

VRLO JAKI I OLUJNI VJETROVI NA JADRANU

GALE AND STORM WINDS IN THE ADRIATIC

D. Poje i G. Hrabak-Tumpa

Republički hidrometeorološki zavod SRH, Zagreb

U radu su najprije prikazani rezultati dosadašnjih istraživanja vrlo jakih i olujnih vjetrova na Jadranu. U drugom dijelu iznose se rezultati ispitivanja dvadesetgodišnjeg niza opažanja takvih vjetrova na klimatološkim stanicama, brodovima i svjetionicima. Za ukupno 27 kvadranata prikazane su ruže vjetrova za vrlo jake i olujne vjetrove, koje pokazuju značajne razlike između obalnog i otvorenog mora te sjevernog i južnog dijela Jadrana. Utvrđena su i područja dosad najjačih registriranih vjetrova, te najveće brzine registrirane anemografima (Bakar 53,2 m/s).

Na kraju su dane i teoretske maksimalne brzine vjetrova na Jadranu, proračunate po metodi Jenkinsona, za povratno razdoblje od 50 godina.

In the first part the results of the past investigations of the gale and storm winds in the Adriatic are presented. The second part of the work outlines the results of the 20-year of the observations of gale and storm winds in the Adriatic basin in the form of wind roses in 27 quadrants. The table with highest wind velocities recorded till now at anemograph stations is also presented.

The assesment of maximal wind velocities, which could be expected in the Adriatic area, based on the theory of Jenkinson, for 50-year return period, is finally given.

1. UVOD

Veoma značajni element klimatskih prilika Jadranskog bazena je vjetrovni režim. Za neke grane ljudske aktivnosti od posebne je važnosti poznavanje režima vrlo jakih i olujnih vjetrova, koji se pojavljuju u bazenu Jadranskog mora, ne samo u priobalju već i na otvorenom moru. To se prije svega odnosi na promet, projektiranje pojedinih objekata a i na procese uvjetovane jakim vjetrovnim valovima (stvaranje visokih valova, promješavanje akvatorija, prijenosa tvari površinskim vjetrovima i dr.).

U dosadašnjim istraživanjima klimatskih prilika Jadranskog mora nije bilo sustavnog i cjelovitog pristupa u proučavanju onog dijela vjetrovnog režima, koji se odnosi na veoma jake vjetrove. Osnovni razlog tome je zacijelo nepostojanje publiciranih podataka o vjetru naših otočnih i obalnih stanica, te

podataka o vjetru sa brodova. Smatramo uputnim da uvodno, ukratko prikazemo osnovne rezultate publiciranih istraživanja vrlo jakih i olujnih vjetrova na Jadranu provedenih kod nas i u svijetu, koliko nam je to do sada poznato.

L. Kleščenko (1970.) u opširnom prikazu karakteristika oluja na Sredozemlju izvodi, analizirajući prizemne vremenske karte iz 15- godišnjeg razdoblja (1954—1968), osobine gradijentnog vjetra za slučajeve kad je na taj način dobivena indirektna ocjena brzine vjetra premašivala vrijednost od 15 m/s (7 bof.). U prikazu je Jadranski bazen podjeljen na sjeverni i južni dio, granica kojih leži negdje na liniji Šibenik — Pescara. Osnovni je podatak da se vjetrovi jačine 7 bofora ili više javljaju oko 3 puta godišnje s tim da ih u razdoblju od svibnja do listopada praktički i nema. Dana je i razdioba pojedinih smjerova tih vjetrova (po ruži od 8 smjerova) iz koje proizlazi da je na sjevernom dijelu najčešća bura (u 35% svih slučajeva takvih vjetrova), a na južnom dijelu široko (SE vjetar) i to u 29% slučajeva. Vjetrovi takve jačine iz N i NW smjera uopće se ne pojavljuju na Jadranu. Na sjevernom dijelu Jadrana vjetrovi brzine 15 m/s ili više bez obzira na smjer traju u prosjeku 14 sati (najdulje 60 sati — bura), a na južnom dijelu 12 sati (najdulje 36 sati iz E i SE smjera).

