalu 12–13^h na Marjanu, u 14^h u Sutivanu i Sinju smjer vjetra nije S, SSW, SW, WSW ili W. Dani koji zadovoljavaju uvjete A–E, prvi dio uvjeta F o prevladavanju smjera zolca SSW i uvjet G nazivaju se danima SSW.
- H. U danima sa SW smjerom zmorca u intervalu 12–13^h na Marjanu, u 14^h u Sutivanu i Sinju smjer vjetra jest SSW, SW ili WSW. Dani koji zadovoljavaju uvjete A–E, drugi dio uvjeta F o prevladavanju smjera zmorca SW i uvjet H nazivaju se danima SW.

Čestina kontinentalnog SW zmorca u 14^h u srpnju je u Sutivanu i Sinju čak oko 30%. Uvjet G smanjuje dakle utjecaj kontinentalnog SW zmorca u danima SSW oko 14^h, a uvjet H povećava taj utjecaj u danima SW oko 14^h. Time se postiže veća prevlast zolca u danima SSW, a zmorca u danima SW.

Uvjeti B, C, prvi dio uvjeta F o prevladavanju smjera zolca SSW i uvjet G naročito su povoljni za zolac u danima SSW između 12 i 14^h. Slično su za zmorac u danima SW u istom intervalu posebno povoljni uvjeti B, C, drugi dio uvjeta F o prevladavanju smjera zmorca SW i uvjet H. Izvan intervala 12–14^h povećava se čestina drugih utjecaja.

Od ukupno 15, čak 6 dana SSW sa zolcem na Marjanu ima u 14^h na postaji Split aerodrom SSW, SW ili WSW smjer, koji uglavnom pripadaju kontinentalnom SW zmorcu. To ukazuje na mogućnost pojavljivanja zmorca oko 14^h u nekim danima SSW sa zolcem. Vjerojatno u tim danima oko 14^h pri tlu na Marjanu prevladava zolac, dok na postaji Split aerodrom, koja je u vertikalnom i horizontalnom smjeru bliža moru, ima više kontinentalnog SW zmorca.

Tablica 5. Broj odabranih dana.

Table 5. Number of selected days.

dani	razdoblje	mjesec							ukupno
		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
SW	1972–1991	4	–	–	12	–	–	0	16
SSW	1972–1991	0	–	–	2	–	–	13	15
SSW'	1967–1998	0	3	3	0	0	8	13	27

Zbog mogućnosti pojavljivanja zmorca u danima SSW sa zolcem u prvi odabir uključeni su i dani SSW' u kojima se očekuje manje zmorca a više zolca nego u danima SSW. Dani SSW' u mjesecima travanj–listopad iz razdoblja 1967–1998, uvjetovanog raspoloživošću podataka za postaju Split aerodrom, zadovoljavaju ove uvjete na postaji Marjan:

- I. U 14^h naoblaka je 0–5 desetina.
 - J. Ispunjen je uvjet D o raspoloživosti anemografskih podataka, uvjet E o brzini vjetra te prvi dio uvjeta F o prevladavanju smjera zolca SSW.
- Pored uvjeta I i J dani SSW' zadovoljavaju još i uvjet:
- K. Smjer vjetra na postajama Sutivan, Sinj i Split aerodrom u 14^h nije S, SSW, SW, WSW ili W.

Planinska cirkulacija na Marjanu ima dimenzije manje od obalne, te se danju unutar planinske cirkulacije očekuje manje oblaka nego unutar obalne. Stoga je uvjetom I za dane SSW' uvažena manja naoblaka nego uvjetom B za dane SSW. Uvjet K za dane SSW' obuhvaća postaju više bez zmorca nego uvjet G za dane SSW. Uvjeti I i K trebali bi dakle smanjiti utjecaj zmorca a povećati utjecaj zolca u danima SSW'. Za te dane nema pilotbalonskih uvjeta, jer zbog tehničkih razloga ti uvjeti znatno smanjuju broj odabranih dana.

Prema tablici 5 dani SW češći su u travnju nego u listopadu, a dani SSW i SSW' češći su u listopadu nego u travnju. To je znak da zmorac prevladava u danima SW, a zolac u danima SSW i SSW'. Različita razdioba odabranih dana sa zmorcem i zolcem po mjesecima otežat će usporedbu tih dana.

Dana SSW znatno je manje u srpnju nego u listopadu, jer uvjet G u srpnju češće isključuje učestali kontinentalni SW zmorac u Sutivanu i Sinju. Dana SSW' čak nema u srpnju i kolo-

vozu zbog sličnog učinka uvjeta K.

Mala razlika između smjera zmorca i zolca na Marjanu te nepreciznost smjera te postaje smanjuju broj odabranih dana. Npr., ako zbog tih okolnosti zmorac na Marjanu u intervalu 12–13^h ima smjer SSW, dotični dan ne ulazi među odabrane dane sa zmorcem.

Strogi i brojni uvjeti za odabrane dane također su smanjili broj tih dana. Ti su uvjeti ipak usvojeni, jer od svih dosad isprobanih uvjeta najbolje razdvajaju dane sa zmorcem od dana sa zolcem.

Bilo je zamišljeno da se analiza odabranih dana provede odvojeno za travanj te za srpanj, odnosno za listopad. Međutim, zbog malog broja odabranih dana, od toga se odustalo, te se tablice 6–11 i slika 3 odnose na sve uvažene mjesece zajedno. Naznačeno je ako neki podaci nisu u potpunosti raspoloživi.

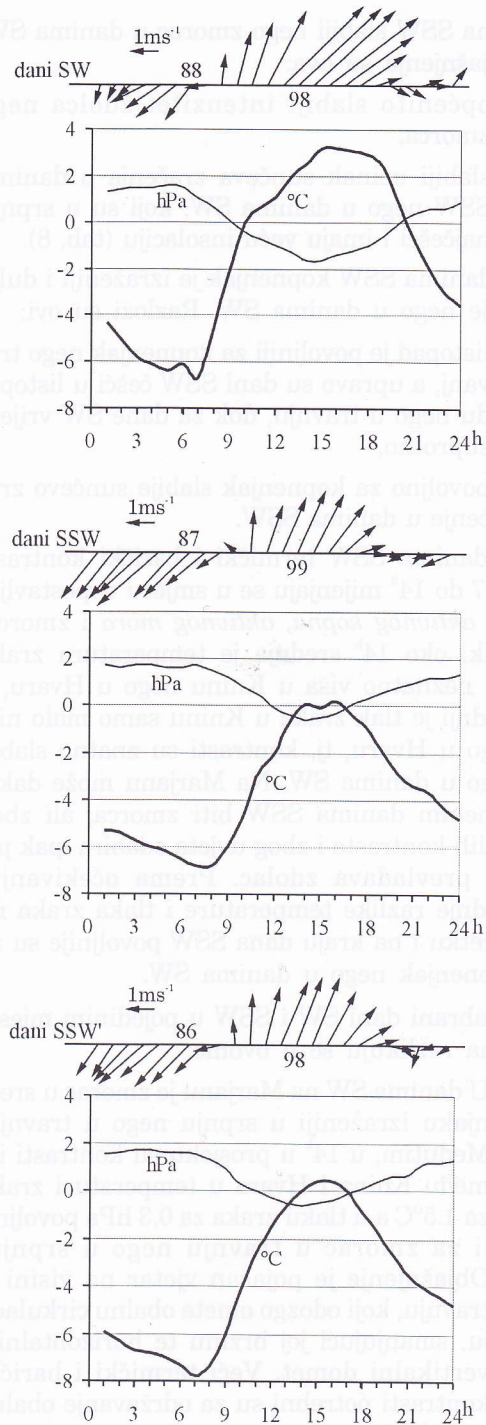
4.1.1 Vjetar na Marjanu i razlika temperature/tlaka zraka Knin–Hvar

Iako su Knin i Hvar podalje od Marjana, ipak za zmorac na Marjanu približno postaja Knin reprezentira *aktivno kopno*, a postaja Hvar *aktivno more*. Stoga se u razlici temperature i tlaka zraka Knin–Hvar (Knin minus Hvar) očekuje utjecaj *aktivnog kopna* i *aktivnog mora*. Međutim, za zolac na Marjanu obje su postaje izvan dometa aktivnih čimbenika, te se njihov utjecaj na te razlike ne očekuje.

