



Janez Polajnar¹,
Jure Jerman¹, Matej Majerič²

Osnovne značilnosti vetrov za jadralce in kajtarje v Sloveniji in bližnji okolici

Basic characteristics of the wind for windsurfing and kitesurfing in Slovenia and surrounding area

Izvleček

Namen prispevka je predstaviti naravne pojave, ki omogočajo razvoj ustrezne hitrosti vetra na območju Slovenije in njene bližnje okolice za jadranje in kajtanje. V prispevku smo opisali značilnosti najbolj pogostih vetrov v Jadranskem morju, ki so primerni za jadranje na deski in kajtanje, pa tudi za vse ostale športe, ki za svoj pogon izkoriščajo silo vetra. Pri tem smo opisali tudi osnovne zakonitosti za nastanek vetrov. Prispevek je uporaben za vse, ki jih zanima nastanek in zakonitosti vetrov v Sloveniji in bližnji okolici.

Ključne besede: jadranje na deski, kajtanje, veter, meteorološki modeli.

Abstract

The purpose of this paper is to present natural phenomena that enable the development of the appropriate wind speed in the territory of Slovenia and its surrounding area, for the purpose of sport recreational activities on the water. In the article we describe the characteristics of the most frequent winds in the Adriatic Sea, which are suitable for windsurfing and kitesurfing, as well as for all other sports that are powered by wind speed. We also described the basic principles for the formation of the winds. The contribution is useful for all those who are interested in the formation of the winds in Slovenia and its surrounding area.

Key words: windsurfing, kitesurfing, wind, meteorological models.

Uvod

V zadnjih letih zaradi nekaterih novosti pri razvoju opreme, ki omogočajo drsenje na deski po vodni gladini (»glisiranje«), že v šibkem vetru beležimo ponovni razvoj jadrlnih športov. Sklepamo, da je to tudi posledica vse hitrejših prometnih povezav obalnih območjih Jadranskega morja z različnimi kraji širom Slovenije. K ponovnemu množičnemu ukvarjanju pa prispevajo tudi vse bolj natančne vremenske in vetrovne napovedi, ki prikazujejo simulacijo vetrov in valov s pomočjo različnih računalniških modelov. Zagotovo so prav zanesljive in natančne vetrovne napovedi tiste, ki privabijo predvsem na morje (občasno pa tudi na jezera) vse več navdušencev jadranja na deski in kajtanja. Z globalizacijo, napredkom informacijsko komunikacijske tehnologije, razvojem spletnih orodjih in socialnih mrež so meteorološke napovedi v različnih pri-

vlačnih produktih, ki grafično prikazujejo napovedi smeri, hitrosti in zanesljivosti vetra in valov z aktualnimi vremenskimi podatki v realnem času postale dostopne vsakomur. Z njimi je možno najširšemu krogu uporabnikov na enostaven in predstavljen način relativno zanesljivo prikazati napoved vetra za določeno lokacijo za nekaj dni v naprej. Praksa kaže, da so tovrstni prognoistični produkti za uporabnike zelo zanimivi in pogosto uporabljeni. Pri napovedovanju vetra bi težko izbrali najbolj zanesljiv prognoistični produkt in ga označili za najbolj zanesljivega. Pogosto uporabniki uporabljajo za isto jadrlno lokacijo ali območje več prognoističnih modelov in tako preverjajo napoved vetra z več modeli hkrati. Ne glede na relativno zanesljive napovedi vetra z različnimi prognoističnimi produkti (meteorološkimi modeli) pa morajo uporabniki poznati naravne pojave, ki omogočajo razvoj ustrezne hitrosti vetra za jadrlnne športe. Uporabniki morajo pri tem poznati nekaj osnov meteorologije. Analize objav jadrlncev na deski in kajtarjev na slovenskih spletnih straneh in socialnih omrežjih, povezanih s

¹Agencija RS za okolje

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport



Na fotografiji prvi avtor članka, Janez Polajnar pri jadranju na deski na Siciliji, 2018.

to tematiko, kažejo, da je približno polovico dni v letu v Sloveniji in bližnji okolici dovolj močan veter (s hitrostjo nad 10 do 12 vozlov), ki omogoča drsenje po vodni gladini z različnimi deskami (formula, slalom, foil, kajt ...) z izkoriščanjem sile vetra z različnimi jadrni (formula, slalom, foil ...) ali kajti (prosti slog, foil ...). Z razvojem jadrne opreme in oblačil se je mogoče z jadranjem na deski in kajtanjem, pa tudi z drugimi oblikami jadrnanja, ukvarjati celo leto; ne le v toplih, temveč tudi v hladnih mesecih.

■ Zakaj piha veter?

Večina za vreme pomembnih naravnih pojavov se dogaja v sorazmerno tanki plasti ozračja, ki jo imenujemo troposfera in je debela od 11 do 15 km. Vremenski pojavi so v tej plasti zelo različnih dimenzij, tako v prostoru kot v času; od majhnih vrtincev, ki so veliki samo nekaj centimetrov in trajajo samo nekaj sekund, do pojavov, ki trajajo tudi več let in celo stoletij in v katerih je udeležen globalni vremenski sistem. Pri tem se energija premika v obe smeri, od manjših k večjim procesom in obratno. Do gibanja zraka in pojava vetra prihaja zaradi razlik v zračnem tlaku; zrak se namreč vedno giblje od višjega proti nižjemu zračnemu tlaku.

