

ZALEĐIVANJE ISTOČNE OBALE JADRANA

Icing of the sea on the eastern Adriatic coast

BOŽENA VOLARIĆ¹, DAVOR NIKOLIĆ²

¹Geofizički zavod „ANDRIJA MOHORVIČIĆ“, Horvatovac 95, Zagreb

²Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb

davor.nikolic@cirrus.dhz.hr

Primljeno 17. veljače 2014., u konačnom obliku 1. srpnja 2014.

Sažetak: Ponekad se, tijekom ledenih zima uz jaku do olujnu buru, zalede pojedini dijelovi naše obale i mora u plićaku na sjevernom Jadranu. Ta vremenska pojava, iako je neobična za zemljopisne širine našega Jadrana, javlja se ponekad čak i na srednjem mu dijelu. U ovom se radu iznose svi nama poznati slučajevi zaleđivanja Jadrana pri buri, od početka 20. stoljeća. Slučajevi s foto zapisima nadopunjavani su meteorološkim podacima. Za sjeverni Jadran navodi se kao primjer senjska luka, zaleđena dana 12. veljače 1956., a za srednji Jadran svjetionik Svetog Petra u Makarskoj, zaleđen u noći 22./23. siječnja 1963., uz vrlo dojmive snimke s oba područja. Usporedbom klimatskih uvjeta diskutira se mogućnost zaleđivanja i južnog dijela Jadrana.

Pokazalo se da bura na oba područja (srednjem i južnom Jadranu) postiže jednaki intenzitet s maksimalnim udarom 45 m/s. Maksimalno neprekidno trajanje jake bure podjednako je na oba područja: 68 sati na srednjem Jadranu (Split), a na južnom 67 sati (Dubrovnik). Olujna bura je u Dubrovniku relativno rijedak događaj, osobito ljeti, što općenito vrijedi za cijeli Jadran, ali naročito za južni. Uz taj klimatski manjak, u radu se navodi i nepovoljnija morfologija južne obale Jadrana, što predstavlja još veću zapreku mogućem zaleđivanju i na tom dijelu naše obale.

Ključne riječi: sjeverni, srednji i južni Jadran, bura, zaleđivanje pri buri.

Summary: Sometimes, during very cold winters with strong and stormy bora wind, icing of the parts of the Croatian shore and shallow sea occurs on northern Adriatic. This phenomena, that is so unusual for Adriatic sea geographical latitudes, occurs occasionally also on mid Adriatic area. This paper reveals all authors known cases of the Adriatic icing during bora wind, from the beginning of the 20th century. Photo documented cases are supplemented with meteorological data. For northern Adriatic Senj port is example, that was iced on 12th of February 1956, and for middle Adriatic, the example is lighthouse Sveti Petar in Makarska that was iced in night between 22nd and 23rd of January 1963. Both locations are illustrated with impressive photos. Furthermore, ability for icing of the sea on southern Croatian Adriatic is discussed by comparing the climate conditions. Bora wind in both areas (middle and southern Adriatic) can reach equal intensity, with gust of 45 m/s. Maximum of continuous duration of strong bora wind is also equally in both areas: for mid Adriatic (Split) it is 68 hours, and for southern Adriatic (Dubrovnik) 67 hours. Meanwhile, the frequency of stormy bora in Dubrovnik is very small, specially in summer, that is generally worth for the whole Adriatic, specially for southern Adriatic. Along with that climatic characteristic, unfavourable orography for bura generation of that part of Croatian coast is discussed, that is also disadvantage of the icing in southern Adriatic.

Key words: northern, middle and southern Adriatic, bora, icing during bora wind

1. UVOD

Ponekad, za vrijeme velikih hladnoća pri orkanskoj buri mjestimice se zaleđi obala i more u plićaku na sjevernom Jadranu. Ta pojava je vrlo neobična za zemljopisne širine naše obale, inače tako poznate po blagoj primorskoj klimi, punoj sunca, vedrine i topline.

Zaleđivanje Jadrana posljedica je međudjelovanja prodora vrlo hladne zračne mase, polarnog porijekla, i olujne do orkanske bure, potpomognute obalnim reljefom. Zaleđena područja nastala u takvim vremenskim uvjetima na istočnoj obali Jadrana, sporadično su razbacana i uglavnom su prostorno ograničena na svega par kvadratnih kilometara u trajanju od nekoliko dana.

Zapravo, zaleđivanje Jadrana pri buri svojevrsan je pokazatelj snage i moći bure, koja klimatski ugodno područje našeg primorja pretvara – doduše samo na nekoliko dana – u zaleđeni krajolik nalik Arktiku. Bura stoga može s punim pravom nositi naziv „FENOMEN“ Jadrana, tim više što je malo mjesta u umjerenim zemljopisnim širinama s takvom ili sličnom vremenskom pojavom.

U ovom je radu iznesen kronološki prikaz svih nama poznatih zabilježenih pojava zaleđivanja na sjevernom Jadranu pri buri, osobito onih upotpunjenih meteorološkim podacima (Priroda, Hidrografski godišnjak). Uz to se po prvi put objavljuje foto zapis zaleđene obale na srednjem Jadranu kao dokaz o učinku bure i na tom dijelu Jadrana. Sastavljen je također za prvo desetljeće 21. stoljeća i KALENDAR zaleđivanja Jadrana za cijelu našu obalu kao poticaj da se uvede redovita evidencija o tako neobičnoj vremenskoj pojavi na Jadranu.

2. OPĆENITO O BURI

Već od davnina poznata je naša bura kao hladan, jak, i zbog svoje iznenadne, žestoke ma-

hovitosti i kao vrlo opasan vjetar koji puše duž istočne obale Jadrana. Osobito je jaka i česta bura na suženim dijelovima obalnog pojasa podno prijevoja i udolina, okomito usječenih u strmi razmjerno visoki i uski planinski masiv. Bura stiže s hladnog kontinenta iz NE kvadranta. Smjer joj varira od N do E i šire, ovisno o reljefu neposrednog okoliša. I jačina bure uvelike ovisi o konfiguraciji terena, pogotovo ako je teren kanaliziran.

Očit dokaz o utjecaju okoliša na jačinu bure pruža slučaj zabilježen dana 21.12.1998. kada je na Masleničkom mostu trenutna brzina maksimalnog udara bure iznosila 248 km/h, što je prema meteorološkoj arhivi Državnog hidrometeorološkog zavoda do 2013. godine najveća brzina vjetra ikada izmjerena na tlu Hrvatske (Bajić, A., DHMZ, 2013. u pripremi za tisk). Istodobno, na susjednim meteorološkim postajama, u Novalji na Pagu primjerice, ili u Zadru, trenutne brzine maksimalnog udara bure postizavale su, prema Sijerkoviću (2003) znatno niže vrijednosti, kako pokazuje Tablica 2.1.

Prigodom povremenog, mjestimičnog zaleđivanja Jadrana pri buri, temperaturni odnosi su prilično zamršeni. Naime, prodori vrlo hladnih zračnih masa iz polarnih predjela kao preteče bure, ponekad već prije njenog nastanka, jako rashlade tlo uz obalu i površinu mora. Kada, u takovim vremenskim uvjetima snažan val, tjeeran orkanskom burom zapljusne obalu, rasprsnute morske kapljice trenutno se zalede na tlu stvarajući ledeni pokrov sve do dosega vala. Uvjeti zaleđivanja još su povoljniji ako su kapljice prehladene, što znači da im je temperatura ispod ledišta morske vode koje u slučaju Jadrana sa srednjim salinitetom 35 ‰ iznosi – 1.9 °C. U danima s burom i zaleđenom obalom temperatura zraka u priobalju poprima katkada izrazito niske vrijednosti, često i do – 20 °C. Može se stoga pretpostaviti da je i po-

Tablica 2.1. Maksimalni udari bure na dan 21.12.1998.

Table 2.1. Maximum bura velocity on 21st of December 1998

Meteorološka postaja	Trenutna brzina maksimalnog udara bure, km/h	Zračna udaljenost od Masleničkog mosta (km)
Maslenički most	248	0
Novalja	115	oko 60
Zadar	54	oko 26

vršina mora znatno ohlađena ispod svog ledišta.

Naravno, to su izvanredne vremenske situacije. Inače, u normalnim uvjetima minimalne temperature zraka, pa i zimske, znatno su više. Isto vrijedi i za temperaturu mora, naročito uz istočnu obalu Jadrana.

3. KRONOLOGIJA ZALEĐIVANJA JADRANA

3.1. Sjeverni Jadran - općenito

Sjeverni Jadran obiluje orkanskim, dugotrajnim burama što je povoljna okolnost za proces zaleđivanja. Prema zapisima A.Ž. Lovrića (WikiFlora Adriatica) u proteklom 20. stoljeću obala i more na sjevernom Jadranu zaleđivalo se otprilike svakih desetak godina. Taj niz zaleđivanja započinje 1911. godinom i nastavlja se sljedećim redosljedom: 1911., 1929., 1941., 1957., 1968., 1973., 1985. i 1991. Autor, govoreći općenito o zaleđivanju Jadrana, ističe kako je nekih izvanredno hladnih zima na obalama podvelebitskog primorja kod Senja, te na najjužnijem dijelu otoka Krka kod Baške

i na susjednim otočićima, Prvić, Goli, Zecje i ostalim, debljina ledenog pokrivača mjestimice iznosila i do dva metra. Izvor navedenih podataka autor ne spominje, niti za pojedine godine daje pobliže informacije. U meteorološkoj se literaturi iz spomentog niza godina zaleđivanja spominju samo tri godine: 1929., 1941. i 1957. Dapače, umjesto 1941. i 1957. navode se 1940. i 1956. Budući da su vremenska zbivanja tih godina u skladu s meteorološkim podacima, prihvaćene su kao godine zaleđivanja na sjevernom Jadranu.

3.2. Pojave zaleđivanja – upotpunjene meteorološkim podacima

Tek početkom 20. stoljeća pojavljuju se kod nas prvi fragmentarni zapisi o zaleđivanju sjevernog Jadrana pri buri. Prema našem saznanju prvi zapis o zaleđivanju na hrvatskom dijelu Jadrana upotpunjen meteorološkim podacima kompleksnog opažanja vremena, potječe iz 1929. godine. Inače, to je glasovita i po zlu zapamćena godina u kojoj je arktička hladnoća zahvatila skoro čitavu srednju Europu u vi-

a)



b)



Slika 3.2.1. a, b. Zaleđena senjska luka na dan 15.2.1929. Foto: ing. A.Kauders

Figure 3.2.1. a, b. Iced Senj port on 15 February 1929. Photo: ing. A.Kauders

a)



b)



Slika 3.2.2. a, b. Zaleđena luka u Senju u danima 10. do 15.1.1940. Foto: Franjo Bezjak

Figure 3.2.2. a, b. Iced Senj port in period 10 to 15 January 1940. Photo: Franjo Bezjak

šemjesečnom trajanju. I kod nas je ostavila nezaboravan trag zabilježen u meteorološkim izvješćima i zapisima, te perom i slikom u dnevnom tisku.