Isti autor (1970.) istražio je i ekstremne brzine vjetra na Sredozemlju, također izvođeci brzinu vjetra iz gradijenta tlaka i iz razdoblja od 24 godine (1948—1968) izabrao ukupno 170 najjačih oluja. Na temelju sinoptičkih karata u četiri termina nađene su najveće brzine vjetra, koje su opažene jednom u 24 godine. Tako su za sjeverni i srednji dio Jadrana nađene vrijednosti od 32 m/s sjeveroistočnog vjetra, te 34 m/s za južni dio Jadrana istog smjera. Promatrane oluje imale su trajanje od bar 12 sati a valja istaći da pojedina kratkotrajna pojačanja vjetra mogu doseći i veće vrijednosti od naprijed spomenutih. Interesantno je spomenuti da na Jadranu i SE vjetrovi mogu doseći brzine do 30 m/s.

U djelu »Klimatologie des Mittelmeeres« (1971.) dani su grafički prikazi čestina pojedinih jačina vjetra za tri sektora Jadrana po mjesecima. U ovim prikazima je uočljiv godišnji hod jakog vjetra (6-7 bofora) i olujnog vjetra (8-12 bofora). Podaci se odnose na područje od po 2 stupnja širine i dužine i smješteni su u sjevernom, srednjem i južnom Jadranu (Otrantska vrata). Razlike u učestalosti jakih vjetrova između pojedinih izabranih područja Jadrana su znatne. Prikaz je samo gruba ilustracija režima vrlo jakih vjetrova na Jadranu.

Napomenimo, da je T. Tabain (1974.) na osnovu mjerenja na platformi PANON proračunao po Gumbelovoj razdiobi za kvadrant na otvorenom moru južno od Pule ($\varphi = 44^\circ - 44^\circ 30' \text{ N}$ i $\lambda = 13^\circ 30' - 14^\circ 30' \text{ E}$) za povratni period od 50 godina maksimalnu brzinu za 2-sekundni udar od 46 m/s.

U djelu »Geografija SR Hrvatske«, navode se dosta općeniti podaci o pojavi juga i bure na Jadranu, bez daljnjih informacija o jakim vjetrovima. U V svesku T. Šegota (1975.) navodi da je zimi bura dominantan vjetar u Senju i Rijeci, gdje doseže orkansku jačinu, te da njena brzina naglo opada prema zapadu, tako da je u Lošnju i Puli mnogo slabija nego li na području planina na istočnoj obali Kvarnerskog primorja. Bura može zimi onemogućiti promet na moru. U VI svesku istog djela M. Friganović (1974.) spominje da na srednjodalmatinskim otocima jaki vjetrovi jačine ≥ 6 bofora pušu 30 dana u godini.

U Pomorskoj enciklopediji B. Makjanić (1976.) navodi ukratko mjesta gdje se pojavljuje jaka bura uz obalu: Trst, Rijeka, Senj, Split, Vrulja, kao i podatak da je u 20 god. razdoblju u Senju anemografom registrirana najveća brzina od 45.5 m/s, odnosno najveći satni srednjak brzine vjetra bure od 28.9 m/s (104 km/h). Kao najveći poznati satni srednjak brzine vjetra navodi vrijednost od 115 km/h izmjeren u Trstu 1896. godine. Značajan je i podatak da olujna bura općenito traje najviše do dva dana.

Spektre horizontalnih komponenata brzine vjetra ispitivao je T. Tabain (1976.) na visini od 12 m na južnom Jadranu za različite dužine trajanja.

U poznatom dijelu M. Yoshina (1976.) daje se među inim i dosta iscrpan pregled popratnih manifestacija jake bure kao i lokacija, gdje se javlja takav vjetar (obalno i otočno područje). Yoshino navodi da na sjeveru bura najjače zahvaća Senj, te područje do otoka Krka i Lošinja. Najjaća bura prema njegovim istraživanjama zahvaća područje do 50—60 km od obale. Dalje prema jugu, bura pojavljuje se samo na ograničenim područjima oko Zadra.