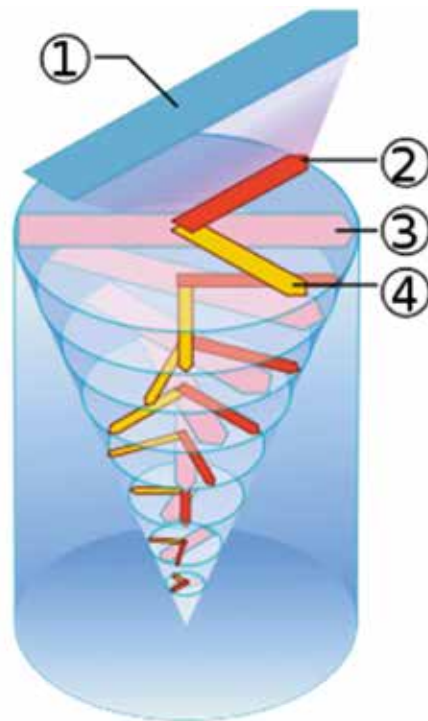
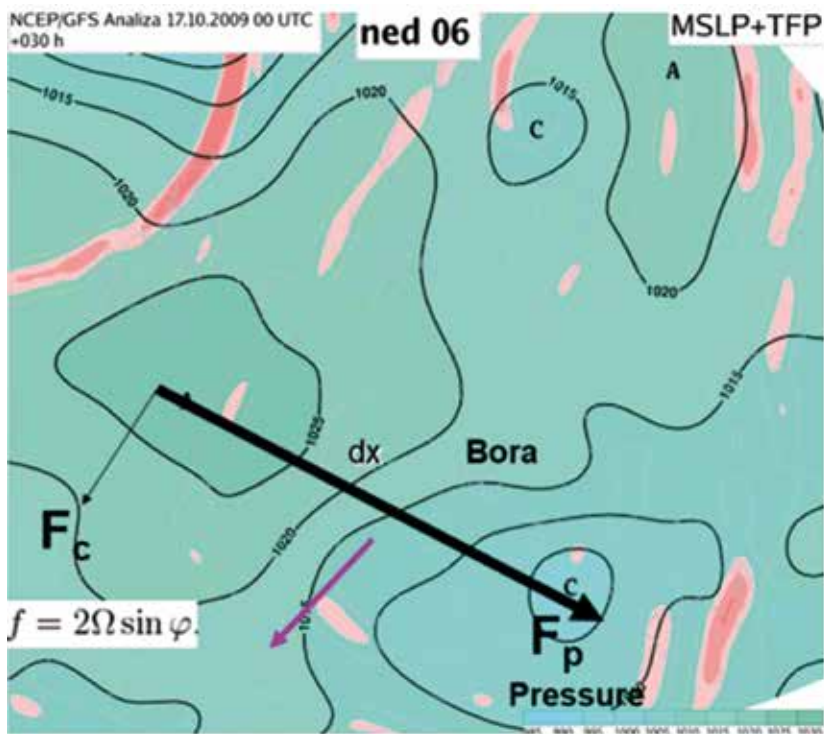
Globalni vremenski sistem je odvisen od sonca, ki segreva Zemljo; če smo bolj natančni, je odvisen od temperaturne razlike med kopnim in morjem, med obema poloma in ekvatorjem, ki nastane zaradi segrevanja zraka zaradi sončnega sevanja. Zaradi segrevanja se zrak dviga, na njegovo mesto pa priteka hladnejši zrak iz okolice. Globalno gledano se zrak nad tropi segreva in dviga, na njegovo mesto pa ob površini priteka hladnejši zrak iznad polov. Neenakomerne razporeditve kopnega in morja povzročajo, da se nekatera območja zaradi lastnosti tal bolj segrevajo ali ohlajajo kot druga na isti geografski širini. To je posledica gorovij, ki predstavljajo naravno oviro za kroženje zračnega toka. K temu pa prispeva tudi vrtenje Zemlje. Na mesto dvigajočega se zraka v tropih priteka s pasatnimi vetrovi zrak iz »konjskih« zemljepisnih širin, ki predstavljajo območje spuščanja zraka, pri tleh pa raztekanja zraka. Konjske zemljepisne širine so območja velikih subtropskih anticiklonov (v vremenskih napovedih se največkrat pojavlja Azorski anticiklon, ki včasih razširi vpliv tudi na vreme pri nas). Med približno 35 in 70 stopinj zemljepisne širine je območje prevladujočih zahodnih vetrov. V njih so pogosti mnogi majhni in veliki vrtinci – cikloni. V polarnih področjih se zrak povečini spušča in steka proti zmernim zemljepisnim širinam. Pomembno vlogo v vremenskem sistemu ima tudi voda, ki je v zraku v vseh treh agregatnih stanjih: plina-

stem, tekočem in trdnem, v obliki različno velikih kapljic ali kristalčkov. Voda neprestano izpareva iz oceanov, jezer ali vlažnih površin in za to izparevanje porablja toplotno energijo. Vodna para v zraku predstavlja veliko zalogo energije. Ko prihaja do kondenzacije, se ta energija (latentna toplota) sprošča in vrača v okolico. Nevihte in tropski cikloni dobijo večino energije iz kondenzacije vodne pare.

Zmerne zemljepisne širine, med katere sodi tudi Sredozemlje z Jadranskim morjem, zaznamuje prisotnost polarne fronte; to je meja med hladnim polarnim zrakom in toplejšo, subtropsko zračno maso. Polarna fronta valovi okoli polarne kape, na njej pa nastajajo vremenske fronte in cikloni. Zaradi njene prisotnosti pa v zmernih zemljepisnih širinah prevladujejo zahodni zračni tokovi. Vremensko dogajanje prihaja k nam večinoma od zahoda, kar da določeno težo vsem vremenskim pregovorom, ki vključujejo jutranjo in večerno zarjo. Sonce je namreč zjutraj in zvečer nizko nad obzorjem in lahko oblake obsije od spodaj tako, da postanejo bolj vidni in na pogled izraziti. Ob predpostavki, da se vremenske motnje premikajo od zahoda, pomeni jutranja zarja čisto nebo na vzhodu, torej možnost poslabšanja vremena, večerna pa zaradi jasnega neba na zahodu izboljšanje vremena.