Na slici 3 uz strelicu vektorskog srednjaka vjetra za 6–7^h i 13–14^h ispisana je njegova stalnost u postocima, a razlika tlaka zraka odnosi se na razinu mora.

Prema gornjem dijelu slike 3 u danima SW ujutro na Marjanu prevladava kopnenjak. Tada je temperatura zraka u Kninu niža nego u Hvaru, dok je tlak zraka u Kninu viši. Nakon kopnenjaka, između 8 i 10^h, dok još nema razlika u temperaturi i tlaku zraka koje su uzrok zmorcu, uspostavlja se manje trom zolac, a tek zatim zmorac. Uz zmorac je njegov početni uzrok: temperatura zraka u Kninu viša nego u Hvaru, te njegov neposredni uzrok: tlak zraka u Kninu niži nego u Hvaru. Brži porast azimuta u intervalu 12–13^h učinak je uvjeta F. Krajem dana nakon zmorca prevladava sjeverozapadnjak, a zatim protuzgorac.

Prema srednjem dijelu slike 3 zolac je u da-



Slika 3. Dnevni hod vektorskog srednjaka vjetra na Marjanu te srednji dnevni hod razlike temperature i tlaka zraka Knin–Hvar za dane SW, SSW i SSW'.

Figure 3. Diurnal course of mean wind vector on Marjan and mean diurnal course of air temperature and air pressure difference Knin–Hvar for SW, SSW and SSW' days.

nima SSW slabiji nego zmorac u danima SW. Objašnjenja su ova:

- općenito slabiji intenzitet zdozca nego zmorca,
- slabiji učinak sunčeva zračenja u danima SSW nego u danima SW, koji su u srpnju najčešći i imaju veću insolaciju (tab. 8).

U danima SSW kopnenjak je izraženiji i dulje traje nego u danima SW. Razlozi su ovi:

- listopad je povoljniji za kopnenjak nego travanj, a upravo su dani SSW češći u listopadu nego u travnju, dok za dane SW vrijedi suprotno,
- povoljno za kopnenjak slabije sunčevo zračenje u danima SSW.

U danima SSW termički i barički kontrasti od 7 do 14^h mijenjaju se u smjeru uspostavljanja *aktivnog kopna*, *aktivnog mora* i zmorca. Ipak, oko 14^h srednja je temperatura zraka tek neznatno viša u Kninu nego u Hvaru, a srednji je tlak zraka u Kninu samo malo niži nego u Hvaru, tj. kontrasti su znatno slabiji nego u danima SW. Na Marjanu može dakle u nekim danima SSW biti zmorca, ali zbog malih kontrasta i zbog uvjeta odabira ipak pri tlu prevladava zdozca. Prema očekivanju, srednje razlike temperature i tlaka zraka na početku i na kraju dana SSW povoljnije su za kopnenjak nego u danima SW.

Odabrani dani SW i SSW u pojedinim mjesecima razlikuju se u ovome:

- U danima SW na Marjanu je zmorac u srednjaku izraženiji u srpnju nego u travnju. Međutim, u 14^h u prosjeku su kontrasti između Knina i Hvara u temperaturi zraka za 1.5°C a u tlaku zraka za 0.3 hPa povoljniji za zmorac u travnju nego u srpnju. Objašnjenje je pojačan vjetar na visini u travnju, koji odozgo ometa obalnu cirkulaciju, smanjujući joj brzinu te horizontalni i vertikalni domet. Veći termički i barički kontrasti potrebni su za održavanje obalne cirkulacije pri tom nepovoljnom utjecaju visinskog vjetra. Skalarni srednjak brzine na 1500 m u danima SW u travnju iznosi 5.0 ms⁻¹ a u srpnju samo 3.8 ms⁻¹. Ako vjetar na 1500 m pojača na približno 8 ms⁻¹, on može čak onemogućiti obalnu cirkulaciju (Penzar, 1968). Jak vjetar na visini može ostati nezapažen promatraču s tla, te je vjerojatno iz takve situacije proizašlo promatračko iskustvo Markija (1950) da zmorac i kopnenjak mogu zbog poremećenja vremena izo-

stati iako je poremećenje još neprimjetno.

- Zdozca je na Marjanu u danima SSW u prosjeku prema očekivanju jači u srpnju nego u listopadu.
- U 14^h u danima SSW srednja je razlika temperature zraka Knin–Hvar za 1.5°C, a tlaka zraka za 0.3 hPa u srpnju povoljnija za zmorac na Marjanu nego u listopadu. Ta sklonost prema zmorcu u srpnju također ukazuje na mogućnost pojavljivanja zmorca u nekim danima SSW sa zdozczem.

Na slici 3 (donji dio) moduli su prema očekivanju sredinom dana SSW' nešto veći, a trajanje zdozca u srednjaku je dulje nego u danima SSW. Kopnenjak je i u danima SSW' u prosjeku bolje razvijen nego u danima SW.

Srednji dnevni hod razlike temperature i tlaka zraka Knin–Hvar za dane SSW' sličan je kao u danima SSW, te je i tumačenje tog hoda slično. Prema tome, ni u danima SSW' sa zdozczem nije potpuno isključen zmorac. Stoga se u ovom radu danima sa zdozczem smatraju dani u kojima na Marjanu može biti zmorca, ali pri tlu ipak zdozca prevladava. Analogno vrijedi i za dane sa zmorcem, u kojima prema slici 3 ima zdozca barem u prijepodne.

4.1.2 Oborina u Kninu i Hvaru

U Kninu i Hvaru u danima SW sa zmorcem nije bilo oborine između 0 i 24^h. U danima SSW sa zdozczem srednja dnevna količina oborine od 0 do 24^h za Knin je 0.26 mm, a za Hvar 0.01 mm. Za dane SSW' sa zdozczem ta količina za Knin iznosi 0.24 mm, a za Hvar 0.01 mm. Količina oborine za Knin veća je nego za Hvar zbog veće poremećenosti vremena u Kninu. Isključen je doprinos oborini od poslijepodnevnog nestabilnosti, jer u Kninu i Hvaru u danima SSW i SSW' satna količina oborine poslije 8^h nije bila veća od 0.0 mm.

Zmorac se dakle prema oborini javlja u neporemećenim danima, a zdozca u danima koji nisu sasvim neporemećeni. Prema oborini i mnogim drugim pokazateljima u daljnjem tekstu dani SSW poremećeni su više od dana SSW', jer uvjet odabira B omogućava veću naoblaku u danima SSW nego uvjet I u danima SSW'. Uvjet I ima dakle dvostruku ulogu: smanjenje utjecaja zmorca i vremenskog poremećenja u danima SSW' sa zdozczem. Poremećenost oborinom u danima sa zdozczem nije

velika i ograničena je na početak dana. Zdolac se dakle javlja u manje poremećenom dijelu dana SSW i SSW'.

Poremećenje je očito nepovoljnije za zmorac nego za zdolac. Ono naime često kopno i zrak rashladi jače nego more, osobito ako je izražnije nad kontinentalnim kopnom nego nad morem, kao u danima SSW i SSW'. Ta je posljedica poremećenja vrlo nepovoljna za zmorac. Zbog toga se javlja tendencija prema redosljedu poremećenje-zdolac-zmorac-poremećenje. Taj redosljed očitovat će se u ovom radu u više navrata. Poremećenje je nepovoljnije za zmorac također i zbog veće tromosti zmorca, odnosno zbog rjeđeg uspostavljanja zmorca u kraćem povoljnom razdoblju.

4.1.3 Insolacija u Kninu i Hvaru

Za srednju dnevnu insolaciju u Kninu i Hvaru u danima SW, SSW i SSW' vrijedi:

- veća je od 7.8 sati,
- manja je u Kninu nego u Hvaru ponajviše zbog uzlaznih struja nad *aktivnim kopnom* a silaznih nad *aktivnim morem* sredinom dana SW, odnosno zbog veće poremećenosti vremena u Kninu u danima SSW i SSW',
- najveća je u danima SW, a najmanja u danima SSW; dakle, i prema insolaciji dani SW najmanje su poremećeni, a dani SSW najviše.