U novijem dijelu »Klima und Wetter im Mittelmeer« (1977.), također u izdanju Hidrografskog instituta u Hamburgu, daju se iscrpniji tekstualni prikazi režima jakih (6 do 7 bofora) i olujnih (≥ 8 bofora) vjetrova na Sredozemlju. U prikazu se ističe da se olujni vjetrovi pojavljuju u siječnju na našoj obali Jadran sa više od 5% učestalosti, sa maksimumom od 15% u veljači pred dalmatinskom obalom. Jake oluje (10 i 11 bofora) pojavljuju se zimi i u proljeće na južnom Jadranu, dok orkanski vjetrovi (12 bofora) na Jadranu uopće nisu zabilježeni, iako se ne isključuju. Za buru se navodi da se iznenada pojavljuje, te da se u slučaju kad se ovaj inače jaki i mahovit vjetar dodatno pojača katabatičkim mahovima, tada mogu nastupiti izvanredno žestoki mahovi vjetra (u Trstu je izmjereno 55 m/s).

U najnovijem djelu Hidrografskog instituta RM »Klimatološki atlas Jadranskog mora« (1979.) daju se po prvi puta ruže vjetra za osam glavnih smjerova i pripadne srednje jačine za svaki mjesec u godini i to za ukupno 20 kvadranta Jadranskog mora. Atlas je izrađen na temelju dugog niza opažanja vremena na brodovima (razdoblje 1949—1970. god.) te meteoroloških stanica na otocima i obali no i u njemu nigdje nisu posebno prikazani jaki vjetrovi na Jadranu. Izvjesnu informaciju (indirektnu) o jačini vjetrova, daju doduše i podaci o srednjim jačinama pojedinih smjerova vjetra, no taj podatak ne može bez prethodnog ispitivanja poslužiti i za obavještenje o jakim vjetrovima.

2. JAKI I OLUJNI VJETROVI NA JADRANU

U okviru znanstvenog projekta »Istraživanja vremena i klime SRH«, provedena su u Centru za meteorološka istraživanja Republičkog hidrometeorološkog zavoda SRH opsežna istraživanja režima vjetra na području SRH pa i čitavog Jadrana. Osnovno težište ovog istraživanja bili su podaci anemografskih stanica od bar 10 godina mjerenja, te opažanja smjera i brzine vjetra klimatoloških stanica. Na području SRH koje obuhvaća Jadran, postoje anemografske registracije u Puli (aerodrom), Rijeci, Krku (aerodrom), M. Lošnju, Senju, Viru, Zadru, Šibeniku, Splitu, Lastovu, Palagruži i Dubrovniku od kojih samo neke stanice imaju nizove dulje od 10 godina. S druge strane redovna opaža-

nja vjetra na klimatološkim stanicama provode se samo u klimatološkim terminima odnosno bilježi se i pojava jakih i olujnih vjetrova, tokom čitavog dana. O pouzdanosti ovih opažanja teško je općenito govoriti, no vrijedi činjenica da njima nisu obuhvaćeni svi slučajevi pojave takvih vjetrova, pogotovo kad su oni bili samo tokom noći. S druge strane ne može se ni za sve klimatološke stanice tvrditi da su reprezentativne za šire područje, pogotovo one koje su na obalnom području, gdje su topografski uvjeti pogodni za nastajanje jakih vjetrova, mjenjaju i na manjim udaljenostima. U ovom radu uzete su u obzir samo one stanice, koje su imale raspoloživ niz od 20 godina opažanja (1960—1979. god.).