Na morju je najpomembnejši meteorološki element veter; vsi drugi so manj pomembni; je pa tudi od vseh meteoroloških količin tudi časovno najbolj spremenljiv. Veter zapiha kot posledica razlike v zračnem tlaku, ki nastane zaradi segrevanja ali ohlajanja. Ko se zrak segreva (npr. nad segreto puščavo ali skalnatim otokom), se razpenja in zračni tlak nad tistim območjem pada (nastane območje nižjega zračnega tlaka). Nastane razlika v zračnem tlaku in pojavijo se gibanje zraka iz smeri od višjega zračnega tlaka proti nižjemu. Vendar to še ne pomeni, da bo veter pihal naravnost v smeri od območja z visokim zračnim tlakom proti območju z nizkim zračnim tlakom. Zaradi vrtenja Zemlje se pojavi t. i. Coriolisova sila in ta premikajoč se zrak na severni polobli odklanja v desno od smeri gibanja, na južni polobli pa v levo. Velikost te sile je sorazmerna hitrosti gibanja zraka.

Levi del Slike 1 prikazuje gibanje zraka od višjega k nižjemu zračnemu tlaku (smer poudarjene puščice), desni del pa prikazuje Coriolisovo silo, ki odklanja gibajoče zračne delce na severni zemeljski polobli v desno. Sila, ki nastane zaradi vrtenja Zemlje, bo premikajoč zrak odklanjala v desno toliko časa, da se bosta sila, ki nastane zaradi razlike v zračnem tlaku in sila zaradi vrtenja zraka, izenačile po velikosti; imeli pa bosta različno smer. Zato veter piha vzporedno z izobarami. Izobare so linije na vremenski karti, ki povezujejo



Slika 1. Gibanje zraka od višjega k nižjemu zračnemu tlaku in Coriolisova sila, ki odklanja gibajoče zračne delce na severni zemeljski polobli v desno. Oznake na desni sliki: 1 – smer vetra, 2 – sila od zgoraj, 3 – smer toka vetra, 4 – Coriolisov efekt (ARSO, 2018).

kraje z enakim zračnim tlakom. Hitrost vetra je sorazmerna z gostoto izobar. S tega vidika veter piha močnejše na območjih, kjer so izobare gostejše. Če so izobare ukrivljene, nastopi še centripetalna sila zaradi vrtenja Zemlje. Delec zraka se počuti kot na vrtiljaku. V ciklonu je sila zaradi vrtenja Zemlje vzporedna s silo vetra zaradi razlike v tlaku, v anticiklonu pa je sila Zemlje tej sili nasprotna. To pojasnjuje dejstvo, da je hitrost vetrov v ciklonih večja kot v anticiklonih oziroma da je velika gostota izobar na vremenski karti običajno povezana z območji nizkega zračnega tlaka. Coriolisova sila ni enaka na celotni zemeljski obli. Odvisna je od zemljepisne širine. Nad ekvatorjem je enaka nič, kar pomeni, da v tropih veter piha od višjega zračnega tlaka proti nižjemu; v smeri proti poloma pa je Coriolisova sila vedno večja. Zaradi njenega delovanja se vsi cikloni na severni polobli vrtijo v smeri, ki je nasprotna vrtenju ure; anticikloni pa se vrtijo v smeri urinih kazalcev.

Če povzamemo: ciklon je območje nizkega, anticiklon pa območje visokega zračnega tlaka. Vpeljemo lahko tudi zelo pomembno, poznano kot Buys-Ballotovo pravilo: če se na severni polobli postavimo tako, da nam veter piha v hrbet, je območje nižjega zračnega tlaka na naši levi strani. To pravilo ne velja za lokalne vetrove. Sila zaradi vrtenja Zemlje je običajno mnogo šibkejša od sile zaradi razlike v zračnem tlaku. Zato traja kar nekaj časa (nekaj ur), da se med silama vzpostavi ravnovesje.

■ Značilni vetrovi na Jadranu

Ko pogledamo na globus in se zamislimo o širinah svetovnih morij, lahko ugotovimo, kako majhno je Jadransko morje v primerjavi s Sredozemskim morjem ali oceani. Ne glede na to, pa tudi v najbolj

severnem delu Sredozemskega morja (občasno) piha veter, ki so po svoji hitrosti primerljivi z vetrovi, ki nastajajo npr. na oceanu, kjer poteka regata »Volovo Ocean Race« okoli sveta. Počitniško jadrnanje, jadrnanje na deski in kajtanje ob jadranski obali in otokih v poletnem času povečini zaznamujejo zmerni termični vetrovi. Tudi ti vetrovi so posledica razlike v zračnem tlaku; tokrat med zračnim tlakom nad kopnim in nad morjem. Ti vetrovi se bolj ali manj pogosto izmenjujejo z močnejšimi gradientnimi vetrovi, največkrat z jugom in burjo.

■ Termični vetrovi

Poletno vreme nas večkrat razveseli z ustaljenim območjem visokega zračnega tlaka, ki ne dovoljuje pogostih prehodov frontalnih sistemov in z njimi povezanega gradientnega vetra juga ali burje. Poskrbi pa za nastanek dnevnih termičnih vetrov, ki omogočajo ugodno dnevno plovbo, jadralcem na deski in kajtarjem z večjo površino jader in kajtov ter prostornino desk pa obilo zabave ob drsenju na deski po vodni gladini. Ti vetrovi so zelo primerni tudi za učenje teh športov.