4.1.4 Temperatura zraka i mora

Razlika između temperature zraka na Marjanu i temperature mora u Splitu pokazuje jačinu termičkog kontrasta na manjoj skali. Često nedostajući podatak o temperaturi mora za 21^h interpoliran je srednjakom dviju vrijednosti. Prva je temperatura mora u 7^h za dotični dan uvećana za srednju razliku: tempe-

Tablica 6. Srednja razlika (°C): temperatura zraka na Marjanu minus temperatura mora u Splitu za odabrane dane.

Table 6. Mean difference (°C): air temperature on Marjan minus sea temperature at Split for selected days.

dani	7 ^h	14 ^h	21 ^h
SW	0.8	5.0	1.7
SSW	-3.8	1.0	-2.0
SSW'	-2.7	2.3	-1.2

ratura mora u 21^h minus temperatura mora u 7^h. Druga se dobiva analogno iz podatka za 14^h i srednje razlike između 21 i 14^h. Srednje razlike između 21 i 7^h, te između 21 i 14^h izračunate su odvojeno za dane SW, SSW i SSW' iz raspoloživih podataka.

Prema tablici 6 srednja razlika između temperature zraka i mora znatno je manja u danima SSW i SSW' nego u danima SW. U većem dijelu dana SSW i SSW' čak je i negativna. Znači da su i na manjoj skali u Splitu u danima SSW i SSW' uvjeti za zmorac slabi. Razlika je najmanja u najviše poremećenim danima SSW.

4.1.5 Neke vrijednosti meteoroloških elemenata

Srednje promjene tlaka zraka, temperature zraka i brzine vjetra između 1 i 24^h u tablici 7 pretežno su najmanje (ispis kurzivom) u danima SW, a najveće (podebljani ispis) u danima SSW. To još jednom pokazuje da su dani SW najmanje, a dani SSW najviše poremećeni. Knin i Hvar nemaju podatke o brzini vjetra za 1 i 24^h.

Prema tablici 5 dani sa zmorcem najčešći su u srpnju, a dani sa zdolcem u listopadu, te godišnji hodovi meteoroloških elemenata otežavaju usporedbu tih dana. Stoga će se iskoristiti mogućnost prigušivanja tih hodova. Tako je u tablici 8 za temperaturu zraka, relativnu vlažnost i naoblaku dan srednjak ove razlike: dnevni srednjak za odabrani dan minus odgovarajući višegodišnji mjesečni sred-

Tablica 7. Srednjak apsolutnih vrijednosti razlike tlaka zraka, temperature zraka i brzine vjetra između 1 i 24^h za odabrane dane.

Table 7. Average of absolute values of air pressure, air temperature and wind speed difference between 1 a.m. and 12 p.m. for selected days.

meteorološki element	postaja	dani SW	dani SSW	dani SSW'
tlak zraka (hPa)	Knin	1.46	2.36	2.51
	Marjan	1.29	2.42	2.17
	Hvar	1.46	2.39	2.37
temperatura zraka (°C)	Knin	2.32	2.85	2.03
	Marjan	1.33	0.80	0.94
	Hvar	0.96	1.31	1.21
brzina vjetra (ms ⁻¹)	Marjan	0.94	1.13	1.10

njak za razdoblje 1967–1998; dnevni i višegodišnji mjesečni srednjaci odnose se na termine 7, 14 i 21^h. Za insolaciju i količinu oborine uzima se razlika između dnevnog zbroja i odgovarajućeg mjesečnog srednjaka za razdoblje 1967–1998. Količina oborine obuhvaća 24 sata do 7^h odabranog dana. Čestine u tablici 8 odnose se na 7, 14 i 21^h.

Prema tablici 8 srednje razlike temperature zraka i insolacije te čestina stanja tla *suho* najveće su (podebljani ispis) u danima SW, a najmanje (ispis kurzivom) u danima SSW. Suprotno tome, srednje razlike relativne vlažnosti, naoblake i količine oborine te čestina velike vidljivosti najveće su u danima SSW, a najmanje uglavnom u danima SW. Ti odnosi ponovno pokazuju da su dani SW poremećeni najmanje, a dani SSW najviše.

Velika vidljivost u danima SSW i SSW' posljedica je poremećenja u prethodnim danima, odnosno popratnih pojava: bure, ispiranja zraka oborinom na području Splita ili manje stabilnosti atmosfere. Bura povećava vidljivost zbog ispiranja hladnog zraka oborinom na njegovom putu prema Splitu, ali i zbog dolaska čistijeg zraka iz visine. Posljedice poremećenja u prethodnim danima također su nepovoljnije za zmorac nego za zdolac u narednim danima. Stoga je velika vidljivost češća u danima SSW i SSW' sa zdolcem.

U takvu sliku uklapaju se i dva detalja iz autorova sjećanja o jednom poremećenju za vrijeme ljetovanja u Sutivanu. Prvi je detalj vrijeme dan prije poremećenja: toplo, sunčano, puše kontinentalni SW zmorac jačinom do 3 Bf, vidljivost osrednja. Drugi je vrijeme dan poslije poremećenja: malo hladnije, sunčano, zrak i more gotovo su mirni, kontinentalni

SW zmorac neprimjetan, vidljivost odlična.

Iznosi za dane sa zmorcem u tablici 8 uglavnom se ipak ne razlikuju znatno od iznosa za dane sa zdolcem, jer se ni zdolac ne može razviti u jače poremećenom danu. Izuzetno znatno češće suho tlo u danima SW jest dodatni znak da su posljedice poremećenja manje poželjne u danu sa zmorcem nego u danu sa zdolcem.

Dani SW, SSW i SSW' samo su veoma malen dio dana sa zmorcem ili zdolcem na Marjanu, jer su mnogi dani s tim vjetrovima isključeni zbog male razlike između smjera zmorca i zdolca, nepreciznosti smjera, strogih i brojnih uvjeta odabira te neizraženosti zmorca ili zdolca. Česte povoljne situacije za zmorac i zdolac na Marjanu preko višegodišnjih mjesečnih srednjaka smanjuju srednje razlike u tablici 8.

4.1.6 Vjetar na visini

Zmorac u danima SW na Marjanu u srednjaku dopire do oko 800 m (tab. 9). To se zaključuje na temelju povećanog modula, azimuta bliskog SW smjeru zmorca i povećane stalnosti u dotičnom sloju. Zmorac je u prosjeku najizraženiji na 300 m, gdje modul i stalnost postižu maksimum. Slično je dobio i Makjanić (1958). Modul i stalnost najmanji su na 1000 m, tj. u blizini gornje granice zmorca. Iznad zmorca prevladavaju za njega povoljne etezije.

Zdolac se u danima SSW prepoznaje po azimutu koji je blizak SSW smjeru. Najrazvijeniji je pri tlu uz vrh Marjana, gdje modul i stalnost imaju maksimum. Srednji vertikalni domet zdolca mogao bi biti oko 200 m, tj. oko

Tablica 8. Srednja razlika: dnevni srednjak (zbroj) minus višegodišnji mjesečni srednjak i čestina nekih stanja, Marjan.

Table 8. Mean difference: diurnal average (sum) minus monthly long-term average and the frequency of some states, Marjan.

meteorološki element	dani SW	dani SSW	dani SSW'
razlika temperature zraka (°C)	0.7	-0.8	0.3
razlika insolacije (sati)	2.7	2.0	2.2
čestina stanja tla <i>suho</i> (%)	85	40	53
razlika relativne vlažnosti (%)	-2	4	3
razlika naoblake (desetine)	-2.4	-1.0	-2.7
razlika količine oborine (mm)	-1.1	-0.6	-1.1
čestina vidljivosti >50 km (%)	0	9	4

Tablica 9. Vektorski srednjak vjetra za 13^h iznad Marjana u odabranim danima.

Table 9. Mean wind vector for 1 p.m. above Marjan on selected days.

dani	veličina	nadmorska visina (m)					
		tlo	200	300	500	1000	1500
SW	modul (ms ⁻¹)	3.3	4.1	4.7	3.7	2.5	3.9
	azimut (°)	226	227	229	237	292	333
	stalnost (%)	98	99	99	93	84	94
SSW	modul (ms ⁻¹)	1.8	1.7	1.4	0.9	2.2	2.5
	azimut (°)	205	214	224	251	357	349
	stalnost (%)	99	88	71	44	70	63
SSW'	modul (ms ⁻¹)	2.0	2.2	1.7	1.5	0.4	1.2
	azimut (°)	207	201	200	214	343	293
	stalnost (%)	97	80	56	47	12	26

četvrtine visine Kozjaka (779 m). Između 200 i 500 m prema modulu i azimutu, bliskom smjeru zmorca SW, puše slab zmorac, na 500 m jest gornja granica zmorca te tu modul i stalnost imaju minimum, a na većim visinama prevladavaju etezije. One su u prosjeku izražene slabije nego u danima SW, ali su ipak u nekim danima SSW mogle biti poticaj zmorcu. Prema modulu i vertikalnom dometu z dolac je u danima SSW prosječno znatno slabije razvijen od zmorca u danima SW. Takav je općenito odnos z dolca i zmorca na Marjanu, ali je i djelotvornije sunčevo zračenje u danima SW očito doprinijelo jačem razvoju zmorca.