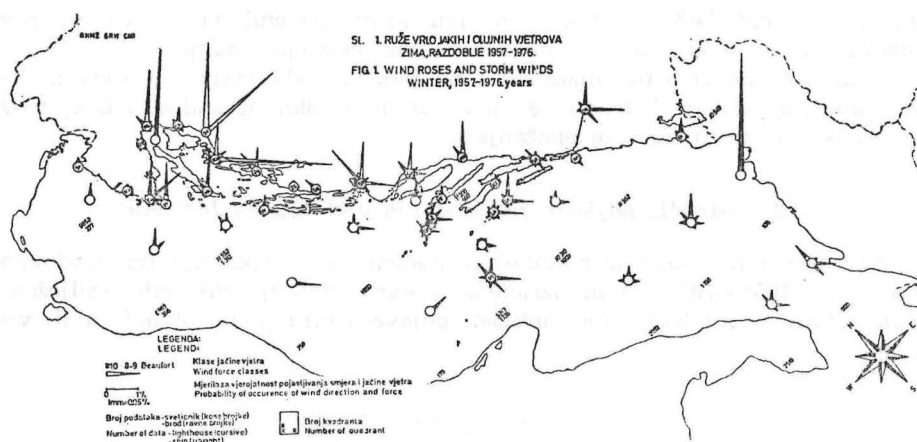
Opažanja vjetra sa naših brodova predstavljaju značajan izvor informacija o režimu vrlo jakih vjetrova na Jadranu. Iako opažanja brodova nisu uvijek redovna, a ni brodovi u pravilu nisu snabdjeveni instrumentima za mjerenje smjera i brzine vjetra, ipak se na temelju velikog broja podataka iz raznih termina može dobiti osnovni uvid i o jakim vjetrovima na Jadranu. Jadran je podijeljen na ukupno 27 kvadranta od po jedan stupanj širine odnosno dužine, redni brojevi kojih idu od kranjeg sjevera (br. 1 — Venecijanski zaljev) do Otrantskih vrata (br. 27). Zbog prevladavajućih smjerova ruta brodova na Jadranu nisu, razumljivo, svi dijelovi Jadrana jednako brojčano pokriveni opažanjima, pa u ovom istraživanju nisu obuhvaćeni oni kvadranti u kojima nema u promatranom razdoblju barem 50 opažanja. Valja napomenuti da su zbog izloženog položaja i redovitosti opažanja razmatrani i podaci svjetionika, iako se oni često nalaze i na rubu pojedinog kvadranta. Time se broj podataka u nekim kvadrantima povećao za pojedine sezone na preko 10000 za ukupno 20 godina (1957—1976. god.), što nesumljivo predstavlja statistički značajan skup podataka za ocjenu režima vjetra.

2.1. Ruže vrlo jakih i olujnih vjetrova

Jedan od mogućih načina prikazivanja režima jakih vjetrova jesu i ruže vrlo jakih i olujnih vjetrova (8, 9, 10 i više bofora). Ovdje ćemo ih prikazati samo za zimsko razdoblje na temelju podataka iz perioda 1957—1976. godine.

Sjeverni Jadran (sl. 1). Na zapadnoj obali Istre i pripadnom moru pojava vrlo jakih vjetrova je izuzetno rijetka (vjerojatnost od nekoliko promila) i to uglavnom iz NE smjera. Sudeći prema opažanju stanica Savurdije i Rovinja inače poznata bura u tržčanskom zaljevu ne doseže na istarskoj obali nikada jačinu veću od 8—9 bofora. Dalje prema najjužnijem dijelu Istarskog poluotoka i rubnim otocima može bura izuzetno rijetko doseći i jačinu od 10 bofora. U Puli i na svjetioniku Porer, zabilježeni su i slučajevi istočnog vjetra jačine od 10 bofora, no ne i dalje na otvorenom moru. Na otvorenom moru (kvadrant br. 5) mogu se pojaviti vrlo jaki vjetrovi samo iz NE i E smjera no i to izuzetno rijetko, najvjerojatnije ne dalje do nekoliko desetaka kilometara od obale.