Jutranji termični veter – burin

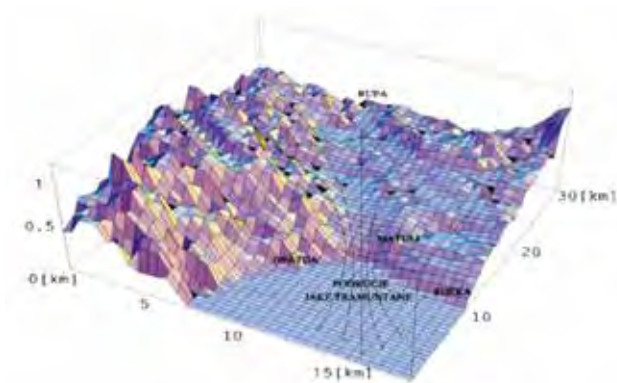
Za nastanek in hitrost jutranjega termičnega vetra je poleg stabilnega vremena pomembna izoblikovanost površja ob obali in nekaj 10 km v zaledju ter razlika med temperaturo zraka nad morjem in temperaturo zraka nad kopnim. Značilen pojav vetra nastane zaradi izenačevanja zračnega tlaka med dvema različno ogretim zračnima masama. Stabilno anticiklonalno vreme brez večjih gradientov v zračnem tlaku omogoča ob jasni noči nastanek jutranje

hladne zračne mase nad kopnim ter tople zračne mase nad poleti ogretim morjem. Izenačevanje pritiska med njima poznamo kot rahel jutranji burin, ki piha iz obale nad morje večinoma iz smeri burje (sever-vzhod) ali tramontane (sever). Na nekaterih mestih ob obali ali ponekod na zavetrni strani otokov pa lahko ta veter dosega hitrosti med 6 m/s in 17 m/s (tj. v razponu med 4 in 7 Bf).



Slika 2. Jutranji burin, imenovan tudi tramontana v zalivu Preluk (Foto: Polajnar Janez).

Slika 2 prikazuje močan jutranji burin v zalivu Preluk pri Opatiji, ki je priljubljeno zbirališče slovenskih in hrvaških jadralscev na deski. Ta močan veter pogosto imenujejo tudi tramontana in nastane na priobalnem območju, kjer se v hladni noči na planotasto hribovitem zaledju v okolici Ilirske Bistrice (nekaj 100 m nad morsk gladino zaliva Preluk) steka in kopiči hladen zrak, ki se nato ob strmi obali pri Matuljih z velikim padcem spušča nad morje. Slika 3 grafično prikazuje pobočje (relief), ki omogoča nastanek jutranjega vetra v zalivu Preluk. Razvidno je, da se močan veter kot voda izteka tam, kjer je teren najbolj strm. To so običajno pobočne grape in doline, iz katerih piha veter nad morje v pahljačasti obliki. V primeru vetra v zalivu Preluk pa je to kraško podolje med mejnim prehodom Rupa in Matulji.

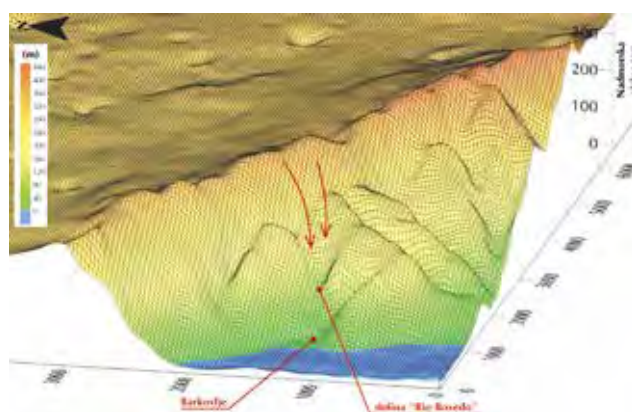


Slika 3. Relief, ki omogoča nastanek jutranjega vetra v zalivu Preluk (Polajnar, Trobec, Jerman, 2003).

Hitrost vetra se z oddaljenostjo od obale manjša. Poleg izoblikovanosti površja je za nastanek močnega jutranjega burina pomembna tudi razlika v nočnih temperaturah zraka nad kopnim in nad morjem. Ob vseh naštetih pogojih je za povprečno hitrost vetra 5

Bf (kolikor ga povprečno rabijo jadralsci na deski in kajtarji za drsenje na vodni gladini) pogoj, da je zračna masa nad kopnim najmanj 10 °C (še bolje pa več) hladnejša od zračne mase (tik) nad morjem. Taki pogoji se običajno ustvarijo zgodaj zjutraj ob sončnem vzhodu. Zaradi tega je takrat veter najmočnejši. Z jutranjim soncem in segrevanjem pobočij pa se približno po dveh urah po sončnem vzhodu zrak nad obalo toliko segreje, da prekine jutranjo termično izmenjavo zračnih mas. Jutranji termični vetrovi so najmočnejši in najbolj pogosti poleti in zgodaj jeseni, ko je morje toplo, zrak nad kopnim pa se ob vedno daljših nočeh vse bolj ohlaja.

Jadralscem vseh vrst, predvsem pa jadralscem na deski, je znano tudi območje močnega jutranjega burina v Barkovljah pri Trstu. Tudi tam se preko strmega kraškega roba po dolini Rio Bovedo, prek Sežane, nad morje zliva hladen zrak s Krasa. Slika 4 prikazuje grafični model reliefa in kaže, da je tudi pri Barkovljah efekt podoben kot v zalivu Preluk.



Slika 4. Grafični model reliefa nad Barkovljami, ki omogoča nastanek močnega jutranjega burina (puščici kažeta značilno smer vetra) (Pagon, 2006).



Slika 5. Močan jutranji burin v Barkovljah v svojem strženu piha do okoli 11. ure (Foto: Polajnar Janez).

Na zgornjem robu Slike 5 je viden stržen močnega jutranjega burina v Barkovljah pri Trstu, ki doseže morsk gladino cca. 100–150 metrov od obale in piha do okoli 11. ure.