Godine 1929. dana 15. veljače u Senju je luka i okolno područje potpuno okovano ledom, kako opisuje dr. J.Goldberg u *Prirodi* iz 1940. godine, br. 5 na stranici 150. Tekst je ilustriran izvanrednim fotografijama ing. A.Kaudersa, na kojima Senj zaista izgleda kao da leži u arktičkim predjelima. I ostala obilježja vremena imaju arktički karakter: tako je primjerice temperatura zraka iznosila -18°C , uz orkansku buru od 10. do 21. veljače. Snježna mećava zahvatila je šire područje uz snježne nanose mjestimično visoke i do tri metra.

Godine 1940. u danima od 10. do 15. siječnja zaleđena je luka u Senju kako izvještava dr. J.Goldberg u *PRIRODI* 1940. godine br. 5, na stranici 150, prilažući impresivne fotografije zaleđene luke, snimatelja F.Bezjaka iz Senja. Temperatura zraka zabilježena 11. siječnja iznosila je -13°C . Prema anemogramima, bura je zapuhala 5. siječnja, da bi 10. siječnja pojedini udari postizali trenutnu brzinu preko 100 km/h.

Godine 1956., dana 12. veljače luka u Senju osvanula je pod naslagom leda ispod kojega se lukobran jedva razabirao. Debljina mu je procijenjena na oko pola metra. O tome izvješta-

va ing. V.Stipaničić u *Hidrografskom godišnjaku* 1955. na stranici 160, iznoseći detaljan prikaz temperaturnih prilika za cijelo naše primorje i dio kontinentalnog područja bližeg moru. Val arktičke hladnoće zahvatio je naše krajeve tijekom veljače 1956. u dva navrata: početkom i oko sredine mjeseca. U Senju je uz maksimalne udare bure brzine 43 m/s (155 km/h) temperatura zraka iznosila -16.6°C . Na cijelom području Kvarnera temperatura zraka bila je također vrlo niska (Rijeka -12.8°C , Pula -10.2°C , Rab -7.6°C) kao i duž obale (Zadar -7.4°C , Split -6.6°C) sve do krajnjeg juga (Dubrovnik -3.4°C). U unutrašnjosti su temperature bile još niže: u Gospiću i Gračacu -34°C , Sinju -24.2°C , Kninu -18.4°C .

Kako kaže ing. Stipaničić, do tada se veljača 1929. smatrala u našim meteorološkim krugovima kao mjerilo za izvanrednu hladnoću i ostale vremenske nepogode koje su otežavale pa i ugrožavale ljudski život, ali u tome je veljaču 1929. ipak nadmašila veljača 1956. Stipaničićevom opisu dodani su u ovom tekstu još neki meteorološki podaci s klimatološke postaje Senj, naročito oni u vezi s jačinom bure (Mjesečni izvještaj za veljaču 1956., Senj; DHMZ Zagreb).

Orkanska bura je naime dva dana prije zaleđivanja senjskog područja, tj., 10. veljače 1956. potopila talijanski brod *Regolo* pred senjskom lukom. Prema mjesečnom izvještaju u Senju je

a)

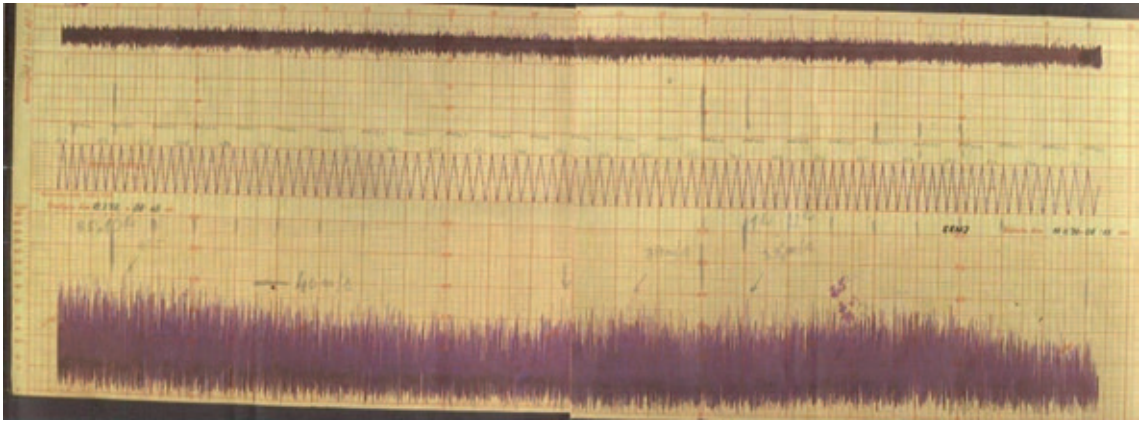


b)



Slika 3.2.3. a, b. Senjska luka okovana ledom dana 12. veljače 1956. godine – snimatelj A. Labura, meteorološki motritelj u Senju

Figure 3.2.3. a, b. Iced Senj port on 12 February 1956 – photo taken by A. Labura, meteorological observer in Senj



Slika 3.2.4. Dnevni anemogram za 10. veljače 1956. – Senj

Figure 3.2.4. Daily anemogram (wind record) on 10 February 1956 – Senj

već 9. veljače pri večernjem motrenju puhala orkanska bura jačine 10 Bf da bi nastavila istom jačinom sljedeći dan, pa djelomično i 11. veljače kada pri jutarnjem motrenju iznosi 9 Bf, što još uvijek označava olujni vjetar (75 do 87 km/h).

Izgled zaleđene luke u Senju na dan 12. veljače 1956. prikazuje slika 3.2.3. (a i b).

Prema opisu M. Sijerkovića (2003.), brod je bio propisno usidren u senjskoj luci. Dapače, iz opreza i straha pred razornim udarima bure,

poduzete su još dodatne mjere osiguranja broda. Uključili su čak i brodske motore. Bura je ipak otrgla brod s veza i otjerala ga na pučinu. Bjesomučnim udaranjem o hridine otoka Krka, smještenog nasuprot Senju, uspjela je brod razbiti i potopiti ga unatoč očajničkim pokušajima osmeročlane posade, izginule u borbi oko spašavanja broda i vlastitih života.

Pomoću dnevnog anemograma za dan 10. veljače 1956. godine (sl. 3.2.4.) donosimo opširnije podatke o buri, čija je snaga prouzročila tragediju broda.

Tablica 3.2.1. Karakteristike bure za dane: 7.-15. veljače 1956. - Senj

Table 3.2.1. Bora characteristics from 7 to 15 February 1956 - Senj

Dan	Maks.srednja satna brzina		Interval sa srednjom satnom brzinom $v \geq 17.2$ m/s		Maks. udarč	
	m/s	nastup sat	početak sat	Svršetak Sat	Trenutna brzina m/s	nastup sat min
7	(14.2)	(15)	(0)	(0)	(27.0)	(15 17)
8	8.8	02	0	0	23.0	01 00
9	23.7	24	18	24	(---)	(---)
10	24.3	05	00	24	(41.4)	(10 22)
11	24.4	06	00	11	39.0	01 04
12	15.5	23	0	0	21.1	23 49
13	17.6	21	21	(---)	29.0	18 42
14	15.7	03	0	0	25.1	02 39
15	(8.9)	(04)	(0)	(0)	(14.0)	(02 00)

Oznake: zagrada (), podaci nepotpuni za taj dan.
crtica (---), nedostaje podatak.

Iz anemograma slijedi :

- stalnost ENE smjera za cijelo vrijeme puhanja bure;
- olujna bura ($v_{sr} \geq 17.2$ m/s) cijeloga dana uz povremeno puhanje jake olujne bure ($v_{sr} \geq 20.8$ m/s);
- maksimalni udari bure trenutne brzine 41.4 m/s tj. 149 km/h, zabilježeni tijekom dana u više navrata.

Podaci sa slike 3.2.4. pokazuju da nije ni čudno što snaga brodskih motora - unatoč sposobnoj posadi, opskrbljenoj i dodatnim pomagalima za spašavanje broda - nije uspjela nadvladati snagu bure budući da je udarala takovom silinom iz sata u sat bez prekida od 9. veljače na večer do 11. veljače prije podne.

U tablici 3.2.1. prikazane su neke karakteristike bure za dane prije i poslije 10. veljače u trajanju od 7. do 15. veljače 1956. godine.

Zapisi anemografa, sažeto iznijeti u tablici 3.2.1., pokazuju da je olujna bura zapuhala u 18 sati 9. veljače i bez prestanka puhala do 11 sati 11. veljače, pri tome se i ubrzavala do jake olujne bure. Puhala je dakle bez prekida 42 sata, od toga više od polovice (26 sati) kao jaka olujna bura, što znači bura jačine 9 po Beaufortovoj ljestvici (Bf).

Dapače, u Mjesečnom izvještaju za veljaču 1956. godine za dane 9. i 10., bura je procijenjena na jačinu 10 Bf, što je oznaka za orkansku jačinu vjetra. Veljača je te godine zaista bila vjetrovita. Bura je puhala iz dana u dan osim dva zadnja u mjesecu i tako snažno i ustrajno da se 25. i 26. veljače ponovno javlja orkanskom jačinom od 10 Bf.

U vremenskom intervalu od 7. do 15. veljače 1956. godine trenutna brzina maksimalnog udara bure iznosila je 41.4 m/s (tab. 3.2.1. i sl. 3.2.4.). Zabilježena je 10. veljače u 10 sati i 22 minute. Usput napominjemo da je na anemografu dio uređaja za bilježenje mahovitosti vjetra bio djelomično u kvaru 9. i 10. veljače (tab. 3.2.1.) pa je možda navedeni iznos i prekoračen budući da je u pitanju jedno od najvjetrovitijih područja našeg priobalja.