Na području Kvarnera vrlo jaki vjetrovi su praktički samo iz NE smjera, a vjerojatnost pojavljivanja može im doseći čak i do 3‰ (prosječno jednom mjesečno zimi!). U riječkom zaljevu u izuzetnim slučajevima bura može imati i jačinu od 10 bofora i više, no tu već i na malim razmacima postoje velike razlike u čestini pojavljivanja i jačini. Područje jake bure najizraženije je

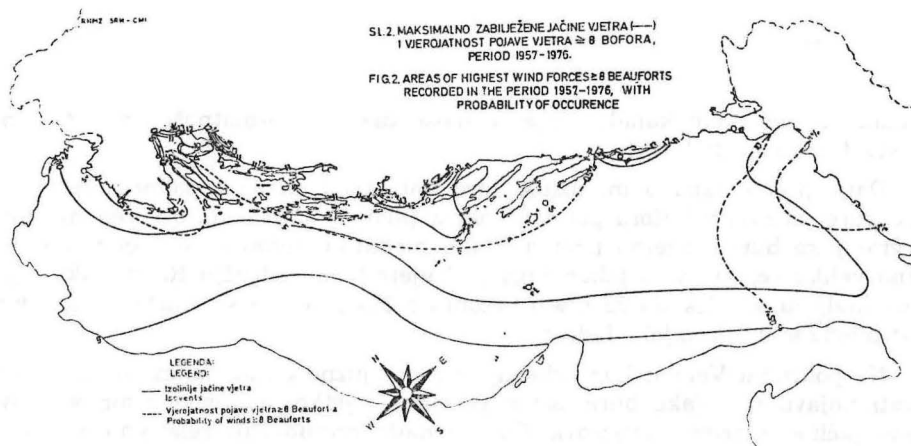


tom otoku usred Jadrana, dok za pojavu samo istočnih vrlo jakih vjetrova zapadno od tog otoka za sada ne vidimo logičnog opravdanja.

Smatramo od značaja upozoriti i na pojavu vrlo jakih vjetrova iz NW kvadranta na južnom Jadranu, te na relativno visoku učestalost NE vjetrova uz albansku obalu (mali broj opažanja!).

2.2. Područja najjačih registriranih vjetrova na Jadranu

Na osnovu podataka klimatoloških stanica kao i opažanja na brodovima u razdoblju 1956—1975. godine izrađena je karta izolinija najvećih zabilježenih jačina udara vjetra kao i vjerojatnosti pojave vjetra jačine 8 bofora ili više (sl. 2).



U ovom radu prikazana karta odnosi se na zimsko razdoblje i predstavlja svakako ekstremne uvjete i za čitavu godinu. Imajući u vidu da postojeći raspored stanica na našoj obali i otocima ne može dati uvid u detaljnu sliku režima vrlo jakih vjetrova na svakom lokalitetu, kako zbog relativno rijetke mreže stanice tako i zbog subjektivne ocjene razdiobe ekstremnih jačina vjetra od motritelja, treba ovaj prikaz prostorne razdiobe ekstremnih jačina vjetrova promatrati približnim no u sadašnjem momentu najpotpunijim. Valja napomenuti da su u karti uneseni i podaci anemografskih stanica, odnosno odgovarajuće jačine u boforima za izmjerene brzine vjetra (Pula, Rijeka, Rijeka — Martinčića, Senj, Karlobar, Zadar, Šibenik, Split, Lastovo, Palagruža i Dubrovnik (Čilipi i grad) (tabela 1). Pri tom valja imati na umu da su i za udare vjetra određene po anemografskim registracijama, uzete iste klase opsega brzina u m/s za pojedine jačine boforove ljestvice, kao da se radi o satnim odnosno desetminutnim srednjacima, što očito nije posve ispravno (Lawson, 1928.) no od strane Svjetske meteorološke organizacije to još nije definirano (WMO, 1974.).