Pilotbalonski podaci postaje Marjan raspoloživi su samo za 14 dana SSW'. U tim danima prema azimutu, bliskom smjeru z dolca SSW, srednji vertikalni domet z dolca procjenjuje se na oko 500 m. Utjecaj z dolca najjači je na 200 m, gdje modul postiže maksimum. Na visini 500–700 m vjerojatno puše slab zmorac, a iznad toga jesu etezije. Najslabiji utjecaj etezija u danima SSW' doprinio je najslabijem utjecaju zmorca u tim danima. Prema modulu i vertikalnom dometu z dolac je u skladu s očekivanjem u danima SSW' razvijeniji nego u danima SSW, ali je ipak osjetno slabiji od zmorca u danima SW zbog općenito slabijeg z dolca i zbog slabijeg utjecaja Sunca u odabranim danima sa z dolcem.

4.1.7 Čestina rodova oblaka

U tablici 10 dana je čestina rodova oblaka za postaju Split aerodrom, jer za Marjan nisu raspoloživi svi podaci. Zbroj čestina za 7 i 14^h u

danima SSW veći je od 100% zbog istovremenog pojavljivanja više rodova.

Rodovi oblaka pokazatelji su atmosferskih procesa. Oblaka Cc, Ns, St i Cb nije bilo u odabranim danima. Izostanak Ns i Cb također pokazuje da odabrani dani nisu jače poremećeni. Na slično ukazuje i izostanak Cc, koji je znak velike brzine vjetra na njegovoj visini i predznak jačanja vjetra u nižim slojevima. U odabranim danima najčešći su uglavnom Ci.

Zbroj čestina oblaka Ci–As u svim je terminima najmanji u danima SW, a najveći u danima SSW, jer su dani SW poremećeni najmanje, a dani SSW najviše.

U danima SSW i SSW' zbroj se čestina oblaka Ci–As smanjuje od 7 do 21^h. Dakle, prema čestini tih oblaka, kao i prema oborini, prvi

Tablica 10. Čestina (%) rodova oblaka za odabrane dane, Split aerodrom.

Table 10. Cloud genera frequency (%) for selected days, Split airport.

termin	dani	rod oblaka						
		Ci	Cs	Ac	As	Sc	Ci+Cs+Ac+As	Cu
7 ^h	SW	12	.	6	.	.	18	.
	SSW	60	7	7	33	13	107	7
	SSW'	37	.	19	.	15	56	7
14 ^h	SW	19	.	6	.	.	25	44
	SSW	67	7	27	.	7	101	33
	SSW'	41	.	7	.	4	48	33
21 ^h	SW	6	.	12	12	.	30	.
	SSW	7	.	33	7	7	47	.
	SSW'	19	.	15	4	11	38	.

dio dana SSW i SSW' više je poremećen. Međutim, tijekom dana SW zbroj se čestina oblaka Ci-As povećava. I jedno i drugo u vezi je s redoslijedom poremećenje-zdolac-zmorac-poremećenje.

Oblaci Ci-As uglavnom su iznad obalne ili planinske cirkulacije, nepovoljno utječu na te cirkulacije i znak su veće poremećenosti vremena. Cu su više unutar obalne ili planinske cirkulacije; njihov jači razvoj znači razvijeniju obalnu cirkulaciju (Lukšić, 1998). Manja čestina oblaka Ci-As u danima SW dala je dakle doprinos jačanju zmorca i većoj čestini Cu za 14^h u tim danima.

4.1.8 Vjetar na splitskom području

Splitsko područje obiluje različitim dnevnim vjetrovima. Oni će biti detaljnije opisani u posebnom radu, a u ovom poglavlju spomenut će se samo utjecajni. Dio je tih vjetrova ranije identificiran (Lukšić, 1996, 1997), a dio je

identificiran za potrebe ovog rada pomoću odnosa čestina za travanj i listopad, dnevnog i godišnjeg hoda čestina te geografskih odlika.

U tablici 11 jače su izraženi ovi vjetrovi:

Knin:

- dani SW: u 14^h kontinentalni SW zmorac – u 7 i 21^h tišina,
- dani SSW: u 14^h opća sjeverozapadna struja – u 7 i 21^h tišina i slaba bura, te je azimut u NE kvadrantu (modul i stalnost veći su u 21^h nego u 7^h, jer je bura češća na svršetku dana; više oborine i oblaka na početku dana u vezi je s redoslijedom kiša-bura),
- dani SSW': u 14^h različiti vjetrovi iz W kvadranta – u 7 i 21^h slično kao u danima SSW;

Sinj:

- dani SW: u 14^h kontinentalni SW zmorac – u 7 i 21^h gotovo isključivo tišina te velika stalnost nije znakovita,
- dani SSW: u 14^h tišina i slabi SSE dolinski vjetar uz Cetinu koji ipak nije sasvim pre-

Tablica 11. Vektorski srednjak vjetra u odabranim danima.

Table 11. Mean wind vector on selected days.

postaja	veličina	dani SW			dani SSW			dani SSW'		
		7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h
Knin	modul (ms ⁻¹)	0.0	0.9	0.1	0.5	0.7	1.2	0.2	0.7	0.8
	azimut (°)	–	244	276	14	314	8	35	268	8
	stalnost (%)	–	46	42	57	48	96	34	46	98
Sinj	modul (ms ⁻¹)	0.1	2.5	0.1	0.0	0.4	0.1	0.0	0.7	0.1
	azimut (°)	135	227	11	–	86	360	–	133	97
	stalnost (%)	100	97	98	–	49	100	–	59	32
Split aerodrom	modul (ms ⁻¹)	0.4	3.2	1.0	0.5	1.4	0.5	0.4	0.7	1.1
	azimut (°)	18	218	328	335	202	333	304	127	318
	stalnost (%)	58	85	81	72	76	82	77	40	84
Sutivan	modul (ms ⁻¹)	0.6	3.6	0.9	0.4	1.3	1.0	0.1	1.5	0.6
	azimut (°)	40	226	218	124	332	211	275	336	211
	stalnost (%)	78	99	97	51	72	95	17	77	75
Bol	modul (ms ⁻¹)	0.8	2.4	1.0	0.5	1.0	0.5	0.6	1.1	0.2
	azimut (°)	71	310	296	123	296	335	144	273	65
	stalnost (%)	75	93	61	68	61	50	79	65	21
Jelsa	modul (ms ⁻¹)	1.2	1.7	1.6	1.0	0.7	2.6	1.6	0.5	1.8
	azimut (°)	11	301	283	199	331	227	218	34	233
	stalnost (%)	45	32	51	50	17	93	60	10	64
Hvar	modul (ms ⁻¹)	0.1	1.7	1.0	1.1	1.6	1.1	0.8	1.4	0.7
	azimut (°)	360	260	341	19	261	348	10	254	6
	stalnost (%)	11	74	74	70	68	95	65	56	50
Lastovo	modul (ms ⁻¹)	0.9	3.6	3.0	0.8	2.6	2.1	0.9	2.0	1.5
	azimut (°)	317	299	294	49	291	287	345	304	302
	stalnost (%)	40	83	75	24	82	73	36	63	51

vladao u azimutu – u 7 i 21^h gotovo isključivo tišina te u 21^h velika stalnost nije znakovita,

- dani SSW': u 14^h SSE dolinski vjetar i tišina – u 7 i 21^h tišina;

Split aerodrom:

- dani SW: u 14^h kontinentalni SW zmorac – u 7^h tišina i tromi (iščezava sporije!) kontinentalni N kopnenjak – u 21^h manje tromi (uspostavlja se brže!) lokalni NW kopnenjak između obližnjeg kopna i Kaštelanskog zaljeva,
- dani SSW: u 14^h kontinentalni SW zmorac i ESE zdolac – u 7 i 21^h tišina i lokalni NW kopnenjak,
- dani SSW': u 14^h ESE zdolac – u 7 i 21^h tišina i lokalni NW kopnenjak;

Sutivan:

- dani SW: u 14^h kontinentalni SW zmorac – u 7^h kontinentalni NE kopnenjak i/ili morsorski NE zgorac – u 21^h kanalizirani brački SW kopnenjak i/ili SW gorski vjetar iz sutivanske doline,
- dani SSW: u 14^h brački NW zmorac i/ili NW zdolac prema povišenom središnjem dijelu Brača – u 7^h tišina i različiti vjetrovi – u 21^h brački SW kopnenjak i/ili SW gorski vjetar,
- dani SSW': u 14^h brački NW zmorac i/ili NW zdolac – u 7^h tišina i različiti vjetrovi – u 21^h tišina, brački SW kopnenjak i/ili SW gorski vjetar;

Bol:

- dani SW: u 14 i 21^h etezije – u 7^h tišina i brački NE kopnenjak,
- dani SSW: u 14 i 21^h etezije – u 7^h jugoistočnjak uvjetovan nižim tlakom zraka na Jadranu u hladnom dijelu dana; to se sniženje vidi na slici 3, u radovima Lukšića (1979, 1989) te Penzara i dr. (1988); tom sniženju pogoduju vremenska poremećenja u danima SSW i prethodnim danima, jer osobito noću kada nema sunčeva zračenja jače rashlade kopno nego more,
- dani SSW': u 14^h etezije – u 7^h tišina i jugoistočnjak kao u danima SSW – u 21^h tišina i brački NE kopnenjak;

Jelsa:

- dani SW: u 14 i 21^h etezije – u 7^h biokovski i/ili brački NE zgorac,
- dani SSW: u 14^h etezije – u 7 i 21^h hvarski SW kopnenjak,
- dani SSW': u 14^h hvarski NE zmorac – u 7 i

21^h hvarski SW kopnenjak;

Hvar:

- dani SW, SSW i SSW': u 14^h hvarski SSE zmorac, SW zdolac, hvarski W zmorac i etezije, te je azimut u SW kvadrantu; prema jugozapadu Pakleni otoci slabe utjecaj *aktivnog mora* i hvarskog SSE zmorca, što olakšava brdima na sjeveroistoku generiranije SW zdolca; utjecaj *aktivnog mora* ponovo jača u smjeru W, posljedica je hvarski W zmorac – u 7 i 21^h tišina, etezije i hvarski N kopnenjak;

Lastovo:

- dani SW, SSW i SSW': u većini termina etezije.

Prema tome, u odabranim danima obalna ili planinska cirkulacija javlja se od Knina do Hvara. U tim danima, od strujanja koji mogu smanjiti jasnoću odlika dnevnih vjetrova, izražene su samo opća struja u Kninu, etezije u Bolu, Jelsi, Hvaru i Lastovu te slaba bura u Kninu, tj. dalje od Marjana. To je u skladu s prvim osnovnim principom prvog odabira.

Na postajama Bol, Jelsa i Lastovo etezije su prema očekivanju najutjecajnije u danima SW te su u tim danima najjače poticale zmorac preko jačeg turbulentnog miješanja mora. U danima SSW taj je poticaj slabiji, a u danima SSW' najslabiji. S time u vezi u danima SW kontinentalnog SW zmorca ima najviše, a u danima SSW' najmanje.

Etezije na jadranskim postajama Bol, Jelsa i Lastovo izraženije nego na kopnenim postajama Knin i Sinj znak su prisutnosti i specifičnog etezijskog poticaja zmorcu u odabranim danima.

Etezije u Bolu, Jelsi i Lastovu najjače su izražene u 14^h, a najslabije u 7^h. Isto vrijedi i za Velu Sestricu, Biograd i Zadar (Lukšić, 1996). Međutim, to ne vrijedi za Hvar, gdje u 14^h prevladavaju dnevni vjetrovi.

Zbog slabog utjecaja etezija i kontinentalnog SW zmorca u danima SSW' jače su došli do izražaja u 14^h: SSE dolinski vjetar u Sinju, ESE zdolac na postaji Split aerodrom, brački NW zmorac i/ili NW zdolac u Sutivanu te hvarski NE zmorac u Jelsi. NW vjetar u Sutivanu u danima SSW' nisu etezije, jer je u tim danima NW vjetar najrazvijeniji, a etezije su najslabije.

Prema tablici 11 u 21^h uopće nema kontinentalnog kopnenjaka iz NE kvadranta. I na

Marjanu je taj kopnenjak u 21^h slabo razvijen (slika 3). Razlozi mogu biti: veća tromost kontinentalnog kopnenjaka, veća udaljenost od središta sustava, kratak vremenski razmak od zalaza Sunca i pojačan utjecaj sunčeva zračenja u odabranim danima.

Dnevni vjetrovi u Bolu slabo su izraženi u odabranim danima. Više dolaze do izražaja jutarnji jugoistočnjak i popodnevne etezije. Slično je i u Zadru: more u zaleđu i brojni otoci na moru, smanjuju utjecaj *aktivnog kopna* i *aktivnog mora* te je obalna cirkulacija slabo razvijena; ujutro je čest jugoistočnjak, a poslijepodne etezije (Lukšić, 1996). Prema tome, čest jugoistočnjak ujutro i česte etezije poslijepodne na postaji istočnog Jadrana znak su slabih uvjeta za obalnu cirkulaciju na toj postaji.

4.2 Drugi odabir dana sa zmorcem ili zdocem

Analiza dana iz prvog odabira dala je korisne informacije, ali je pokazala i ove nedostatke tog odabira:

- prisutnost zmorca u danima sa zdocem može umanjiti jasnoću nekih odlika slabijeg zdoca,
- otežana usporedba dana sa zmorcem i dana sa zdocem zbog različite razdiobe tih dana po mjesecima.

U drugom usvojenom odabiru ti se nedostaci eliminiraju:

- boljim razdvajanjem dana sa zmorcem od dana sa zdocem,
- uvažavanjem kraćeg dijela godine kada se zmorac rjeđe pojavljuje u danima sa zdocem.

Rjeđe pojavljivanje zmorca u danima sa zdocem očekuje se u dijelu ljeta kada je vremensko poremećenje često izraženo. Tada sunčevo zračenje u neporemećenim danima može pokrenuti čistiji zmorac, a u blago poremećenim danima čistiji zdoc. Prema višegodišnjim dnevnim srednjacima temperature zraka, naoblake i količine oborine za postaju Sutivan i godine 1957–1983. takvo je razdoblje druga polovica kolovoza.

U drugom odabiru uključeni su dani od 16. do 31. kolovoza iz godina 1972–1991, a koji zadovoljavaju ove uvjete na postaji Marjan:

- L. Ispunjeni su uvjeti A–C iz prvog odabira

s time da u uvjetu B naoblaka iznosi samo 0–3 osmine. Smanjenjem naoblake postiže se mali odmak od vremenskog poremećenja, tj. više sunčeva zračenja a manje posljedica poremećenja u odabranim danima.

- M. Srednja brzina vjetra prema anemografu u svim jednosatnim intervalima dana nije veća od 6.0 ms⁻¹.

Odabranih dana ima 60. Oni su, prema razlici temperature zraka Knin–Hvar u 14^h, podijeljeni u četiri grupe. Ta je razlika u danima SSW₃ negativna, u danima SW₁ je 0.1–1.5°C, u danima SW₂ je 1.6–3.0°C, a u danima SW₄ je veća od 3.0°C. Indeks u oznaci dana jest na cijeli °C zaokružen srednjak temperaturne razlike Knin–Hvar u 14^h za dotičnu grupu dana (tab. 12).

Za dane SSW₃ srednja naoblaka na Marjanu u 13^h jest 2.5 desetina, a srednji je datum 24. kolovoza, dok su odgovarajući srednjaci za dane SW₁ 1.8 desetina i 23. kolovoza, za dane SW₂ 1.8 desetina i 22. kolovoza, a za dane SW₄ 1.1 desetina i 18. kolovoza. Većoj srednjoj razlici temperature zraka Knin–Hvar za 14^h pogodovali su dakle manja naoblaka i manji datum, odnosno duže i jače sunčevo zračenje.