Ne samo što je nad senjskim područjem već od početka veljače 1956. godine bjesnila olujna do orkanska bura, nego je to područje istodobno zahvatio i val arktičke hladnoće. Prema

podacima iz Mjesečnog izvještaja u prvoj dekadi svakoga je dana u sva tri klimatološka termina temperatura zraka bila ispod 0°C. Zadržana temperatura dekade (10. veljače) izmjerene su sljedeće temperature:

Terminske:

-15.7°C (7^h), -12.3°C (14^h), -11.8°C (21^h)

Ekstremne :

minimalna: -16.6 °C i maksimalna: -11.5°C

Doda li se još da je toga dana u sva tri termina kao i tijekom prethodne noći puhala bura smjera ENE, jačine 10 Bf, postaje razumljivo što je osjet hladnoće bio izvanredno pojačan. Naime, pri jutarnjem motrenju u 7 sati trenutni indeks ohlađivanja iznosio je 0.56 J/cm²s, odnosno u starim jedinicama 133 mgcal/cm²s. Srećom, to je bio trenutni osjet hladnoće kao što je bila trenutna i jačina bure od 10 Bf. Inače, prema B. Makjaniću (1966.) za razdoblje 1956.-63. srednji indeks ohlađivanja za veljaču u Senju iznosi 44.0 mgcal/cm²s odnosno 0.18 J/cm²s.

Spomenuti trenutni gubitak topline (133 mgcal/cm²s) 10.2.1956. godine u 7 sati u Senju dva puta je veći pa i više nego granična vrijednost (60 mgcal/cm²s) na skali za fiziološki toplinski osjet koja označava područje „izvanredno hladno“, odnosno iznosio je tri puta pa i više nego granična vrijednost (40 mgcal/cm²s) koja po Conradovoj bioklimatskoj klasifikaciji obilježava „prehladnu klimu“ (Penzar, B. i B. Makjanić, 1978).

Pri ovakovim razmišljanjima treba imati na umu da su tako niske temperature zraka i u Senju relativno rijedak događaj. Temperatura zraka -16.6°C zabilježena 10.2.1956. godine predstavlja prema B. Makjaniću (1966.) apsolutni temperaturni minimum za Senj u razdoblju 1949.-63. Prema istom autoru, razdoblje 1956.-63., apsolutna trenutna brzina maksimalnog udara bure u Senju iznosila je 43.8 m/s. Zabilježena je 1.3.1958. godine.

Istraživanja I. Lukšića (1975.), razdoblje 1955.-73. i A. Bajić (1989.), razdoblje 1957.-86., pokazuju da je u naznačenim razdobljima u Senju apsolutna trenutna brzina maksimalnog udara bure iznosila 46.2 m/s. Izmjerena je 12.12.1967. godine.

Apsolutni ekstremi za temperaturu i vjetar, zabilježeni u drugoj polovici 20. stoljeća, po-

tvrdju da su vremenske prilike u Senju tijekom veljače 1956. godine bile izuzetno nepovoljne. Minimalna temperatura je naime postigla iznos apsolutnog minimalnog ekstrema (-16.6°C), a brzina vjetra (41.4 m/s) približila se apsolutnom ekstremu (43.8 m/s) iz razdoblja 1956.–63. Tim vremenskim teškoćama pridružila se i *perzistencija* vremenske situacije što je dodatno opteretilo i onako već nepovoljnu kombinaciju temperature zraka i vjetra u Senju tijekom veljače 1956. godine.

3.3. Sinoptičke situacije - zaleđivanje senjske luke

Zaleđivanje Jadrana uglavnom je posljedica djelovanja bure. Za njen postanak općenito uzevši odgovorna je u prvom redu prostorna razdioba baričkih sustava iznad europskog kontinenta koja omogućava prema Sredozemlju snažnu advekciju hladnog polarnog zraka sa sjevera odnosno sjeverozapada ili sjeveroistoka. Tom makro-procesu pridružuju se mezo-procesi nad područjem Alpa te lokalni nad područjem Dinarida, što u konačnici završava burom na Jadranu. O specifičnostima pojedinih procesa i njihovoj interakciji na putu od polarnih područja do Jadrana, ovise individualne karakteristike pojedinog slučaja bure. Iako zaleđivanja na senjskom području nije bilo 10. veljače 1956. godine, ipak donosimo sinoptičku kartu za taj datum (sl. 3.3.1. a i b) budući da je tog dana orkanska bura prouzročila tragediju broda Regolo.

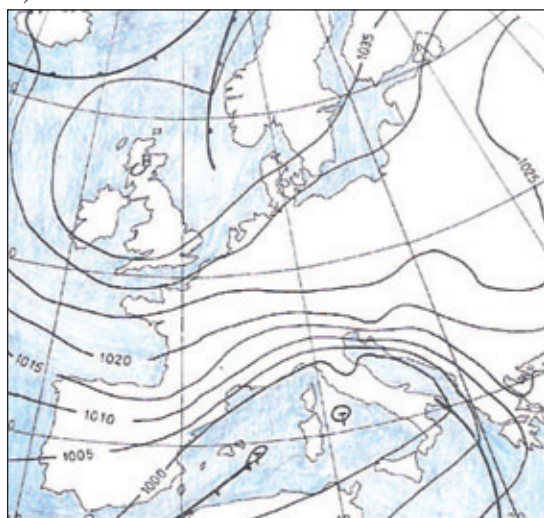
Osim toga, vremenski uvjeti tog dana bili su uvod i priprema za proces zaleđivanja, koje je uslijedilo dva dana kasnije tj. 12. veljače 1956. godine.

U skladu s predodžbom o postanku bure s obzirom na prostornu razdiobu baričkih sustava, na prizemnoj sinoptičkoj karti Europe za 10. veljače 1956. u 06 UTC pruža se snažan anticiklonalni greben iznad Skandinavije i Engleske. Tri odvojena anticiklonalna centra, iznosa 1040 hPa nižu se na potezu: sjeverna Engleska – Sjeverno more – najjužniji dio Skandinavije. Uz to je anticiklonalno polje, šireći se prema istoku, zahvatilo skoro već čitavu srednju Europu. Istodobno se iznad Sredozemlja prostrolo ciklonalno polje s dva odvojena centra, iznosa 995 hPa kod otočja Baleari i Tirenskoga mora (sl. 3.3.1.a). Ujedno se, na karti AT 500 hPa u 03 UTC nalazi duboka visinska ciklona s centrom na 512 gpm iznad Genovskog zaljeva (sl. 3.2.1.b).

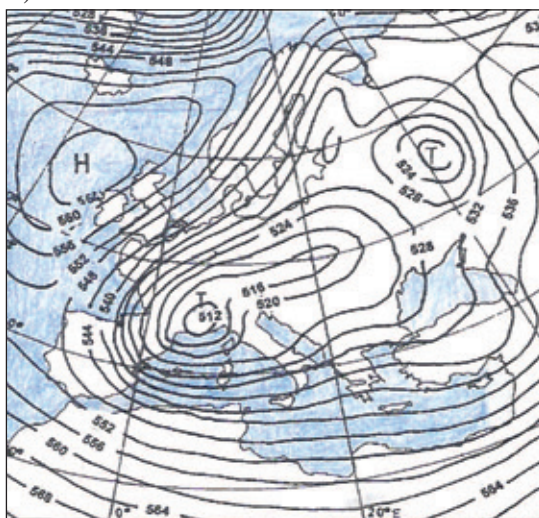
Na prizemnoj karti Europe (slika 3.3.1.a, izobare su prilično zgusnute iznad Jadrana kod Istre za razliku od ostalih dijelova kontinenta. Prema vrlo gruboj procjeni dobivenoj na temelju podataka s te karte, gradijent tlaka na tom području iznosio je oko $6\text{ hPa}/100\text{ km}$, što predstavlja znatnu gradijentnu silu. Stoga je 10. veljače 1956. u Senju bjesnila olujna bura jačine 10 Bf.

U sljedeća dva dana izmijenila se sinoptička slika Europe. Nad njezinom zapadnom oba-

a)

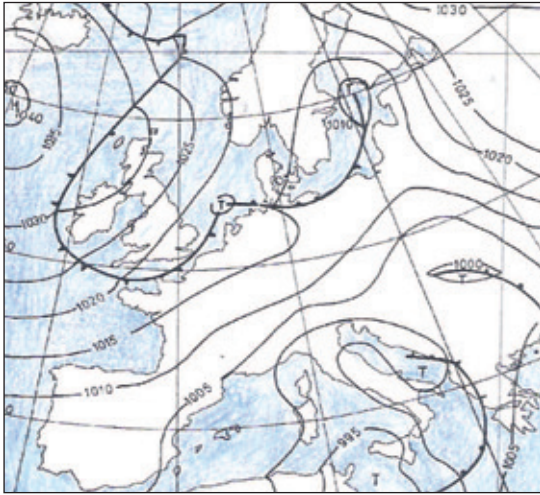


b)

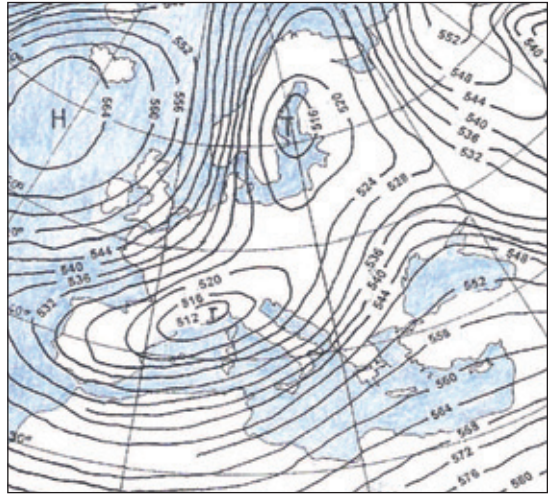


Slika 3.3.1. Sinoptička karta Europe za dan 10. veljače 1956. a) prizemna u 06 UTC; b) AT 500 hPa u 03 UTC
 Figure 3.3.1. Synoptic chart of Europe on 10 February 1956 a) surface at 06 UTC; b) AT 500 hPa at 03 UTC

a)



b)



Slika 3.3.2. Sinoptička karta Europe za 12. veljače 1956. a) prizemna u 06 UTC; b) AT 500 hPa u 03 UTC

Figure 3.3.2. Synoptic chart of Europe on 12 February 1956 a) surface at 06 UTC; b) AT 500 hPa at 03 UTC

lom prostire se neizraženo ciklonalno polje s plitkim ciklonama: jedna je između južne Engleske i Danske kod nizozemske obale, a druga iznad južnog dijela Botničkog zaljeva. Treća, također plitka, smjestila se duboko u europsko kopno kod Poljske, dok se bezgradientno polje tlaka zraka pružalo od Pirineja preko srednje Europe prema NE. I ciklonalno polje sa Sredozemlja se povuklo prema istočnom mu dijelu sa centrom južno od Sicilije, a drugi se centar smjestio nad južnim Jadranom u blizini Otrantskih vrata (slika 3.3.2.a). Na karti AT 500 hPa visinska ciklona iznad Genovskog zaljeva ostala je na istoj visini 512 gpm, ali šireći se izgubila je na jačini (slika 3.3.2b).