Kanaliziran močnejši burin zapiha tudi drugje ob visoki jadranski obali v priobalnem območju pod Velebitom, Mosorjem ter se večkrat razširi vse do zunanjih otokov širšega kvarnerskega in zadarsko-šibeniškega arhipelaga. Manj izraziti in šibkejši pahljačasti vetrovni strženi se pojavljajo tudi ob vzhodni obali Istre in ob večjih dalmatinskih otokih ob Braču, Hvaru, Visu in drugih. Jakost in trajanje lokalnega (otoškega) burina pa je tu zaradi površja z manjšim zaledjem hladnega zraka precej manjša.

Popoldanski termični veter – maestral

Močno poletno sonce čez dan segreva prisojna obalna pobočja in zaledje kopnega. Tako se nad kopnim ustvari topla zračna masa; nad morjem pa se zadržuje hladnejša zračna masa. Tok izenačevanj zračnega tlaka med njima poznamo kot dnevni veter maestral, ki sprva piha z morja na obalo, kasneje pa zaradi vpliva Coriolisove sile (Slika 1) vzporedno z njo. Veter piha večinoma iz severozahoda, med dalmatinskimi otoki z zahoda, ob vzhodni obali Istre pa z jugozahoda. Na njegovo smer in hitrost vpliva predvsem dinarska slemenitev jadranske obale in otokov, ki poteka iz smeri severozahoda proti smeri jugovzhod. Maestral dodatno okrepijo visoka prisojna pobočja nad obalo in ožine med otoki. Veseli so ga predvsem jadralci, ki plujejo proti jugu, saj na odprtem morju piha enakomerno in ne premočno. Na nekaterih mestih ob obali in predvsem med otoki pa se ta veter čez dan še okrepi in dosega hitrosti od 4 do 6 Bf (oz. od 6m/s do 15m/s). Ožine z močnejšim Maestralom izkoriščajo jadralci na deski in kajtarji.

Maestral je razmeroma „tanek“ veter v najnižjih zračnih plasteh, ki dokaj enakomerno piha večinoma vzporedno z zahodno obalo Istre in obalo Dalmacije. Pogoji za nastanek Maestrala je temperaturna razlika med kopnim in morjem (ta je večja spomladi in zgodaj poleti). Hitrost maestrala se poveča, če v višinah nekaj 100 m nad morjem veter piha v obratni smeri kot maestral, iz obale na morje. Takšne vetrovne razmere so običajno dan ali dva po burji. Hitrost maestrala na odprtem morju večinoma ne presega 3–4 Bf, razen na nekaterih območjih, kjer zaradi izoblikovanosti površja in lege otokov doseže jakost do 6 Bf. Maestral poveča hitrost ob obalah visokih prisojnih pobočjih hribov na obali in otokih. Topel zrak se ob pobočjih intenzivno dviguje v višje plasti ozračja, na njegovo mesto pa priteka hladnejši zrak z morja. Tudi ožine med otoki (zaradi Venturijevega efekta) poskrbijo za še večjo hitrost vetra. So kot naravne šobe, skozi katere se zrak giblje hitreje. Okrepljen maestral najpogosteje zapiha v ožinah med visokimi dalmatinskimi otoki, kjer se vzpetine ob ožinah dvigajo 600 do 900 m nad morjem, zlasti pa v Hvarskem, Ščedranskem, Pelješanskem in Mljetskem kanalu.



Slika 6. Hvarski kanal med Hvarom in Bračom, Ščedranski kanal med otokom Ščedro in Hvar (earth.google.com, 2018).

Slika 6 prikazuje Hvarski kanal med Hvarom in Bračom ter Ščedranski kanal med otokom Ščedro in Hvar. Ožine med otoki zaradi kanalov, ki jih ustvarita, na najožjih delih omogočata razvoj večje hitrosti maestrala.

Maestral se okrepi tudi v ožinah med nižjimi otoki severne Dalmacije, na območju med Dugim otokom, Kornati in obalo. Skoraj da že kulturne lokacije jadralcev na deski in kajtarjev so na tem območju Bol na Braču, območje pri izlivu reke Neretve, Viganj na Pelješcu in Lumbarda na Korčuli.

Okrepljen, vendar bolj sunkovit maestral nastane tudi na zavetrni strani manjših nizkih otokov in v zalivih, ki so odprti proti jugovzhodu. Tu se zrak na privetrni strani otoka dvigne in segreva in preko slemen z večjo hitrostjo spušča (in ohlaja) na zavetrno stran otoka. V nekaterih zalivih, na primer na Istu, v ožini Zapuntel, Brkuljanskem zalivu na Molatu ali na Žirju in še nekaterih, so lokacije popoldanskega maestrala, ki tam piha tudi 5 Bf. Močan, sunkovit in kanaliziran maestral nastane tudi ob zavetrnih obalah in v nekaterih zalivih na zunanji – severni strani dalmatinskih otokov, na območju med Unijami in Šolto.

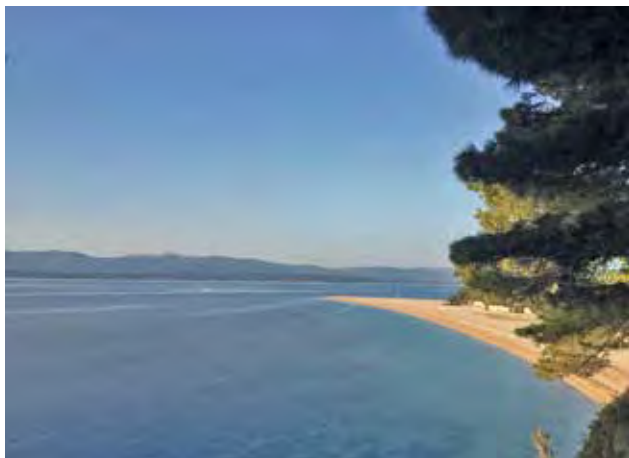


Slika 7. Lokalno okrepljen maestral v Uvali Stupica na otoku Žirje (Foto: Gabrovšek Polajnar Darja).