U danima SSW₃ u 14^h razlike temperature zraka Knin–Hvar negativne su, a odgovarajuća srednja razlika tlaka zraka pozitivna je (tab. 12, tlak zraka sveden je na razinu mora). Veoma su dakle slabi uvjeti za zmorac na Marjanu. I zaista, u 13^h iznad Marjana (tab. 13) dobro je razvijen zdoc: azimut je blizak SSW smjeru, modul je nešto veći nego u danima SSW' sa zdocem, a znatno manji nego u danima SW sa zmorcem, maksimalni je modul na 200 m kao i u danima SSW', dok

Tablica 12. Srednja razlika temperature i tlaka zraka Knin–Hvar za odabrane dane te broj odabranih dana.

Table 12. Mean air temperature and air pressure difference Knin–Hvar for selected days and number of selected days.

dani	razlika temperature zraka (°C)			razlika tlaka zraka (hPa)			broj dana
	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h	
SSW ₃	-5.1	-2.8	-3.6	1.4	0.1	0.9	6
SW ₁	-6.1	0.8	-2.2	1.3	-0.9	0.7	16
SW ₂	-5.6	2.4	-1.0	1.3	-1.2	0.5	23
SW ₄	-5.9	4.2	-1.1	1.4	-1.5	0.8	15

Tablica 13. Vektorski srednjak vjetra za 13^h iznad Marjana te za 14^h u Sutivanu, Sinju i Lastovu u odabranim danima.

Table 13. Mean wind vector for 1 p.m. above Marjan and for 2 p.m. at Sutivan, Sinj and Lastovo on selected days.

dani	veličina	Marjan, nadmorska visina (m)						Sutivan	Sinj	Lastovo
		tlo	200	300	500	1000	1500			
SSW ₋₃	modul (ms ⁻¹)	2.5	2.7	2.3	2.3	1.1	1.5	2.4	1.9	0.8
	azimut (°)	203	213	203	197	175	79	232	205	14
	stalnost (%)	100	89	66	73	45	50	86	89	30
SW ₁	modul (ms ⁻¹)	3.2	3.9	4.0	3.3	0.1	1.9	1.6	2.0	4.6
	azimut (°)	209	217	221	222	103	33	231	212	302
	stalnost (%)	97	97	96	93	4	56	52	79	94
SW ₂	modul (ms ⁻¹)	2.8	3.9	4.2	4.3	0.9	1.4	2.8	2.4	3.4
	azimut (°)	216	223	229	232	240	345	233	233	305
	stalnost (%)	97	98	91	95	27	33	88	89	84
SW ₄	modul (ms ⁻¹)	2.8	3.5	3.6	2.9	0.2	1.5	3.1	1.7	3.4
	azimut (°)	215	221	220	223	10	63	231	242	295
	stalnost (%)	97	96	89	77	5	31	81	57	95

se srednji vertikalni domet procjenjuje na oko 500 m, što je također slično danima SSW'. Azimut je na svim visinama danima u tablici 13 bliži SSW smjeru zdolca nego SW smjeru zmorca, što je potvrda veoma slabog utjecaja zmorca u danima SSW₋₃. Na 1500 m jest povratna NE struja. Prevladavajući jugozapadnjak u 14^h u Sutivanu i Sinju u danima SSW₋₃ ne može biti kontinentalni SW zmorac, već je to u Sutivanu zdolac prema Mosoru, a u Sinju zdolac prema Dinari. Ti rijetki i slabi dnevni vjetrovi identificirani su pomoću odnosa čestina za travanj i listopad, dnevnog i godišnjeg hoda čestina te geografskih odlika. Prema očekivanju, etezije na Lastovu uopće nisu došle do izražaja.

Prema termičkim i baričkim kontrastima te prema odlikama vjetra na Marjanu i Lastovu u danima SSW₋₃ dobio se izraženiji i čistiji zdolac na Marjanu nego u danima SSW i SSW' iz prvog odabira. Dani SSW₋₃ sličniji su danima SSW' nego danima SSW.

U danima SW₁ na Marjanu prevladava zmorac. Na to upućuju: pozitivne razlike temperature zraka Knin-Hvar i negativna srednja razlika tlaka zraka Knin-Hvar u 14^h (tab. 12), te u 13^h povećan modul, maksimalni modul na 300 m, pretežno SW smjeru blizak azimut i srednji vertikalni domet od oko 900 m (tab. 13). U danima SW₁ pri tlu je modul veći nego u ostalim danima drugog odabira. To je posljedica međusobnog jačanja zmorca i zdolca

na manjim visinama u prijelaznim uvjetima. Na međusobno jačanje zmorca i zdolca upozorava i Makjanić (1958). Utjecaj zdolca iz SSW smjera na manjim visinama odrazio se i smanjenjem azimuta pri tlu i na 200 m. Na 1500 m pojavljuje se povratna NE struja. U 14^h u Sutivanu i Sinju prevladava kontinentalni SW zmorac, a na Lastovu uz etezije poticajne za zmorac ima i drugih jačih sjeverozapadnih vjetrova.

U najčešćim danima SW₂ zmorac je na Marjanu u prosjeku najbolje razvijen. Kontrasti temperature i tlaka zraka u 14^h između Knina i Hvara povoljniji su za zmorac nego u danima SW₁ (tab. 12). U 13^h azimut je blizak smjeru zmorca SW, modul je povećan, maksimalni je modul veći nego u danima SW₁ i nalazi se čak na 500 m, a i srednji vertikalni domet povećan je na oko 1000 m (tab. 13). Na 1500 m i na Lastovu prevladavaju etezije povoljne za zmorac. U Sutivanu i Sinju kontinentalni je SW zmorac prosječno bolje razvijen nego u danima SW₁. Dani SW₂ slični su danima SW iz prvog odabira.

U danima SW₄, kada su kontrasti temperature i tlaka zraka u 14^h između Knina i Hvara najpovoljniji za zmorac, u 13^h na Marjanu su moduli na 200–500 m i srednji vertikalni domet zmorca (oko 800 m) manji nego u danima SW₁ i SW₂. U odnosu na dane SW₂ moduli su u sloju zmorca jače smanjeni na većim visinama. Razlog je pojačan vjetar na visini,

koji ometa obalnu cirkulaciju. Pojačani termički i barički kontrasti održavaju obalnu cirkulaciju pri tom nepovoljnom visinskom vjetru. To je slično kao i u danima SW u travnju. U danima SW₄ na 1500 m skalarni srednjak brzine iznosi 4.9 ms⁻¹, tj. veći je nego u ostalim danima drugog odabira i gotovo je isti kao u danima SW u travnju. Na 1000 i 1500 m prevladava NE protustruja. U 14^h u Sutivanu i Sinju jest kontinentalni SW zmorac, a na Lastovu pušu za zmorac poticajne etezije.

Tlak zraka na razini mora u Hvaru u danima SSW₃ sa zdocem u srednjaku je niži u 7^h nego u 21^h. Međutim, u danima sa zmorcem SW₁, SW₂ i SW₄ u 21^h niži je nego u 7^h. Na postaji Split aerodrom u danima sa zdocem SSW₃ zbroj čestina svih rodova oblaka veći je u intervalu 7–9^h nego u intervalu 19–21^h; suprotno je u danima sa zmorcem SW₂ i SW₄. Sve to, kao i pojačan visinski vjetar u danima SW₄, objašnjava redosljed poremećenje–zdoc–zmorac–poremećenje.

Prema tablicama 9 i 13 zdoc se na Marjanu javlja na nižim visinama nego zmorac. Ipak, na nižim splitskim postajama zdoc je slabije razvijen, zbog jačeg utjecaja termičkog kontrasta kopno–more i zmorca. Dakle, prema dostupnim podacima zdoc je u Splitu najizraženiji u sloju 50–300 m, tj. često se tanji sloj zdoca uvlači u deblji sloj zmorca.

Iznad zmorca su prema tablicama 9 i 13 NE protustruja ili etezije. Granica između zmorca i etezija većinom se jasno ističe manjim modulom i manjom stalnošću.

Dani iz drugog odabira potvrđuju zmorac iz SW smjera i zdoc iz SSW smjera na Marjanu, te osjetno veću brzinu i veći vertikalni domet zmorca nego zdoca, što upućuje i na veći horizontalni domet zmorca.