U novonastalim okolnostima bura slabi. Ipak, još uvijek snažni valovi tjerani burom zapljuskuju obale sjevernog Jadrana. S obzirom da je tlo već bilo jako rashlađeno višednevnim prisustvom vrlo hladne zračne mase polarnog porijekla, rasprsnute kapljice mora trenutno bi prekrile tlo ledenim plaštem, čim bi val zahvatio obalu. Senjska luka je stoga 12. veljače 1956. osvanula okovana ledom, pružajući izgled polarnih krajeva (slike 3.2.3. a i b).

3.4. Ostali dijelovi sjevernog Jadrana - zaleđivanje

S obzirom na klimatsku pripadnost i približnu orografsku sličnost može se očekivati zaleđivanje obale i na ostalim područjima sjevernog

Jadrana osim senjskog. Postoje o tome neke zabilježbe u meteorološkoj arhivi. Također se u dnevnom tisku ponekad pojavila poneka obavijest o tim vremenskim neobičnostima. Ne postoje, međutim, sredeni podaci, a većina zabilježbi ionako se uglavnom odnosi na zaleđivanje luke u Senju. Neki su od tih senjskih slučajeva stručno obrađeni i objavljeni kako je opisano u odjeljku 3.2. ovoga teksta.

Pokušalo se dapače odrediti i čestinu zaleđivanja senjske luke. U Hidrografskom godišnjaku za 1955. objavljen je kratki članak potpisan inicijalima V.S. s naznakom godina u kojima se zaleđivala senjska luka. Popis počinje ratnom 1943., a završava poratnom 1955. godinom. I na tome se stalo. Osim Senja u popisu se ne spominje niti jedno drugo mjesto sa sjevernog Jadrana s istim ili barem sličnim vremenskim neobičnostima.

Što se tiče zaleđivanja drugih područja sjevernog Jadrana, M. Sijerković (2003.) u svojoj knjizi: „BURA - GOROPADNICA“ na 49. stranici donosi snimku svjetionika u Loparu na otoku Rabu okovanog ledom pri buri, koja je orkanskom snagom zahvatila otok Rab u prosincu 1967. Također, u istoj knjizi na 39. stranici spominje se zaleđivanje mora u biogradskoj luci Jaz, sredinom siječnja 1955. godine uz napomenu da je i veći dio Vranskog jezera bio pod ledom.

4. SREDNJI JADRAN

Donedavno se zaleđivanje pojedinih dijelova naše obale spominjalo kao posebnost sjevernog Jadrana. Međutim, u meteorološkim izvještajima i dnevnom tisku zadnjih desetljeća 20. stoljeća spominje se zaleđivanje obale i na područjima srednjeg Jadrana.

Treba svakako naglasiti da to nije vremenski novitet današnjice. U starim se kronikama katkada naiđe na zapise o velikim hladnoćama koje su povremeno zahvaćale i srednji Jadran. U njima se uz ostale nedaće spominje i zaleđivanje mora. Tako primjerice u kronici iz franjevačkog samostana Makarska, kroničar fra Nikola Gojak svjedoči o vremenskim nevoljama u 18. stoljeću, zapisujući:

„.....1754/1755 Ovo dođe Božić a još vode nie. Paka 5. gjenera 1755. učini bura nevelika pak učini snig a na vo(do)karsće bi bura i snig i sve se smarze i bi velika studen i ledvas misec led veliki da se i more smarze i vode žive i vino i rakija niti je ovaki led bijo nego li del 1709“

(Penzar, B. i I. Penzar, 1997. str. 66)

Zapisom o zaleđivanju mora i voda tekućica kroničar stavlja poseban naglasak na intenzitet i opseg zahlađenja koje je zahvatilo makarsko primorje i pripadno mu otočje.

a)



Slika 4.1. Makarska: a) Pogled na Biokovo i poluotok sv. Petar; b) svjetionik sv. Petar - zaleđen 22./23.01.1963.

Figure 4.1. Makarska: a) View towards Biokovo mountain and peninsula Sveti Petar; b) Lighthouse Sveti Petar – iced on 22/23 January 1963

a. Makarsko područje – zaleđivanje

Kako pokazuje slika 4.1.b zaleđivanje obale i mora događa se i na srednjem Jadranu. U Makarskoj je naime u noći od 22. na 23. siječnja 1963. zaleđen svjetionik sv. Petar na zapadnom rtu istoimenog poluotoka (slika 4.1.b) koji sa zapadne strane štiti makarsku gradsku luku (slika 4.1.a).

Temperatura zraka toga je dana u Makarskoj iznosila -8°C . Za makarske pojmove to je velika hladnoća, pogotovo, ako se zna da višegodišnji temperaturni srednjak za siječanj u Makarskoj iznosi 8.5°C , razdoblje 1981.-91. Uz orkansku buru, jačine 10 Bf koja je tih dana bjesnila na makarskom primorju, osjet hladnoće bio je izuzetno pojačan. Trenutna vrijednost indeksa ohlađivanja iznosila je $0.48 \text{ J/cm}^2\text{s}$ odnosno u starim jedinicama $113 \text{ mgcal/cm}^2\text{s}$.

Inače, za Makarsku u siječnju, srednji indeks ohlađivanja iznosi $0.12 \text{ J/cm}^2\text{s}$ odnosno $28.8 \text{ mgcal/cm}^2\text{s}$ (Volarić, B., 2008.). Povremene vremenske neugodnosti uslijed bure ne predstavljaju za Makarsku nikakvu novost, jer ona po čestini i jačini bure leži pri vrhu popisa onih mjesta na kojima se i ne baš rijetko izmjere rekordni udari bure. Tako je 26.12.1996. godine u Makarskoj tijekom orkanske bure trenutna brzina maksimalnog udara iznosila 206 km/h . Jedino je toga dana bura na Krčkom mostu s maksimalnim udarom brzine 212 km/h nadmašila makarsku buru.

b)

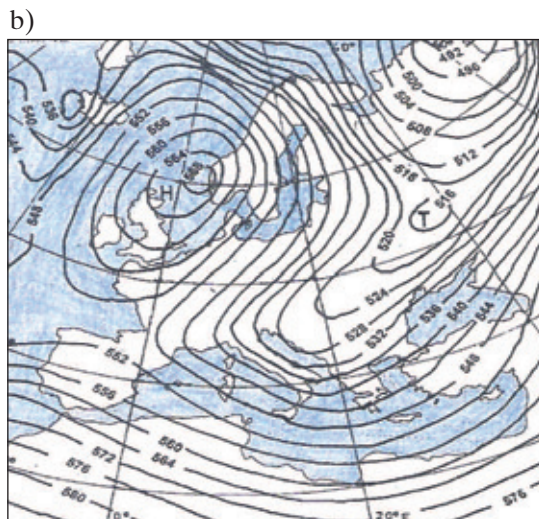
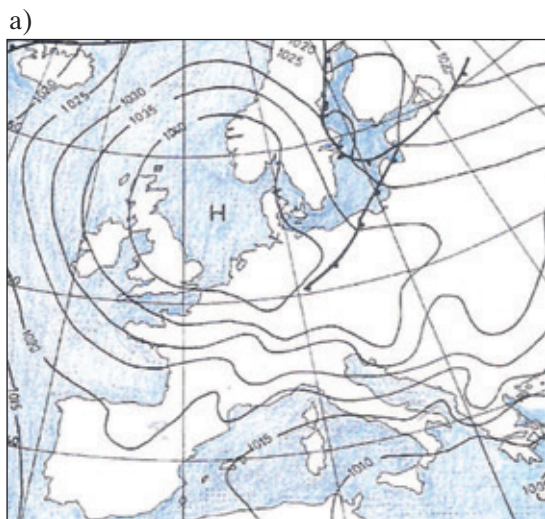


Unatoč takovim vremenskim neugodnostima, Makarska je ipak na glasu kao vrlo ugodno klimatsko odmaralište, čak i u zimskim mjesecima, budući da je na osunčanim mjestima, zaštićenim od vjetra, moguć vrlo ugodan i dulji boravak na otvorenome, što je velika blagodat makarske klime.

b. Sinoptičke situacije - zaleđivanje makarske obale

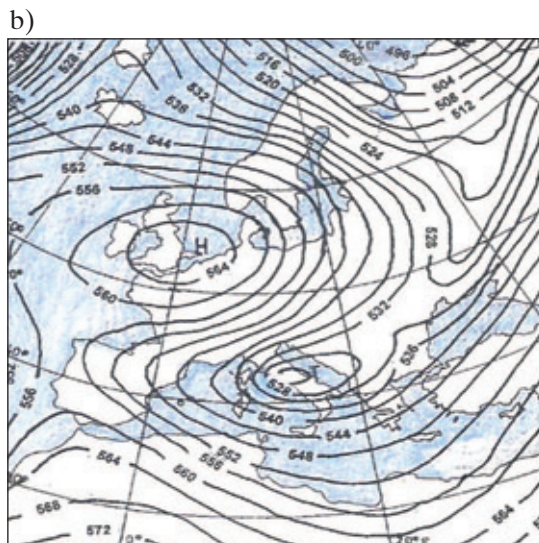
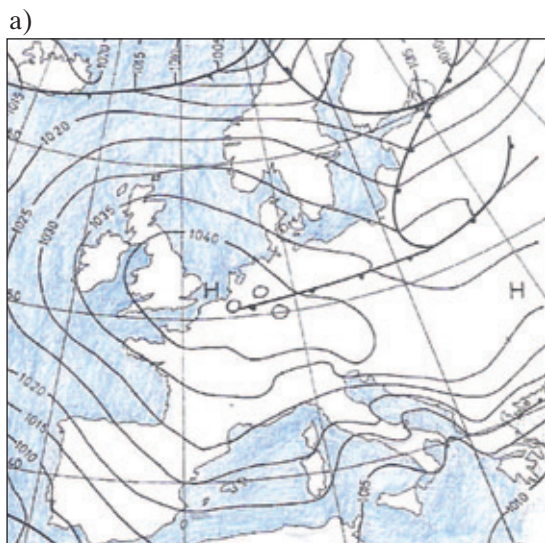
Prizemne sinoptičke karte Europe u 06 UTC za dane mjestimično zaleđivanja obale srednjeg Jadrana u siječnju 1963. godine pokazuju:

22. siječnja 1963. godine snažna atlantska anti-ciklona prostire se uz središnji dio obale zapadne Europe. Centar joj iznosi 1045 hPa leži iznad Sjevernog mora, a sekundarni, iznad središnje Njemačke. Izobare duž Jadrana zakrivljene su i donekle zgusnute. Gradijent tlaka, prema vrlo gruboj procjeni podataka s prizemnih sinoptičkih karata Europe u 06 UTC za 22. i 23.1.1963., postiže u blizini Splita vrlo velike vrijednosti, iznosa 5-6 hPa/100 km. Istodobno se ciklonalno sredozemno polje sa centrom iznosa 1005 hPa, proteglo sve do jugozapadne obale Peleponeza (slika 4.2.1.a).