Maestral se okrepi tudi ob vzhodni obali Istre med Ravnijem in Mošeničko drago. Zaradi visokih prisojnih pobočij pogorja Skitača ob vzhodni istrski obali z Učko ter ožine med Istro in Cresom piha tam okrepljen maestral iz jugozahodne in južne smeri. Priljubljena lokacija jadralcev na deski in kajtarjev na tem območju je Ravni, na zahodni obali Istre pa ožina med Brijoni in Fažano.

Indikatorji za močan maestral so indikatorji stabilne vremenske situacije. Maestral je običajno močnejši nekaj dni po burji in ga s pomočjo vsakodnevne vremenske napovedi predvidimo tudi nekaj dni v naprej. V omenjenih ožinah med otoki lahko z gotovostjo predvidimo močan popoldanski veter v primerih, ko so izpolnjeni naslednji vremenski dejavniki:

- Ustaljeno območje enakomernega zračnega tlaka ali širjenje grebena visokega zračnega tlaka.
- Jasno vreme nad morjem in zjutraj tudi nad obalo.
- Suh in hladnejši zrak, običajno po burji.
- Velika temperaturna razlika med temperaturo ponoči in temperaturo čez dan.



Slika 8. Značilno jutro, ki napoveduje dan z maestralom na Bolu na Braču (Foto: Majerič Matej).

Slika 8 prikazuje značilno jutro z jasnim nebom, ki napoveduje dan z maestralom na Bolu na Braču.

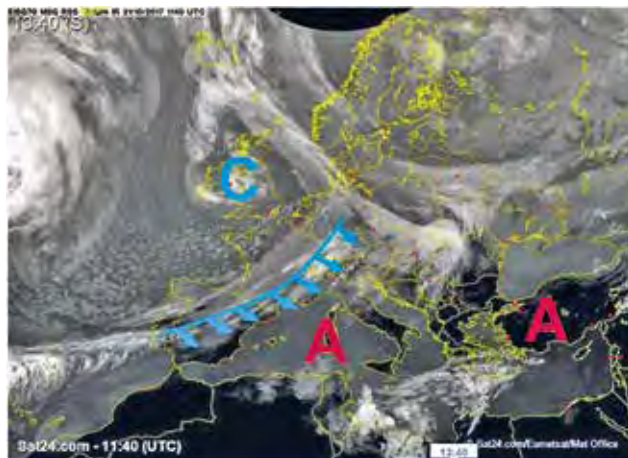
Maestral včasih zamenjujemo z gradientnim vetrom iz iste smeri. Gre za severozahodni veter, ki piha po sredini Jadrana, ob njegovi vzhodni obali pa takrat piha burja. Segrevanje kopnega prekine tok burje proti morju, severozahodnik pa se pomakne od obale. Verjetno ustrežnejši izraz za ta veter bi bil tramontana.

■ Gradientni vetrovi

Jugo in burja sta najznačilnejša vetrova na Jadranu. Časovno gledano v veliki večini primerov pred burjo piha jugo.

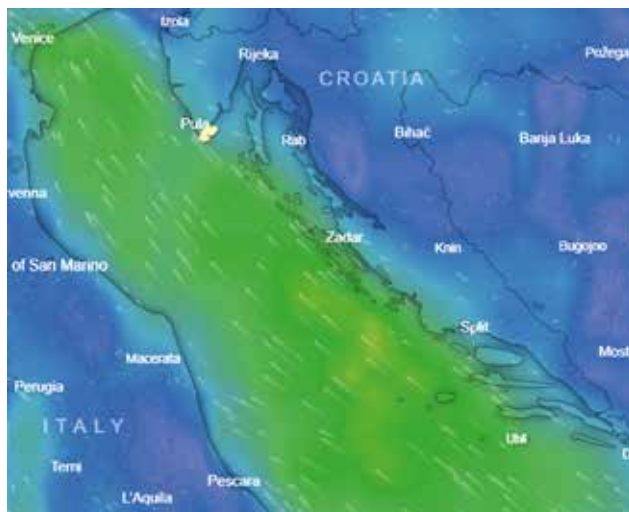
Jugo

Pri razlagi in napovedovanju juga si pomagajmo z nižinsko prognostično karto, ki jo objavljajo časopisi, običajno jo vidimo kot ozadje pri televizijskih vremenskih napovedih ali pa je objavljena na oglasnih deskah marin (slika 9). Bližanje hladne fronte Jadranu je že dober znak. Seveda ni vseeno od kod bo fronta prešla Jadran. Vemo, da pred fronto veter piha skoraj vzporedno s fronto (proti nižjemu zračnemu tlaku) in po tem pravilu bi morala fronta ležati vzporedno z orientacijo Jadranskega morja. Seveda se to zgodi zelo redko, fronte so veliko pogosteje orientirane v smeri jugozahod–severovzhod. Tu se pokaže vpliv Dinarske pregrade. Jugo se namreč kanalizira tako, da piha vzporedno z obalo, to je iz prevladujoče smeri jugovzhoda v Otrantskih vratih. Ob zahodni obali Istre pa je njegova prevladujoča smer čisti jug. Slika 9 prikazuje vremensko situacijo, ko fronta doseže Alpe. Takrat je jugo najmočnejši, nekaj ur pred prehodom fronte pa na severnem Jadranu jugo slabi (tipično kakšnih 12 ur pred fronto). Alpe predstavljajo za fronto oviro, kar pomeni, da se fronta ob prehodu nekako ovije okrog Alp. Na fronti tako pogosto nastane sekundarni val, kar se na nižinskih prognostičnih kartah kaže kot kratek odsek tople fronte. V zavetju Alp nastane ciklon. Ta posrka hladen zrak v nižinah okoli Alp, v višinah pa še pihajo jugozahodni vetrovi. To je čas, ko v severnem Jadranu zapiha burja, v srednjem in južnem Jadranu pa še vedno piha močan jugo. Pogosto jugozahodnik v notranjosti Slovenije napoveduje jugo, saj začne v višjih legah pihati že nekaj dni prej kot ob morju.