Na otvorenom moru Jadrana mogu se očekivati jačine udara vjetra najviše do 11 bofora: intezitet najjačih vjetrova opada od istočne obale Jadrana prema zapadu. U obalnom području zapadne Istre može se uzeti da udari najjačih vje-

trova dosižu najviše 11 bofora, uz istočnu obalu Istre i u Kvarnerskom zaljevu 9—10 bofora. Na pojedinim lokalitetima, gdje visina prepreke, nagib terena i otvorenost prema moru omogućava slobodno kanalizirano strujanje bure mogu se očekivati najveće jačine čak i do 15 bofora, no naša je ocjena da su ta područja bofora praktički ne zahvaćaju prostore među otocima sjevernog Jadrana.

Tabela 1. Maksimalne brzine udara vjetra izmjerene na anemografskim stanicama

STANICA	RAZDOBLJE	brzina m/s
Pula — aerodrom	1968—1979	38,0
Pula — grad	1962—1968	36,1
Krk — aerodrom	1970—1979	41,0
Rijeka — Martinšćica	1969—1979	46,7
Bakar	1966—1976	53,2
Škrljevo	1955—1973	50,1
Senj	1960—1979	46,2
Karlobag	1966—1976	47,2
Vir (30 m)	1977—1979	42,5
Zadar — grad	1965—1969	32,8
Split — aerodrom	1966—1979	41,0
Split — Marjan	1960—1979	(56,0)
Dubrovnik — aerodrom	1963—1979	39,1
Dubrovnik — grad	1956—1964	45,0
Lastovo	1975—1978	36,2

Na području sjeverne i srednje Dalmacije ima također lokaliteta sa izuzetno jakim burom (Šibenik, Split, Vrulje i dr.) a čini se da je ovdje i proširen prostor prema otvorenom moru, kojeg mogu zahvaćati i olujni vjetrovi jačine čak do 11 bofora. Na području Dubrovnika odnosno Čilipa mogu se javljati vrlo jaki vjetrovi no njihovo je prostiranje prema otvorenom moru vrlo ograničeno. U svakom slučaju, sudeći prema registracijama anemografa i opažanjima na Palagruži, najveće jačine koje se mogu pojaviti na srednjem i južnom Jadranu ne prelaze 10 bofora.

Dodajmo da je vjerojatnost pojave vjetrova jačine od bar 8 bofora izuzetno mala i samo od vanjskog ruba Jadranskog otočja prema obali te na južnom Jadranu prema Otrantu može preći 0,5%.

Iako podaci najvećih registriranih udara vjetra na našoj obali nisu za sve stanice iz istog razdoblja, ipak dovoljno govore o intenzitetu kratkotrajnih udara bure na našoj obali. Valja posebno ukazati na visoke vrijednosti brzine udara bure u bakarskom zaljevu i njegovoj blizini koja čak premašuje registrirane vrijednosti u Senju. Podatke o najvećim udarima bure u Senju valja ipak primiti s rezervom obzirom na prekide i kvarove u radu anemografa. Analogno vrijedi i za maksimalni udar NE vjetrova od 56.0 m/s dne 30. 12. 1974. godine u Splitu na Marjanu, kad je registracija vjetra bila izvan dosega instrumenta (tada 40 m/s), pa se podatak od 56.0 m/s mora primiti s rezervom i najvjerojatnije je za 4—6 m/s niži. Sekundarni maksimum bio je na stanici Split — Marjan udar južnog vjetra a iznosio je 45.0 m/s dne 25. 8. 1964.