Slika 4.2.1. Sinoptička karta Europe za 22.01.1963. a) prizemna u 06 UTC; b) AT 500 hPa u 00 UTC

Figure 4.2.1. Sinoptic chart of Europe on 22 January 1963 a) surface at 06 UTC; b) AT 500 hPa at 00 UTC



Slika 4.2.2. Sinoptička karta Europe za 23.01.1963. a) prizemna u 06 UTC; b) AT 500 hPa u 00 UTC

Figure 4.2.2. Sinoptic chart of Europe on 23 January 1963 a) surface at 06 UTC; b) AT 500 hPa at 00 UTC

23. siječnja 1963. Atlantska ciklona približivši se europskom kopnu leži sa centrom kod Døvera pružajući se preko središnje Europe na domak Jadrana iznad kojeg su izobare još uvijek iskivljene i donekle zgusnute. Istodobno se oslabljeno ciklonalno polje stislo uz istočni rub Sredozemlja kod otoka Rodosa (slika 4.2.2.a).

Visinske karte AT 500 hPa za 22. i 23. siječnja 1963. godine pokazuju da srednji Jadran zahvaća visinska dolina velike amplitude, a male valne duljine (slika 4.2.1.b) koja procesom *cut off* prerasta u visinsku ciklonu sa centrom na 528 gpm iznad srednje Italije (slika 4.2.2.b).

Sinoptičke karte za prethodne dane: 19., 20. i 21.1.1963. godine pokazale su (karte nisu prikazane) da je tih dana na srednji Jadran stalno pritjecao vrlo hladan polarni zrak, temperature i do -18°C , pa je tlo postajalo sve hladnije. Uz takav splet okolnosti, zapljuskivanje ohlađene obale snažnim valovima vrlo hladne morske vode, pretvaralo je inače toplu obalu srednjeg Jadrana u obalu nekog ledenog mora iz polarnih područja (slika 4.1b).

U danima 21-24.1.1963. zabilježene su osim makarske zaleđene obale i na drugim mjestima srednjeg, pa i južnog Jadrana nesvakidašnje vremenske pojave i to:

HVAR, 22.01.1963. - zabilježen je apsolutni minimum temperature zraka, iznosa: -6.6°C , razdoblje 1950.-74. (Makjanić, B. - B. Volarić, 1979., str. 280);

SPLIT, 23.01.1963. - zabilježen je apsolutni minimum temperature zraka, iznosa: -9.0°C , razdoblje 1948.-70. (Penzar, B., 1976., str.190);

SPLIT, u danima 21-24.1.1963. jaka bura s maksimalnim trajanjem 65 sati, unutar tog intervala od 23. do 24.1. olujna bura u trajanju 11 sati, razdoblje 1957.-87. (Vučetić, V., 1991., str.47);

DUBROVNIK, u danima 21-24.1.1963. jaka bura s maksimalnim trajanjem 67 sati, razdoblje 1956.-64. (Vučetić, V., 1991. str.49).

Izneseni podaci svjedoče, da je sinoptička situacija s burom u danima od 21.1. do 24.1.1963. godine bila prostrana i snažno razvijena, čije se djelovanje snažno očitivalo i na srednjem i na

južnom Jadranu. Maksimalno neprekidno trajanje jake bure iznosilo je na oba područja podjednako: 68 sati na srednjem Jadranu (Split) i 67 sati na južnom Jadranu (Dubrovnik), kako izvještava V. Vučetić (1991.).

Posebno ističemo da je bura tih dana, u siječnju 1963., puhala i na sjevernom Jadranu. Puhala je dakle duž čitave naše obale. Na sjevernom dijelu (Senj) je neprekidno puhala od 24-og sata 16.1. do 14. sata 22.1.1963., tj., neprekidno 5 dana i 14 sati, odnosno 134 sata, jačinom preko 7 Bf da bi nastavila i dalje, ali smanjenom, promjenjivom jačinom, od 4 do 7 Bf sve do 14 sati 24.1.1963., kada potpuno prestaje (Bajić, A., 1990.).

Inače, prema meteorološkoj arhivi DHMZ-a do 2013. godine, (Bajić, A., 2013., u pripremi za tisak), najdulje neprekidno trajanje jake bure u Senju iznosilo je 13.5 dana, odnosno 324 sata kada je bura neprekidno puhala srednjom brzinom 14.9 m/s, od 20 sati 11.1. do 8 sati 25.1.1970., što je ustanovio I.Lukšić istražujući razdoblje 1955.-73.

c. Srednji jadrans - ostali datumi zaleđivanja

U svojoj knjizi „Makarska – ubavi kutak Jadrana” Ivo Puharić, ugledni makarski građanin, amater-meteorolog na 29. stranici izvještava da je u Makarskoj dana 03.01.1979. godine bio zaleđen svjetionik sv. Petar. Autor svoj ushit gledajući do tad neviđeni prizor iskazuje riječima:

„ Čudesna slika leda: od morskih valova, 20-ak metara u dubinu škrija sve okovano u ledu

Na 71. stranici iste knjige dodaje snimku zaleđenog svjetionika s naznakom datuma 3.1.1979. godine.

Novine Slobodna Dalmacija 3.1.1979. objavile su da je orkanska bura zahvatila cijelu Dalmaciju uz vrlo niske temperature zraka. U Splitu je primjerice toga dana temperatura zraka samo za nekoliko sati pala za 19°C , a bura je dosegla orkansku jačinu od 12 Bf.

U spomenutoj knjizi, Puharić još zapisuje, također na 29. stranici, da je Slobodna Dalmacija 15.1.1988. godine objavila članak prema izjavi tadašnjeg lučkog kapetana u Makarskoj g. Sve-

tomira Živkovića da je „ledeno more“ uz obalu bilo zapaženo i 11.01.1968. godine. Izjavu je potkrijepio fotografijom zaleđene makarske obale.

Meteorolozi, M. i V. Vučetić, također spominju u svojoj knjizi „Vrijeme na Jadranu“ (2002. str.61) da je u Makarskoj bio zaleđen poluotok i svjetionik sv. Petar u veljači 1968. godine.

Bez obzira na djelomično neslaganje datuma, ipak postoji snimka zaleđene obale koja zajedno s ostalim podacima iz ne tako davne prošlosti svjedoči o zaleđivanju srednjeg Jadrana. Pošto se radi o podbiokovlju, inače poznatom po čestini olujne bure, mogućnost češćeg zaleđivanja obale vrlo je vjerojatna.

5. JUŽNI JADRAN - DISKUSIJA

Redosljed zaleđivanja srednjeg Jadrana u godinama 1963., 1968. i 1979. pokazuje da vremenska pojava tako neobična za zemljopisne širine naše obale i nije tako rijedak događaj na srednjem Jadranu. Nameće se pitanje: A što je s južnim Jadranom? Da li ga možda njegov južniji položaj automatski isključuje iz razmatranja? Za sada nema ni najmanjeg traga koji bi ukazivao na postojanje takovih vremenskih neobičnosti i na južnom dijelu naše obale. Po svemu sudeći uzrok ne bi smio biti klimatske naravi pošto klima južnog Jadrana koliko god veći dio godine bila ugodna i blaga, ipak ima jakih i olujnih vjetrova, pa i hladnoća s niskim temperaturama.

O blagosti klime svjedoči podatak da u Dubrovniku, razdoblje 1961.-80., prosječno 83% dana godišnje ima srednju temperaturu iznad 10°C s početkom 23.2., pa to tzv. „izletničko razdo-

blje“ traje do 23.12., što iznosi 303 dana godišnje (Makjanić, B. i B. Volarić, 1989). Ali isto tako, snimke borova pognutog rasta s Lokruma, svjedoče o postojanju jakih i olujnih vjetrova kojima je izložen i južni Jadran (Šugar, I., 1986., str. 53). Zaleđivanje vjerojatno izostaje jer nepogode nisu česte niti traju dovoljno dugo kako bi mogli nastati uvjeti, potrebni za proces zaleđivanja obale i mora u plićaku.

Klimatološka statistika o broju dana određenih temperaturnih karakteristika daje predodžbu, iako prilično grubu, o trajanju odnosno o čestini raznih temperaturnih prilika. Tako primjerice u razdoblju 1961-80., studenih dana ($t_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$) - koji kazuju da je temperatura zraka cijelog dana bila ispod 0°C - u Dubrovniku je bilo malo, prosječno 0.2 dana godišnje, što treba shvatiti kao prosječno 2 studena dana u 10 godina. Svi studeni dani zabilježeni su u siječnju. Hladnih dana ($t_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) bilo je nešto više, prosječno 5.1 dan godišnje. Zabilježeni su u sva tri zimska mjeseca i početkom proljeća u ožujku. Apsolutni minimum temperature zraka, iznosa -7.0°C zabilježen je u siječnju 1968. godine (Makjanić, B. i B. Volarić, 1989.).

Za uvid u sustav strujanja zraka korišteni su podaci dubrovačkog aerodroma Čilipi. S obzirom na zemljopisni mu smještaj i pripadni mu okoliš, spada među područja južnog Jadrana s najjačom burom (Drobac, M., 1990.; Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd: Monografija aerodroma Dubrovnik-Čilipi).

Tablica 5.1. donosi podatke o jakoj i olujnoj buri s dubrovačkog područja prema Benković, M., (1990.).

U 14-godišnjem razdoblju (tabl. 5.1.) zabilježe-

Tablica 5.1. Dubrovnik-Čilipi; razdoblje: 1975.-88.

Table 5.1. Dubrovnik-Čilipi; Period: 1975-1988

Ukup broj dana	God. prosj.	Relativna čestina %				Trajanje			Max.udar	
		max.	mj.	Min.	mj.	sred. sati	max. sati	datum	m/s	datum
Jaka bura ($v \geq 10.8$ m/sec)										
716	51.1	23.0	01.	5.1	05.	5.3	67	21.-23.01.1981.	39.6	14.04.1988.
Olujna bura ($v \geq 17.2$ m/sec)										
52	3.7	37	01.	0	04-08.	3.7	22	01.-03.12.1983.	44.3	16.12.1988.

no je ukupno 716 dana s jakom burom, što iznosi 14% svih dana odnosno u prosjeku 51.1 dan godišnje. Relativna čestina ukupnog broja dana s jakom burom (716) postiže u godišnjem hodu maksimum u siječnju (23.0%), a minimum u svibnju (5.1%). Jaka bura prosječno traje 5.3 sata. Najdulje joj trajanje iznosi 67 sati. Zabilježeno je 21-23.1.1981. Maksimalni udari bure dosežali su brzinu 39.6 m/s, 14.4.1988.