Slika 9. Značilen položaj vremenske fronte ob jugu v Jadranu in jugozahodniku na jezerih (Neurje.si, 2017).

V Dalmaciji in tudi v navtični literaturi jugo pogosto delijo na "črni" ali "mrki" jugo in "beli" ali "vedri" jugo. Do pojava vedrega – anticiklonalnega – juga pride takrat, ko je nad Balkanom izrazito območje visokega zračnega tlaka. Zračne mase, ki pritekajo nad Jadran, so v tem primeru bolj suhe, vendar tople. Vedri jugo ni prav posebno močan, pojavlja pa se bistveno redkeje kot črni jugo. Razlaga za reklo, da se na morju boj "vedrega" juga, je verjetno v tem, da je v primeru "vedrega" juga na zahodu navadno ciklonsko območje, ki se utegne pomakniti proti vzhodu, jugo pa bi se v tem primeru še okrepil in spremenil v "mrki" jugo.



Slika 10. Prikaz značilne smeri Juga ob obali jadranskega morja z aplikacijo Windy.com (2018a).

Za razliko od burje je jugo bolj enakomeren veter, saj piha vzporedno z jadransko obalo. To je razvidno iz Slike 10. Pri takšni situaciji lahko predvsem blizu obale opazimo nihanje hitrosti juga; njegova hitrost se v sorazmerno rednih časovnih intervalih spreminja za več kot 1 Bf. Hitrost juga je večja na odprtem morju, lokalno pa se poveča tudi v prelivih med otoki in na nekaterih zavetnih straneh otokov, kjer se veter zaradi izoblikovanosti površja spušča in kanalizira ter zaradi Venturijevega efekta okrepi. Geografsko gledano piha jugo močnejše na južnem in srednjem Jadranu, kjer

lahko predvsem jeseni in pozimi doseže orkansko moč. Na odprtem morju je močnejši kot ob vzhodni jadranski obali. Posledica juga, ki piha običajno pred prehodom fronte več dni vzporedno z obalo, so visoki valovi. Le-ti so najvišji na odprtem morju, pa tudi na priobalnem morju ob plitvinah in na območjih morskih tokov, ki so usmerjeni v nasprotni smeri kot piha veter. To je na primer v okolici Kamenjaka na jugu Istre. Priljubljena območja za jadralce na deski na valovih sta plitvini med polotokom pri Kamenjaku in otočkom Ceja ter plitvina ob rtu Kurila na Lošinju (Slika 11). Najvišji valovi na Jadranu so bili zabeleženi ob jugu in so dosegli višino okoli 6 metrov. Za plovbo proti jugu ob jadranski obali pa je zaradi nižjih valov in šibkejšega nasprotnega vetra v takih primerih bolje izbrati nekoliko daljšo pot v zavetju med notranjimi otoki blizu obale. Hvaležna bo posadka in plovilo.



Slika 11. Jugo z visokimi valovi na rtu Kurila na Lošinju (Foto: Majerič Matej).

Jugo se najpogosteje pojavlja v hladnih mesecih leta, in sicer v novembru in decembru, prav tako pa je precej pogost v februarju in aprilu. V času poletnih dopustov se pojavlja manj pogosto. Zanimivo je, da je število dni z močnim jugom (več kot 3 Bf) največje v srednjem Jadranu, manjše v južnem in najmanjše v severnem Jadranu. Jugo se tako povprečno pojavlja v Splitu kar 5 krat pogosteje kot v Puli in za 20 % pogosteje kot v Dubrovniku.

Slovensko morje je zaščiten pred višjimi valovi, ki jih povzroča jugo. Najmočnejše piha v Piranskem zalivu, kjer se razvijejo do polmetrski valovi. Priljubljena vstopna točka za jadralce na deski in kajtarje je v Seči pri gostilni Ribič. Precej drugačna slika morske pokrajine je za Savudrijskim rtom ob zahodni obali Istre, kjer lahko jugo dviguje nekajmetrske valove, zlasti ob plitvinah Čirvan pri Červarju, plitvini pri Dajli in Umagu.

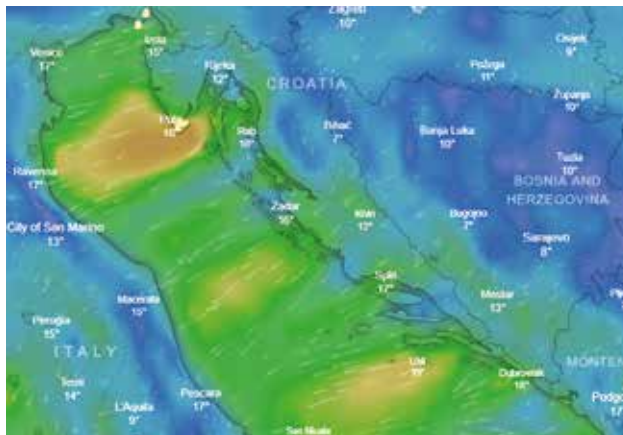
Pred jugom ali v času juga ob Jadranu pa na jezerih v notranjosti Slovenije večkrat piha dovolj močan jugozahodni veter. Za jadranje je primerno močan zlasti v kombinaciji s termičnim vetrom, ki piha v isti smeri, to pa je običajno spomladi, ko so termični vetrovi v notranjosti tudi najmočnejši. Najbolj enakomeren jugozahodnik piha na prehodu med Slovenskimi Goricami in Panonsko nižino, na Ptujskem in Gajševskem jezeru ter na ojezerjenih gramoznih jamah v Pomurju. Lansko leto smo dobili tudi novo vodno površino na akumulacijskem jezeru za hidroelektrarno Brežice, na katerem zaradi odprtega Brežiškega polja piha konstanten zahodni veter. Jugozahodnik, pojačan s termičnim vetrom, piha pomladi in poleti na Bohinjskem jezeru, pa tudi na ojezerjenem Cerkljanskem jezeru.