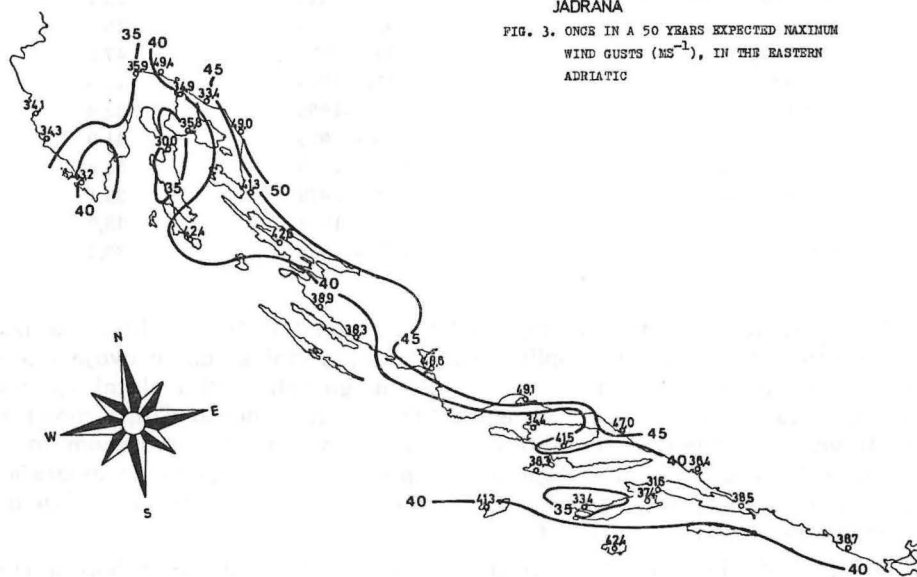
3. TEORETSKE MAKSIMALNE JAČINE VJETROVA NA JADRANU

Dugi nizovi opažanja jačine vjetra na klimatološkim i anemografskim stanicama na području Jadrana omogućavaju nam da i teoretski proračunamo maksimalne brzine odnosno jačine vjetra na tom prostoru. Na temelju podataka o jačinama vjetra kroz barem 20 godina opažanja (a za anemografe 15 godina) izračunate su na temelju teorije ekstrema Jenkinson-a (Makjanić, 1977.), maksimalni udari vjetra, koji se mogu pojaviti jednom u 5, 10, 25 i 50 godina. Ukupno su analizirani podaci 27 stanica, i ovdje će se prikazati samo rezultati koji se odnose na povratni period od 50 godina.

Na obalnom području Istre (sl. 3.) najveći udari bure malo prelaze 35 m/s, sa izuzetkom najjužnijeg dijela, gdje se mogu očekivati najveće brzine bure i do 43 m/s.

SL.3 OČEKIVANI MAKSIMALNI UDARI
VJETRA (ms^{-1}) KOJI SU MOGUĆI
JEDNOM U 50 GODINA NA PODRUČJU
JADRANA

FIG. 3. ONCE IN A 50 YEARS EXPECTED MAXIMUM
WIND GUSTS (ms^{-1}), IN THE EASTERN
ADRIATIC



Na području Kvarnerskog zaljeva maksimalne očekivane brzine u 50 godina kreću se između 30 i 36 m/s, a dalje prema jugu prema otocima Lošinj, Rabu i Pagu te brzine mogu doseći i vrijednosti do 43 m/s. To vrijedi i za područje Podvelebitskog mora prema jugu sve negdje do Starigrada.

Na području srednje i južne Dalmacije očituju se tri područja ekstremnih brzina: prvo područje uz obalu, koje na nekim lokalitetima pokazuje ekstremne vrijednosti udara bure i do blizu 50 m/s, drugo područje između srednje dalmatinskih otoka, gdje se sa izuzetkom južne obale otoka Brača samo ponegdje mogu očekivati brzine veće od 35–37 m/s, te treće područje prema otvorenom moru gdje brzine mogu nešto premašivati i 40 m/s. Osnovni faktor je ovdje zacijelo pojava juga, koje ima kao privjetrište goleme slobodne površine južnog Jadrana.

Kod razmatranja sl. 3 valja imati na umu i već na više mjesta istaknutu činjenicu da opažanja klimatoloških stanica imaju prirodna ograničenja svoje reprezentativnosti: to su u prvom redu utjecaji topografije neposrednog okoliša lokaliteta, zatim objektivne mogućnosti ispravne procjene jačine vjetra po Boforovoj ljestvici i konačno mogućnost da određena pojava izuzetno jakog vjetra uopće ne bude zabilježena zbog određenih subjektivnih ili objektivnih razloga u radu motritelja. Zahtjevalo bi iscrpnu i opširniju analizu da se ocjene granice svih ovih faktora, no zacijelo će proći još dosta vremena dok područje Jadrana bude na reprezentativnim točkama otoka i obale pokriveno anemografima.