Na dubrovačkom području (tabl. 5.1) zabilježeno je ukupno 52 dana s olujnom burom, što iznosi 1% svih dana odnosno u prosjeku 3.7 dana godišnje. Relativna čestina ukupnog broja olujnih dana (52) postiže maksimum u siječnju (37%) dok od sredine proljeća (travanj) pa do kraja ljeta (kolovoz), nije zabilježen niti jedan olujni dan. Olujna bura prosječno traje 3.7 sati. Najdulje uzastopno trajanje iznosilo je 22 sata. Zabilježeno je 1-3.12.1983.

Apsolutni maksimalni udar olujne bure postigao je brzinu 44.3 m/s 16.12.1988. Još su zabilježene tri situacije s maksimalnim udarom preko 40 m/s i to na dane: 10.2.1984., 4.2.1985. i 3.3.1987. i svaki put je brzina iznosila 41.2 m/s.

Olujna bura je rijedak događaj na južnom Jadranu, osobito u ljetnim mjesecima. I na ostalim dijelovima naše obale čestina ljetnih bura znatno opada i trajanje joj je znatno kraće nego zimskih. Uzrok tome uglavnom je povlačenje atmosferskih akcionih centara „*cum sole*“ uslijed čega ljeti Jadran, a osobito južni mu dio, dolazi pod utjecaj subtropskog pojasa visokog tlaka.

6. SREDNJI I JUŽNI JADRAN - USPOREDBA DANA S BUROM

Radi što boljeg uvida u situacije s burom na južnom Jadranu uspoređeni su podaci o buri dubrovačkog i splitskog područja prema istra-

živanjima V. Vučetić (1991). Rezultate donosi tablica 6.1. Budući da je olujna bura ljeti u Dubrovniku zaista vrlo rijedak događaj, što su potvrdili i rezultati u tablici 6.1., statistička analiza obuhvatiti će samo podatke jake bure.

Iako podaci iz tablice 6.1., strogo uzevši po pravilima klimatološke statistike nisu usporedivi budući da ne potječu iz istog razdoblja, a velike su i razlike u duljinama korištenih razdoblja (Dubrovnik: 9-godišnje i Split: 30-godišnje razdoblje), ipak ukazuju na bitne činjenice koje mogu pomoći pri razmatranju postavljenog problema. Maksimalni udari bure na oba područja postižu naime iste maksimalne brzine (45.0 m/s) što znači da se procesi u vezi s burom odvijaju isto tako snažno na južnom kao i na srednjem Jadranu. To donekle potvrđuje i maksimalno trajanje bure: 67 sati u Dubrovniku, odnosno 68 sati u Splitu.

Pozornost treba svakako obratiti na trajanje bure, pošto spada u bitne čimbenike kada je u pitanju eventualno zaleđivanje južnog Jadrana, tim više što je maksimalno trajanje jake bure na oba područja skoro podjednako (tab. 6.1.).

Radi još detaljnije provjere sastavljena je tablica 6.2. prema rezultatima S. Visković (1992), koje je dobio analizom 15 odabranih slučajeva olujne bure iz razdoblja 1980.-82. za neke naše priobalne postaje. Podaci postaje Šibenik unijeti su u tablicu 6.2. kako bi usporedba obuhvatila šire područje srednjeg Jadrana i bila realnija, pošto se Split s obzirom na specifičnost svog smještaja, Kliška vrata, donekle izdvaja iz svoje okoline poput Senja (Vratnik), što se očituje u jačini i ostalim karakteristikama bure (Makjanić, B., 1978.; Bajić, A., 1989).

Tablica 6.2. pokazuje:

Tablica 6.1. Jaka bura Dubrovnik-Split

Table 6.1. Strong bora Dubrovnik-Split

Postaja	Razdoblje	Broj dana		Rel. čest. %	V _{max}		Trajanje		
		ukupni	srednji		m/s	datum	sred. sati	max sati	datum
Dubrovnik	1956.-64.	198	22	6.0	45.0	01.12.1957.	5.5	67	21.-24.01.1963.
Split	1958.-87.	1083	36	9.9	45.0	31.01.1983.	7.4	68	14.-17.03.1962.

Tablica 6.2. Trajanje bure -15 odabranih slučajeva jake i olujne bure; razdoblje 1980.-1982.**Table 6.2.** Bora duration – 15 chosen situations of strong and stormy bora; period 1980-1982

Postaja	Ukupan broj odabranih slučajeva	Broj zapaženih slučajeva na postaji	Trajanje sati	
			ukupno	srednje
Jaka bura ($v \geq 10.8$ m/sec)				
Šibenik	15	13	106	8.1
Split	15	15	288	19.2
Dubrovnik	15	15	304	20.1
Olujna bura ($v \geq 17.2$ m/sec)				
Šibenik	15	0	0	0
Split	15	15	49	3.3
Dubrovnik	15	6	58	9.3

- jaka bura puhala je u Dubrovniku prigodom svih 15 odabranih slučajeva kao i u Splitu za razliku od Šibenika, gdje u dva slučaja srednja satna brzina nije dosegla kritičnu brzinu 10.8 m/s. Značajno je za Dubrovnik – što posebno ističemo – da prednjači ukupnim trajanjem jake bure (304 sata), u odnosu na Split (288 sati), dok Šibenik (106 sati) daleko zaostaje iza njih.

- olujna bura je zakazala u Dubrovniku što se tiče broja slučajeva. Od 15 mogućih tek u 6 slučajeva ostvarena je potrebna kritična brzina ($v_{sr} \geq 17.2$ m/s). Po ukupnom trajanju međutim Dubrovnik (58 sati) i ovog puta prednjači u odnosu na Split (49 sati), dok u Šibeniku nije zabilježen čak niti jedan slučaj olujne bure od 15 mogućih.

Sudeći po rezultatima iz tablice 6.2. južnom Jadranu nedostaje čestina olujnih situacija iako je dubrovačko područje označeno kao vrlo burovito s maksimalnim jačinama bure, pa bi kao takvo moglo donekle poslužiti kao klimatski predstavnik južnog dijela naše obale. U pitanju je međutim, položaj opservatorija Dubrovnik-Čilipi u odnosu na kompleksnu topografiju okoliša.

7. ZAKLJUČAK

Analiza sinoptičkih situacija prema prizemnim kartama Europe za datume zaleđivanja na sjevernom i na srednjem Jadranu (odjeljak 3.3.-3.4. i 4.2.-4.3) pokazuje njihovu međusobnu podudarnost, naravno u makrorazmjeri-

ma. Naime, na sjeverozapadu kontinenta nalazile su se uglavnom anticiklonalne baričke formacije koje su često zahvaćale skoro čitavu srednju Europu, dok se istodobno nad Sredozemljem prostiralo ciklonalno polje sa centrom pretežno na istočnom dijelu. Dobiveni rezultat u skladu je sa srednjom razdiobom prizemnog polja tlaka i geopotencijala 500 hPa za vrijeme bure na Jadranu (Visković, S. 1992., str.4).

Analize vertikalnih vremenskih presjeka atmosfere kako lokalnih tako i prostornih, neophodnih za detaljnije proučavanje mehanizma bure pa time i procesa zaleđivanja obale i mora, izostale su u ovom radu uslijed pomanjkanja radio-sondažnih podataka za odgovarajuće datume. U budućim istraživanjima to treba nadoknaditi.

Za klimatsku prosudbu o eventualnom zaleđivanju južnog Jadrana potrebna je opsežna analiza nizova nekih klimatoloških elemenata pri odgovarajućim sinoptičkim situacijama, kao i analiza visinske strukture atmosfere. Sadašnji raspoloživi podaci, prikazujući uglavnom srednje stanje atmosfere ne daju dovoljno informacija niti pružaju dovoljnu garanciju za općenitost dobivenih rezultata.

Ipak, na temelju prirodno zemljopisnih i geomorfoloških osobina južnog Jadrana formulirali smo pretpostavku po kojoj slabija razvedenost tamošnje obale bez mnoštva uvala i uvalica te brojnih otoka i otočića razasutih

pred obalom uz relativno duboko more neposredno uz obalu, spada u glavne čimbenike koji otežavaju zaleđivanje i tog dijela našeg Jadrana.

Pribroji li se tome nedovoljna čestina olujnih situacija, iako intenzitet i trajanje donekle zadovoljavaju – kako je pokazala usporedba sa srednjim Jadranom – onda postaje jasnije zašto na južnom Jadranu izostaje, odnosno teško se može ostvariti zaleđivanje obale i mora u plićaku.

Zahvala

Srdačna hvala dipl.ing. Z.Katušinu, umirovljenom načelniku klimatološkog odjela DHMZ-a i mr.sc. Janji Milković na ustupljenim meteorološkim podacima i pomoći pri skupljanju istih. Posebna hvala dr. M.Hodžiću na pomoći pri traženju i provjeri datuma za foto zapis zaleđenog svjetionika u Makarskoj, kao i Z.Matici, višem tehničaru Geofizičkog zavoda PMF-a na pomoći pri obradi sakupljenih podataka i izradi slika. Također zahvaljujemo dipl.ing. S.Beniću na svestranoj tehničkoj pomoći pri oblikovanju tablica i elektroničkom prijepisu rukopisa.

DODATAK

Kao dopunu naprijed iznijetom tekstu priložen je „KALENDAR“ zaleđenih područja za vrijeme bure na hrvatskom Jadranu u prvom desetljeću 21. stoljeća.

U pomanjkanju pobližih informacija i fotografija „in situ“ o toj neobičnoj vremenskoj pojavi na Jadranu, KALENDAR je sastavljen samo na temelju novinskih izvještaja. U njemu su kronološkim redom nanizane godine s naznakom mjeseca i dana te imena mjesta na kojima se zaledila obala ili more u plićaku.