Srednje razlike temperature i tlaka zraka u tablici 12 su prema očekivanju u 7^h mnogo povoljnije za kopnenjak na Marjanu nego u 21^h.

Makjanić (1958) je uočio dva tipa hodografa vjetra na Marjanu u danima s dnevnim vjetrovima. U tipu O hodograf ima oblik blago razvučene, a u tipu I oblik jače razvučene elipse. Autor ne daje tumačenje tih hodografa, ali spominje da bi to moglo biti u vezi sa stabilnošću zračne mase.

Objašnjenje tih hodografa daju ove činjenice:

- razlike između tipa O i tipa I uglavnom se odnose na danje termine,

- za 16^h do visine 600 m tip O ima veće brzine i veći azimut nego tip I, tj. tip O je bliži odlikama zmorca,
- Makjanić daje primjer za tip O iz kolovoza, kada prevladava zmorac, a za tip I iz listopada, kada prevladava zdoc,
- tip O nije osjetno jače izražen u danima SW ili SSW ili SSW'. Isto vrijedi i za tip I.

Prema tim činjenicama u tipu O prevladava neporemećen zmorac ili zdoc sa svim fazama razvoja, a u tipu I zmorac ili zdoc s poteškoćama u razvoju te je izraženija maksimalna faza razvoja. Ipak, u tipu O blago prevladava zmorac a u tipu I zdoc, jer su u razvoju zdoca poteškoće češće. Naime, Marjan je u području jačeg utjecaja većeg zmorca, a više na periferiji manjeg zdoca. Osim toga, poremećenje je češće u danima sa zdocem.

4.3 Treći odabir dana sa zdocem

Cilj trećeg odabira jest potvrditi rjeđe pojavljivanje zmorca u danima sa zdocem u drugoj polovici kolovoza. Treći odabir odnosi se na čitav srpanj i na čitav rujnu. Ostali uvjeti za dane sa zdocem analogni su onima u drugom odabiru. U srpnju ima 11, a u rujnu 23 odabranih dana sa zdocem na Marjanu.

U danima sa zdocem na Marjanu srednje razlike temperature zraka Knin–Hvar za 14^h u srpnju (–2.0°C) i rujnu (–1.1°C) izrazito su veće nego u drugoj polovici kolovoza (–2.8°C), dok su analogne srednje razlike tlaka zraka u srpnju (–0.3 hPa) i rujnu (–1.0 hPa) negativne i dakako manje nego u drugoj polovici kolovoza (0.1 hPa). Sve te razlike ukazuju na očekivanu veću sklonost k zmorcu u danima sa zdocem u srpnju i rujnu nego u drugoj polovici kolovoza.

5. ANALIZA DANA S PROTUZGORCEM NA MARJANU

5.1 Odabir dana

Prema tablicama 3 i 4 te slici 3 na Marjanu se noću javlja jugozapadni protuzgorac. Stoga je upitna Makjanićeva pretpostavka o zmorcu SW smjera na Marjanu u 21^h. Više informacija o tome daju dani SW₂₁.

Dani SW₂₁ u mjesecima travanj–listopad iz razdoblja 1958–1998, uvjetovanog raspoloživ-

vošću anemografskih podataka postaje Marjan, zadovoljavaju ove uvjete na toj postaji:

- N. Naoblaka u 7 i 21^h jest 0 desetina, a u 14^h jest 0–4 desetine.
- O. Smjer vjetra u 14 i 21^h jest SSW, SW ili WSW.
- P. Raspoložive su sve satne vrijednosti prevladavajućeg smjera i srednje brzine vjetra prema anemografu za 0–24^h i za 0–6^h narednog jutra.
- R. Srednja brzina vjetra prema anemografu u jednosatnim intervalima između 11 i 17^h nije veća od 6.0 ms⁻¹, a između 0 i 11^h, 17 i 24^h te 0 i 6^h narednog jutra nije veća od 4.0 ms⁻¹.
- S. U intervalu 20–21^h prevladavajući smjer vjetra prema anemografu jest SSW, SW ili WSW.

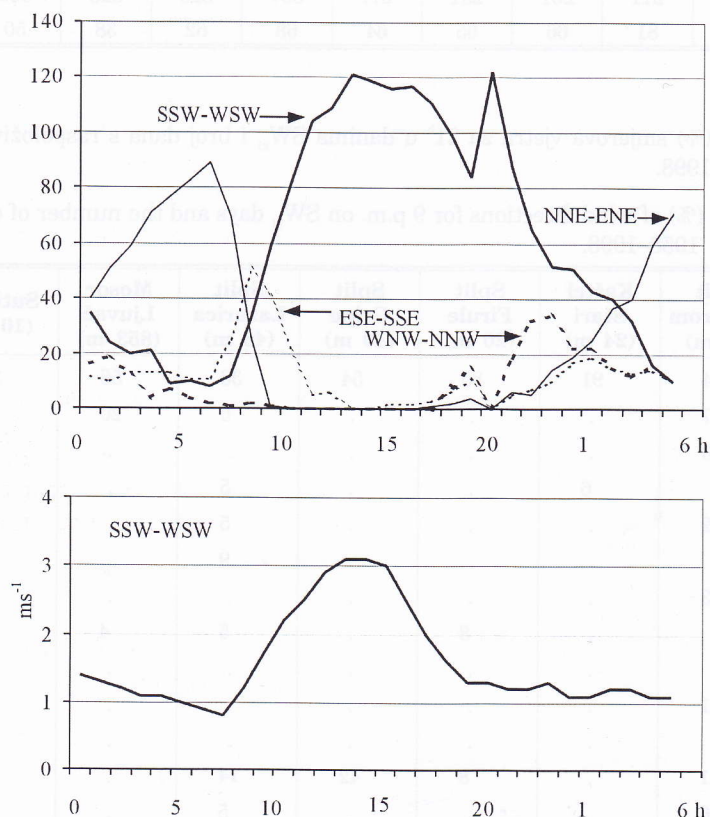
Zbog uvjeta N–S u danima SW₂₁ na Marjanu je jako danje zagrijavanje i noćno hlađenje,

čest je zmorac ili zdolac, brzina vjetra slaba je ili umjerena, a oko 21^h puše jugozapadni vjetar. Dana SW₂₁ ima 122 a najviše u kolovozu (37).

5.2 Temperaturne razlike

Razlika temperature zraka Knin–Hvar pri zmorcu na Marjanu je pozitivna i povećana. Međutim, u danima SW₂₁ srednja razlika temperature zraka Knin–Hvar za 21^h iznosi samo –0.9°C, tj. negativna je i čak je manja za 0.2°C nego za 21^h u danima SW. To je znak da jugozapadnjak u 21^h na Marjanu u danima SW₂₁ nije zmorac.

Na isto ukazuje i srednja razlika između temperature zraka na Marjanu i temperature mora u Splitu za 21^h u danima SW₂₁. Ta razlika iznosi samo 1.2°C, tj. čak je manja za 0.5°C nego za 21^h u danima SW.



Slika 4. Dnevni hod apsolutne čestine za četiri grupe smjerova vjetra i srednji dnevni hod brzine smjerova vjetra SSW, SW i WSW, dani SW₂₁, Marjan, 1958–1998.

Figure 4. Diurnal course of absolute frequency for the four groups of wind directions and mean diurnal course of the SSW, SW and WSW wind directions speed, SW₂₁ days, Marjan, 1958–1998.

5.3 Vjetar na Marjanu

Kad bi jugozapadnjak oko 21^h na Marjanu u danima SW₂₁ bio zmorac, njegova bi se čestina i brzina tada naglo približavale nuli. Prema slici 4 poslije 21^h čestina se smjerova SSW, SW i WSW smanjuje, a raste čestina smjerova tromijeg kopnenjaka NNE, NE i ENE. Ipak, do 3^h narednog jutra još uvijek su smjerovi SSW–WSW najčešći. Osim toga, srednja brzina smjerova SSW–WSW od 20 do 6^h narednog jutra veoma sporo opada.

I na početku dana SW₂₁ slično se mijenjaju čestina i brzina smjerova SSW–WSW te čestina

smjerova NNE–ENE. U tom razdoblju smjerovi SSW–WSW postižu minimalnu čestinu prije smjerova kopnenjaka NNE–ENE.