ZAKLJUČAK

Na osnovu opsežnog materijala opažanja i registriranja vjetra na više desetaka mjernih lokacija na Jadranu kao i veoma velikog broja opažanja vjetra na brodovima kroz 20 godišnje razdoblje dobiveni su osnovni pokazatelji režima vrlo jakih i olujnih vjetrova na Jadranu. Ovi pokazatelji ukazuju na značajne razlike između pojedinih lokaliteta osobito uz obalu i mogu u cjelini biti podloge za osnovne proračune.

U okviru već uvodno spomenutog znanstvenog projekta posebno znanstvene teme »Režim vjetra na području SRH« iscrpno su ispitane i vjetrovne prilike na Jadranu. Dio tih istraživanja iznesen je u ovom radu, a cjeloviti prikaz tih istraživanja bit će prikazan u posebnoj publikaciji Republičkog hidrometeorološkog zavoda SRH.

LITERATURA

- Friganović, M. 1974. Srednja Dalmacija in Geografija SR Hrvatske, 5: Školska knjiga, Zagreb, pp. 140, 155, 167.
- Kleščenko, L. 1970 a. Nekatorie karakteristiki štormov Sredizemnog morja i aerosinoptičeskie uslovija ih voznikovenija. Naučno-isled. institut aeroklimatologii, Trudi, vip. 68, 87—99.
- Kleščenko, L. 1970 b. Ekstremalnie skorosti vetra i visoti voln v otdelnih rajonah Sredizemnog morja, ibid. 100—106.
- x: 1977. Klima und Wetter im Mittelmeer, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg 47—51.
- x: 1971. Klimatologie des Mittelmeeres, III Teil Deutscher Watterdienst, Hamburg, 224 p.
- x: 1979. Klimatološki atlas Jadranskog mora Hidrografski institut JRM Split, 79 p.
- Lawson, T. 1978. The wind content of the built environment. Journal of Ind. Aerodynamics, 3, 102.
- Makjanić, B. 1976. Jadransko more: klima in Pomorska enciklopedija, 3, 202.
- Makjanić, B. 1977. Primjena teorije ekstrema u geofizici. Rasprave i prikazi Rep. hidromet. zavoda SRH.
- Šegota, T. 1975. Opći prikaz: klima in Geografija SR Hrvatske, 5, Školska knjiga, Zagreb, 34.
- Tabain, T. 1976. Mjerenje vjetra, valova i pomorstvenih karakteristika m. b. DRAVA, in II Simpozij »Teorija i praksa brodogradnje, 246—263.
- Tabain, T. 1974. Teoretsko-empirička dugoročna prognoza vjetra, valovlja i morskih struja za područje Sjevernog Jadrana. Izvještaj Brodarskog instituta, Zagreb, 18.
- x: 1974. WMO Manual of codes, WMO, Ženeva, No. 306, I-F-1.
- Yoshino, M. 1976. Local wind bora. University of Tokio press, 290 p.

GALE AND STORM WINDS IN THE ADRIATIC

D. Poje and G. Hrabak-Tumpa

Hydrometeorological Institute of the SR Croatia, Zagreb

SUMMARY

In the first part a survey of the past investigations of gale and storm winds in the Adriatic is outlined. The second part of the work includes the analysis of the results of observations and measurements of gale and storm winds carried out at meteorological stations, lighthouses and ships in 20-year period (1957—1976). For each one degree wide quadrant the wind roses for gale and storm winds for winter season are described. The characteristics of wind regime of the northern Adriatic, where the bora wind is the predominant one and of the southern part of the Adriatic where the schiroco wind is the strongest one, are presented. Further the areas of the strongest observed winds are analysed and the values of highest winds recorded till now at anemograph locations discussed.

In the third part the assessment of the strongest winds which could occur once in a 50-year period in the Adriatic, based on the theory of extremes of JENKINSON, is outlined.