A.1. KALENDAR ZALEĐIVANJA, RAZDOBLJE 2001-2012.**A.1. CALENDAR OF ICING, PERIOD 2001-2012.**

GODINA	MJESEC	DAN	
2001.	Prosinac	28	ZADAR , u luci JAZINE tanki sloj leda
2002.	Siječanj	početkom	BIOGRAD , more zaleđeno u luci JAZ, temperatura i do -10°C
		4	SUKOŠAN , zaledilo se more
		4	TARSKA uvala blizu NOVIGRADA, zaledilo se more
		9	TAŠALER , uvala blizu Premanture zaledilo se more
		10	NOVIGRADSKO more zaleđeno od MASLENICE do ŽDRILA
		13	ČIOVSKA obala blizu TROGIRA zaleđena u dužini 1 km.
2003	Veljača	2	ZADAR , zaleđeno more u uvali JAZINE, temperatura zraka na visini 5 cm iznad tla, -5°C
2005	Siječanj	30	ZADAR , tanki sloj leda prekrrio more
		31	ZADAR , more u lukama i dalje pod slojem leda
	Ožujak	1	ZADAR , more u luci JAZINE zaledilo se, temperatura -7°C
		3	na više mjesta na Jadranu na plažama stvorile se „sige“, zaleđena i sama obala
2006.	Siječanj	23	NIN , zaleđeno more
		24	NIN , u okolici zamijećen led u moru
		24	SENJ , zaleđena riva, ledena kora na stupovima debljine desetak centimetara, temperatura -9°C, udari bure i do 200 km/h
2007.	Prosinac	15	TISNO , u blizini zaledilo se more, udari bure do 150 km/h
		21.-23.	KARINSKI zaljev, zaledilo se more
2008.	Veljača	20	ŠIBENIK , u luci zapažene tanke ploče leda na moru, pretpostavka: u luci bio veliki % slatke vode iz rijeke KRKE, pojava vrlo rijetka
2009.	Siječanj	11	TISNO , zaledilo se more uz obalu
2010.	Siječanj	22	Na PAGU zaledilo se more, temperatura nekoliko dana -5°C
		27	SENJ , dijelovi luke zaleđeni, temperatura -4°C
	Prosinac	14.-16.	PIROVAČKI zaljev, zaledilo se more
		17/18	PIROVAC , zaledila se površina mora, temperatura -5°C
2012.	Siječanj	31	SENJ , na više mjesta u luci obala okovana ledom
	Veljača	1.-7.	PAG , mjestimično se zaledilo more
			SENJ , riva pod ledom, orkanska bura
			CRIKVENICA , u okolici mjestimice se zaledilo more.
			NIN , zaledilo se more

KALENDARU je dodana 2012. godina zbog neobično duge i oštre zime s izuzetno obilatim snijegom, ne samo u kontinentalnoj Hrvatskoj. Bilo ga je u ogromnim količinama i na otocima i u priobalju sve do krajnjeg juga naše obale.

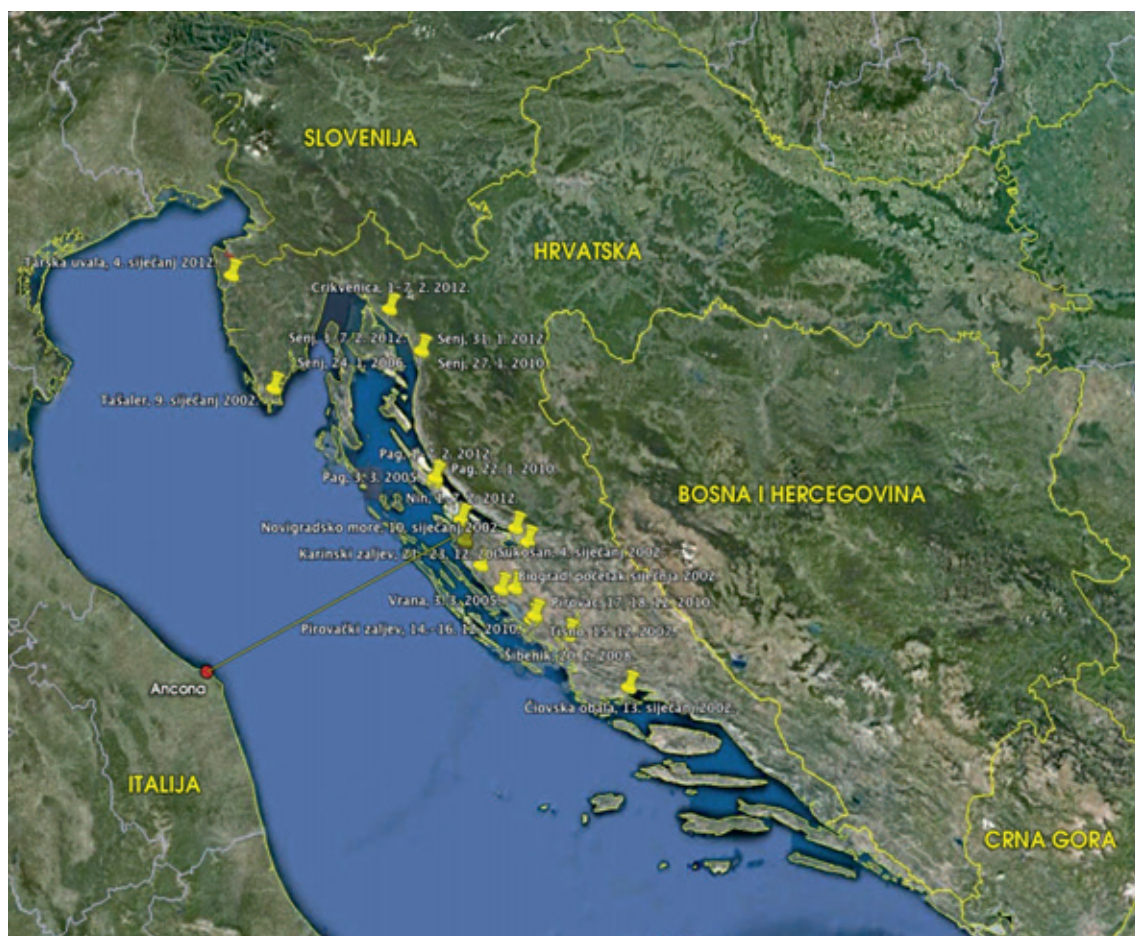
U KALENDARU se ističu imena nekih područja koja po svojim klimatskim i orografskim karakteristikama ne bi mogla imati primat kada je u pitanju bura i posljedice njenog djelovanja.

Revnost tamošnjih novinara najvjerojatnije je uzrokom češćem spominjanju tih područja u dnevnom tisku. Ne upuštamo se u procjenu i ocjenu o realnosti njihovih izvještaja, jedino napominjemo da se led na površini mora, naravno u neznatnim količinama, može pojaviti na Jadranu i u sasvim različitim okolnostima (Zore, M.,1958.), poput one u šibenskoj luci dana 20.2.2008. godine, kako je navedeno u ovom KALENDARU.

A.2. PROSTORNA RAZDIOBA PODRUČJA ZALEĐIVANJA

Prema podacima iz KALENDARA zaleđivanja prikazana je na slici A.2.1. razdioba područja na kojima se u razdoblju 2001.-2012. zaledila obala ili more u plićaku. Ta karta potvrđuje već iznijetu činjenicu da se zaleđivanje tijekom ledenih zima i jake bure događa ponekad i na obali srednjeg Jadrana. Iz prethodnog dijela ovog teksta znamo da je oko sredine 20. stoljeća zaleđivanje naše obale dopiralo još južnije zahvativši područje podbiokovlja i to u više navrata (odjeljak 4.1. - 4.3.).

Kako pokazuje slika A.2.1. najsjevernije područje koje se zaledilo u navedenom razdoblju nalazi se na zapadnoj obali Istre u Tarskoj vali blizu Novigrada. Uvid u orografsko obilježje i ostale zemljopisne pojedinosti daje specijalna karta A.2.2. tzv. specijalka. More je prema toj karti prilično duboko prodrlo u kopno formi-



Slika A.2.1. Područja zaleđivanja obale i mora na hrvatskom Jadranu u razdoblju 2001.-2012.

Figure A.2.1. Regions of icing on Croatian Adriatic in period 2001-2012.

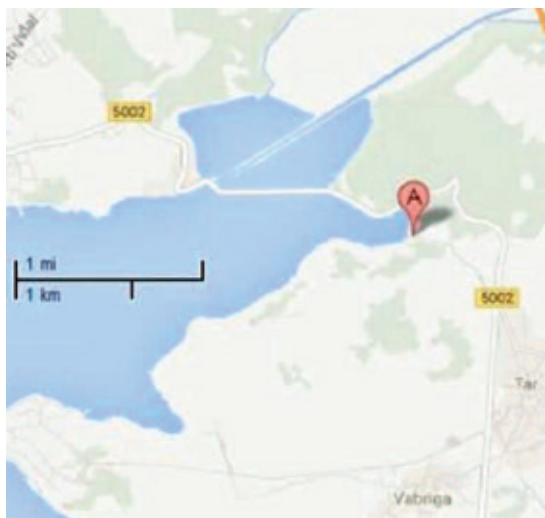
rajući uvalu s dobro razvedenom strmom obalom, što općenito pruža povoljnije mogućnosti za zaleđivanje obale i mora u plićaku.

Slijedi zatim Tašalera kod Premanture na jugu Istre (specijalka A.2.3.). Izrazita razvedenost obale tog područja s više manjih i većih uvalica također spada u područja pogodnija za zaleđivanje mora uz obalu.

U podvelebitskom priobalju i na otocima s tog područja zaleđena je obala na više mjesta u razdoblju 2001.-2012. što ne iznenađuje budući da se to područje ističe s maksimalnom čestinom i trajanjem bure na hrvatskom Jadranu.

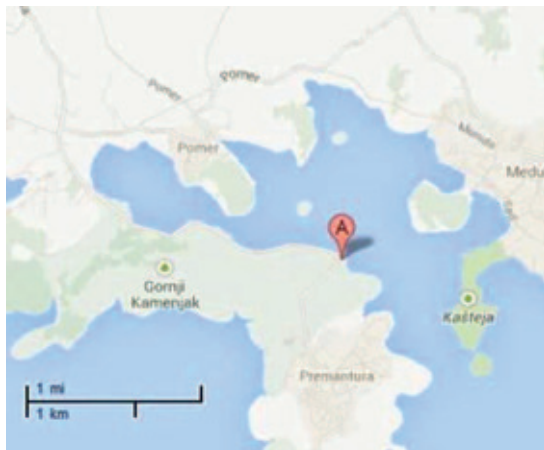
Orografija najbliže okolice u pozadini Senja s planinskim prijevojem Vratnik (698 m) i senjskom dragom (specijalka A.2.4.) pokazuje zašto bura tako često puše u Senju i traje tako dugo. Već je B. Makjanić (1978) svrstao Senj na prvo mjesto kada je u pitanju čestina bure na našoj obali. Senj se, međutim, ističe i po čestini zaleđivanja obale pri buri. Senjska luka bila je naime čak tri puta zaleđena u razmatranom razdoblju i to: 2006., 2010. i 2012. godine. Ove posljednje u dva navrata, koncem siječnja i prvih dana veljače.