Sve te odlike čestine i brzine smjerova SSW–WSW na slici 4 pokazuju da ti smjerovi u danima SW₂₁ tijekom noći pripadaju noćnom vjetru dnevne periodičke cirkulacije, koji je manje trom nego kopnenjak, te se brže uspostavlja i brže iščezava. Očito pripadaju protuzgorcu.

Izrazit šiljak čestine smjerova SSW–WSW oko 21^h u danima SW₂₁ na slici 4 pokazuje da je protuzgorac nestalan vjetar.

Tablica 14. Vektorski srednjak vjetra za 19^h iznad Marjana u danima SW₂₁, travanj–listopad, 1980–1991.

Table 14. Mean wind vector for 7 p.m. above Marjan on SW₂₁ days, April–October, 1980–1991.

veličina	nadmorska visina (m)								
	tlo	200	300	500	1000	1500	2000	2500	3000
modul (ms ⁻¹)	1.2	1.4	1.7	1.8	2.6	2.6	1.5	2.2	2.7
azimut (°)	211	231	251	277	307	320	323	306	296
stalnost (%)	81	66	65	64	68	62	38	50	59

Tablica 15. Čestina (%) smjerova vjetra za 21^h u danima SW₂₁ i broj dana s raspoloživim podacima, travanj–listopad, 1958–1998.

Table 15. Frequency (%) of wind directions for 9 p.m. on SW₂₁ days and the number of days with available data, April–October, 1958–1998.

smjer vjetra	Split aerodrom (21 m)	Kaštel Stari (24 m)	Split Firule (20 m)	Split Gripe (40 m)	Split Lazarica (46 m)	Mosor Ljuvač (853 m)	Sutivan (10 m)	Sinj (308 m)
C	44	91	85	54	36	56	20	90
N	7	.	.	.	5	20	.	2
NNE	3	.	.	.	.	.	.	.
NE	.	6	.	.	5	.	1	.
ENE	2	.	.	.	5	.	.	1
E	.	.	.	.	9	.	.	.
ESE	3	.	.	.	.	.	1	.
SE	.	.	8	.	5	4	2	.
SSE	.	.	.	.	.	.	2	.
S	1	.	.	.	.	.	12	1
SSW	.	.	.	.	.	.	8	.
SW	1	.	8	42	14	.	49	1
WSW	6	.	.	.	5	.	3	.
W	4	.	.	4	18	.	.	1
WNW	8	.	.	.	.	.	1	.
NW	12	3	.	.	.	20	1	4
NNW	7	.	.	.	.	.	.	.
broj dana	96	34	13	24	22	25	122	122

5.4 Vjetar na visini

Odlike vjetra na visini krajem dana SW₂₁ pokazuju raspoloživi pilotbalonski podaci Marjana za 19^h u 25 tih dana iz razdoblja 1980–1991.

U danima SW₂₁ u 19^h najveći modul jugozapadnjak ima na 300 m, što pokazuje da u njemu prevladava tromiji zmorac (tab. 14); naravno, osjetno je slabiji nego u 13^h. Manje tromi zdolac vjerojatno je već iščezao. Na 500 m i iznad prevladavaju etezije, što je također potvrda zmorca u nižim slojevima.

Jugozapadnjak na Marjanu u 21^h dana SW₂₁ prema tablici 14 nije dakle ni dio opće jugozapadne struje. To je još jedna potvrda da je taj jugozapadnjak protuzgorac.

5.5 Vjetar na užem splitskom području

Tablica 15 prikazuje situaciju na užem splitskom području za 21^h u danima SW₂₁. Na postaji Split aerodrom prevladavaju tišina i lokalni NW kopnenjak, a u Kaštel Starom tišina i znatno rjeđe kontinentalni NE kopnenjak. Za postaju Split Firule raspolaže se malim brojem podataka; među njima najčešća je tišina. Na povišenoj postaji Split Gripe prevladavaju tišina i SW protuzgorac, a na povišenoj postaji Split Lazarica tišina i WSW protuzgorac. Čestina smjera WSW neopravdano je smanjena na toj postaji zbog podcjenjivanja troslovnih smjerova vjetra (DD = -68 za sve podatke o smjeru vjetra te postaje). Na visinskoj postaji Mosor Ljuvač čestinom se ističu tišina i etezije. U Sutivanu su najčešći brački SW kopnenjak i/ili SW gorski vjetar, dok u Sinju prevladavaju tišina i znatno rjeđe NW gorski vjetar niz Cetinu.

Navedene činjenice pokazuju da je u danima SW₂₁ na užem splitskom području u 21^h već prisutna noćna situacija, što ide u prilog tvrdnji da je istovremeni jugozapadnjak na Marjanu protuzgorac.

6. ZAKLJUČCI

Pažljivim odabirom dobili su se dani u kojima na Marjanu prevladavaju zmorac, zdolac, kopnenjak i protuzgorac. Analiza tih dana pokazuje brojne odlike obalne i planinske cirkulacije. U različito definiranim danima zmorac

ima slične odlike. Isto vrijedi i za zdolac, kopnenjak i protuzgorac. To je potvrda da su odabrani dani dobra osnova za proučavanje tih vjetrova na Marjanu.

Na Marjanu zmorac pripada većem i tromijem sustavu nego zdolac. Zmorac se javlja u neporemećenim danima, a zdolac u danima koji nisu sasvim neporemećeni. Etezijske povoljno utječu na zmorac, a pojačan vjetar na visini nepovoljno. Slabi topli južni vjetrovi jačine 1 Bf povoljni su za zdolac.

Zmorac i zdolac na Marjanu često se pojavljuju istodobno, i to tako da se tanji sloj zdozca uvlači u deblji sloj zmorca. Međutim, ako je aktivan neki čimbenik s različitim učinkom na zmorac i zdolac, na Marjanu može prevladati jedan od tih dvaju dnevnih vjetrova.

Zbog nepovoljnijih posljedica vremenskog poremećenja za zmorac nego za zdolac često se na Marjanu uspostavlja redosljed poremećenje–zdolac–zmorac–poremećenje.

Obalna cirkulacija javlja se na svim postajama u Splitu, a planinska na povišenim.

Posebna poteškoća u ovom radu bila je sličnost smjera zmorca i zdozca, ali i nepreciznost smjera na postaji Marjan. Nepreciznost smjera osjetno slabi jasnoću odlika različitih dnevnih vjetrova na Marjanu i drugim postajama.

Zahvala: Zahvaljujem dr. Branki Penzar na podršci i brojnim korisnim savjetima. Pomorskom meteorološkom centru u Splitu i Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu zahvaljujem na podacima temperature mora. Hvala također dipl.inž. Tanji Likso i dipl.inž. Andriji Brataniću za pripomoć u opremi rada.

7. LITERATURA

- Atkinson, B. W., 1981: Meso-scale atmospheric circulations. Academic Press, London, 495 str.
- Lukšić, I., 1968: Zmorac i kopnenjak u Sutivanu na otoku Braču. *Hidrografski godišnjak 1967*, Split, 125–136.
- Lukšić, I., 1979: Lokalni vjetrovi i problem zagađenja u Sutivanu na otoku Braču. *Druga konferencija o zaštiti Jadrana, Zbornik refe-*

- rata (*druga knjiga*), Hvar, 151–159.
- Lukšić, I., 1986: Kontrola klimatoloških podataka u fazi osnovne obrade u SR Hrvatskoj. Prikazi, RHMZ SRH, 1, Zagreb, 50 str.
- 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., 1997: Identifikacija zdozca na brdovitoj hrvatskoj obali Jadrana. *Hrvatski meteorološki časopis*, 32, Zagreb, 13–25.
- Lukšić, I., 1998: Zmorac, kopnenjak i naoblaka u Kaštelima. *Zbornik Kaštela kolijevka Hrvatske*, Kaštela, 274–281.
- Makjanić, B., 1958: Obalni sistem cirkulacije u dnevnom periodu. *Doktorska disertacija*, PMF, Sveučilište u Zagrebu, 146 str.
- Marki, E., 1950: Vrijeme. Split, 175 str.
- Penzar, B., 1968: Neke osobine tipova vremena na Jadranu. *Hidrografski godišnjak 1967*, Split, 99–124.
- 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.
- Stipaničić, V., 1977: Temperature zraka i mora u primorju istočne obale Jadrana. *Hidrografski godišnjak 1975*, Split, 57–65.