More se zaledilo i kod Crikvenice, ljetovalištu poznatom po blagoj klimi (specijalka A.2.5.). Bura međutim ponekad briše sve klimatske pogodnosti i stvara arktički ugođaj čak i na



Slika A.2.2. Tarska vala kod Novigrada Istarskog

Figure A.2.2. Tarska vala near Novigrad Istarski



Slika A.2.3. Uvala Tašalera kod Premanture (Istra)

Figure A.2.3. Lagoon Tašalera near Premantura (Istria)



Slika A.2.4. SENJ i planinski prijevoj Vratnik (698 m)

Figure A.2.4. Port Senj and mountain pass Vratnik (698 m)



Slika A.2.5. Područje Crikvenice

Figure A.2.5. Crikvenica area

mjestima, gdje orografski uvjeti nisu najpovoljniji, tolika je njena snaga i moć.

Zadar, koji je smješten južnije - leži zapravo na granici između sjevernog i srednjeg Jadrana - više je puta upisan u KALENDAR zaledivanja iako je olujna bura relativno rijedak događaj u tom gradu. Bura naime na putu do Zadra znatno izgubi od svoje prvotne jakosti uslijed prostornog odmaka za oko četrdesetak kilometara od Velebita, zapravo od prijevoja Mali Alan na južnom dijelu Velebita (specijalka A.2.6.). Središte grada i ostali pripadni mu dijelovi izvrsno su zaštićeni od bure, pa pri njenim i najjačim naletima, more u gradskoj

luci tek se lagano „namreška“, kako opisuje D. Kraljev sa suradnicima u njihovoj knjizi: „U okrilju sunca i mora - klimatska monografija Zadra“.

Naprotiv, za razliku od Zadra na širem mu području ima pojedinih dijelova obale na kojima se bura ističe kao vrlo jak i razoran vjetar pošto tamo dio puta prelazi bura iznad mora uslijed čega je manje oslabljena. U jačini bure na tom prostoru, između ostalih, prednjači Privlaka kod otoka Vira te Fortica na Paškim vratima.

Ali i u neposrednoj blizini Zadra, ovisno o orografskim uvjetima, javlja se bura izvanred-



Slika A.2.6. Područje Zadra

Figure A.2.6. Zadar area



Slika A.2.7. Područje Sukošana

Figure A.2.7. Sukošan area



Slika A.2.8. Otok Čiovo (srednji Jadran)

Figure A.2.8. Čiovo island (midd Adriatic)

nom jačinom. Pod njenim djelovanjem more se „zadimi“ kao što je to čest slučaj na području sjeverozapadno od rta Puntamika ili uz obalu pokraj Bibinja, samo da spomenemo neka od njih.

Još nešto južnije, smješteno je omanje mjesto Sukošan uz poveću uvalu (specijalka A.2.7.) i kako piše u KALENDARU zaleđivanja, more se zaledilo na tom području početkom siječnja 2002.

Iste godine, par dana kasnije, (13.1.2002.), zaledila se Čiovska obala nasuprot Trogira u dužini oko jednog kilometra. To je najjužnija točka na hrvatskoj obali Jadrana zaleđena u minulom razdoblju 2001. – 2012. (specijalka A.2.8.).

U odjeljku A.2. razmatrane su zemljopisne karakteristike zaleđenih područja, ali samo nekoliko od njih i to samo radi ilustracije zadanog problema. Područja su izdvojena slučajnim odabirom bez obzira na zemljopisne karakteristike tek da se dobije uvid u njihovu orografiju.

U daljnjim istraživanjima treba detaljno proučiti klimatske i zemljopisne karakteristike zaleđenih područja te salinitet mora uz istočnu obalu Jadrana kao važnog čimbenika u procesu zaleđivanja s obzirom na temperaturu mora, a naročito na sistem zračnog strujanja iznad Jadrana.

Ta istraživanja međutim prelaze okvire ovog rada kojemu je prvenstveno bila svrha osnivanje KALENDARU zaleđivanja duž cijele naše obale i obavijest o zaleđivanju srednjeg Jadrana uz foto zapis kao nepobitni dokaz.

LITERATURA:

- Bajić, A., 1989a: Severe bora on the northern Adriatic, Part 1: Statistical analysis, Rasprave-Papers 24, RH DMHZ Zagreb, 1-9.
- Bajić, A., 1990a: Severe bora on the northern Adriatic, Part 2: Time and space variations, Rasprave-Papers 25, Meteorološko društvo, Zagreb, 13-24.
- Bajić, A., 1990: Spatial bora variation in relation to cold air outbreak and surface pressure gradient, Rasprave-Papers, 25, Rh Meteorološko društvo SR Hrvatske, Zagreb, 13-24.
- Benković, M., 1990: Statistička analiza jake bure u Dubrovniku, Vijesti PMC 36, 13-23.
- Brzović, N. 2001: Razvoj olujnih vjetrova na Jadranu, Jadranska meteorologija XLVI-5, DHMZ – PMC Split, 33-44.
- Drobac, M., 2006: Neke specifičnosti ponašanja bure na području aerodroma Dubrovnik, Jadranska meteorologija, PMC Split, 10-24.
- Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), 1956: Mjesečni meteorološki izvještaj za 02.1956., SENJ; DHMZ, Zagreb.
- Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), 2002: 150 godina meteoroloških motrenja u Hrvatskoj, (Uredništvo: Gelo, B. – K. Pandžić), RH DMHZ Zagreb, 193.
- Enger L. and B. Grisogono, 1998: The response of bora-type flow to sea surface temperature. Q.J.R. Meteor. Soc., 124, 1227-1244.
- Gelo, B. et al., 2005: Meteorološki pojmovnik i višejezični rječnik: hrvatski, engleski, njemački i francuski jezik, DHMZ, Zagreb, 655.
- Grisogono, B., 1999: Utjecaj temperature mora na buru, Zbornik radova 2. hrvatske konferencije o vodama – Dubrovnik, Zagreb: Hrvatske vode, 1999, 53-59.
- Goldberg, J., 1940: Arktičko lice senjske luke u mjesecu siječnju 1940. godine, Priroda, Hrvatsko prirodoslovno društvo, br 5, Zagreb, 150-152.
- Hodžić, M., 2013: Neke klimatske karakteristike otoka Palagruža, Jadranska meteorologija (Adam – Atlantida - Odisej), Matica Hrvatska, Kaštela, 184-200.
- Hodžić, M., 2013: Neke klimatske karakteristike otoka Lastova, Jadranska meteorologija (Adam – Atlantida - Odisej), Matica Hrvatska, Kaštela, 320 – 341.
- Ivančan-Picek, B. and V. Tutiš, 1996: A case study of a severe Adriatic bora on 28 December 1992, TELLUS 48 A3, 357-367.
- Jurčec, V., 1981: On mesoscale characteristics of bora conditions in Yugoslavia, PAGEOF, 119, (1980/81), Basel, 640-657.
- Jurčec, V., 1989: Severe Adriatic bora storms in relation to synoptic developments, Rasprave-Papers, 24, RHMZ RH Zagreb, 11-20.

- Jurčec, V. i S. Visković, 1989: O uzrocima bure u Splitu, Vijesti br.1, lipanj 1989, PMC – Split, 20-26.
- Kraljev, D., M. Gajić-Čapka i K. Zaninović: U okrilju sunca i mora – klimatska monografija Zadra, Zadar, 139.
- Lovrić, A.Ž., 1995: (Herbarium Adriaticum – ADZ 1995), Jadranski Cyanophyta, WikiFlora Adriatica
- Lukšić, I., 1975: Bura u Senju, Senjski zbornik VI, Senj, 467-494.
- Lukšić, I., 1989: Dnevni periodički vjetrovi u Senju, Geofizika, 6, Zagreb, 59-74.
- Makjanić, B., 1976: A short of the climate of town Senj, in Local wind bora (ed. Yoshino) 145-152.
- Makjanić, B., 1978: Bura, jugo, etezija, Prilog poznavanju vremena i klime SFRJ, sv.5, Beograd, 75.
- Makjanić, B. i B. Volarić, 1979: Prilog poznavanju klime otoka Hvara, 18 Rad JAZU, Zagreb, 273-344.
- Makjanić, B. i B. Volarić, 1989: Neke osobine klime Lokruma i šire okolice, Ekološke monografije, knj.1, Otok Lokrum, 27-59.
- Pandžić, K., 2002: Analiza meteoroloških polja i sustava, Zagreb, 314.
- Penzar, B., 1976: Klima makroregionalnih gradova SR Hrvatske u Centralna naselja i gradovi Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb 163-191.
- Penzar, B. i B. Makjanić, 1978: Uvod u opću klimatologiju, Sveučilište u Zagrebu, PMF, Zagreb, 202.
- Penzar, B. i I. Penzar, 1997: Bilješke iz 17. i 18. stoljeća o vremenu u Makarskoj, Hrvatski meteorološki časopis, 32, Zagreb, 59-68.
- Penzar, B., I. Penzar i M. Orlić, 2001: Vrijeme i klima hrvatskoga Jadrana, Biblioteka Geographia Croatica, knjiga 16, Zagreb, 258.
- Puharić, I., 2000: MAKARSKA – UBAVI KUTAK JADRANA, Makarska, 116.
- Savezni hidrometeorološki zavod: Monografija aerodroma Dubrovnik-Čilipi, Beograd, 57.
- Sijerković, M., 2003: Bura goropadnica, Izdavač „Adamić“ Rijeka, 139.
- SLOBODNA DALMACIJA, novine dana 03.01.1979.
- SLOBODNA DALMACIJA, novine dana 15.01.1988.
- Stipaničić, V., 1955: Izvanredna hladnoća u zimi 1955/1956, Hidrografski godišnjak 1955, Split, 160-162.
- Stipaničić, V., 1975: Temperature zraka i mora u primorju istočne obale Jadrana, Hidrografski godišnjak 1975, Split, 57-65.
- Šugar, I., 1986: Klima i vegetacija Lokruma, Priroda, 10, Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb, 53-55.
- Visković, S., 1991: Olujna bura u Splitu, Hidrografski godišnjak 1989, HIJRM, Split, 71-80.
- Visković, S., 1992: Olujna bura u Splitu, magistrski rad, Sveučilište Zagreb, PMF, Zagreb, 94.
- Volarić, B., 1991: Prikaz nekih značajka biokovskog podneblja, Jadranska meteorologija, DHMZ – PMC Split, 28-56.
- Vučetić, V., 1991: Statistical analysis of severe Adriatic bora, Hrvatski meteorološki časopis, 26, Zagreb, 41-51.
- Vučetić, V., 1991: Bura na Jadranu i hidrauličko strujanje preko planine, magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, PMF, Zagreb, 129.
- Vučetić, V., 1993: Severe bora on the MID-ADRIATIC, Hrvatski meteorološki časopis, 28, Zagreb, 19-36.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 2002: VRIJEME NA JADRANU, Meteorologija za nautičare – biblioteka more, 129.
- Zore, M., 1958: Pojava leda na moru u Kaštelanskom zalivu, Hidrografski godišnjak 1958, Split, 261-266.