Slika 12. Zahodnik na novem jezeru za HE Brežice (Foto: Polajnar Janez).

Burja

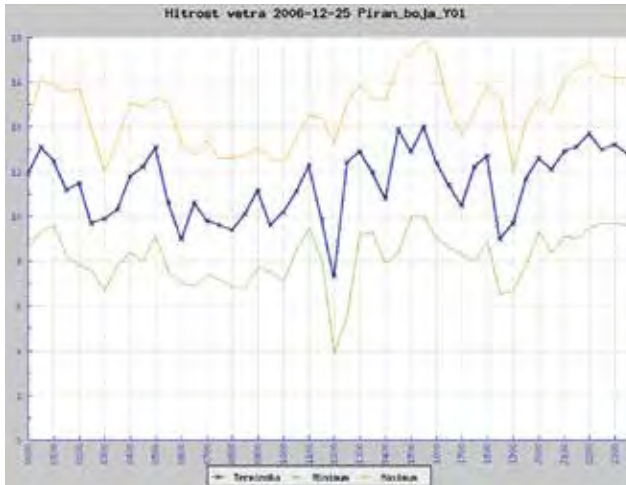
Pomorščaki burji v Jadranu, predvsem zaradi njene moči (ki jo lahko občasno primerjamo z najmočnejšimi vetrovi velikih svetovnih morij), izrekajo posebno spoštovanje. Šibko in zmerno burjo pogosto izkoristimo za jadranje na deski in kajtanje; ko pa jadramo z jadrnico, moramo biti pri burji vedno previdni; saj zaradi svoje nenadne silovitosti predstavlja najbolj resno nevarnost za varno plovbo in sidranje. Močna burja in z njo povezani morski tokovi ustvarjajo ekstremne pogoje za jadranje vseh vrst. Ker nas burja rada preseneti z nenadnim začetkom in stopnjevanjem svoje hitrosti, si zasluži še posebno pozornost. Pogosti so primeri, kjer so posamezniki zaradi nepoznavanja lokacije jadranja in značilnosti burje ogrozili svoje življenje in poškodovali ali celo uničili opremo.



Slika 13. Prikaz značilnih strženov burje na obali jadranskega morja z aplikacijo Windy.com (2018b).

Burja je ob vzhodni obali Jadrana značilen padajoč (t. i. katabatičen) veter, ki piha iz smeri sever-vzhod. Podoben veter kot burja se pojavlja tudi na drugih lokacijah Sredozemskega morja (npr. mistral ob Azurni obali). Predstavljamo si lahko, da je burja zajezen hladen zrak, ki se v obliki slapu zliva preko gorskih pregrad na nižje lokacije. Zajezen zrak tudi niha, zato pljuske čez pregrado enkrat več, drugič manj hladnega zraka. Nihanje je navadno časovno precej pravilno. Petkovšek (1976, 1991) je v svojih raziskavah o hitrostih

burje ugotovil značilne periode, ki se pojavljajo kot nihanja hitrosti v intervalih 5, 10 in 22 minut. Za burjo je značilno tudi to, da se dodatni vrtinci tvorijo ob ovirah pri padanju zraka ob pobočju. Razmerje med največjo hitrostjo in povprečno hitrostjo burje je običajno med 2 in 2,5; v izjemnih razmerah pa so sunki lahko tudi 3-krat močnejši kot povprečna hitrost vetra. Primer meritve na Sliki 14 prikazuje podatke iz oceanografske boje Vida pred Piranom in kaže največje sunke burje v m/s. Razvidno je, da so bili največji sunki burje najmanj 2-krat močnejši v primerjavi s povprečnimi sunki. Sunki burje so sicer najmočnejši ob vznožju hribov, kjer padajoči zrak doseže največjo hitrost.

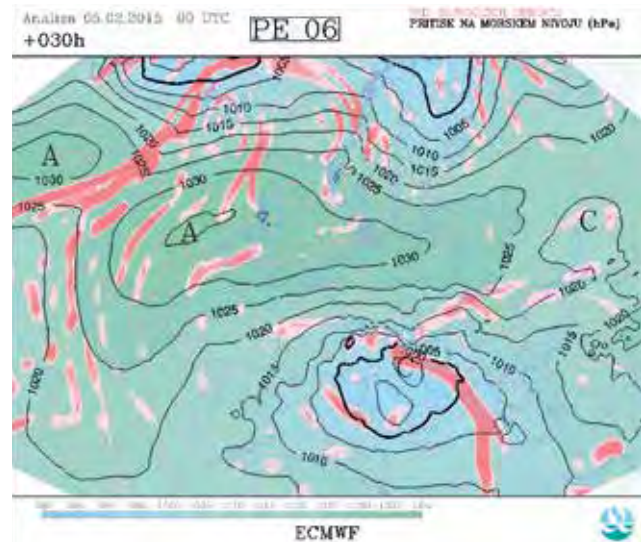


Slika 14. Razmerje v izmerjenih hitrostih burje v m/s na oceanografski boji Vida pred Piranom (ARSO, 2006).

Burja je pravzaprav tipičen fenski veter. Iz zraka se ob morebitnih padavinah na privetni strani gorskih pregrad, kot so: Trnovski gozd, Nanos, Javorniki, pogorje Velebita, izloči del vlage, pri spuščanju zraka preko pregrade pa se zrak stiska in zato segreva. Pri spuščanju zraka za 100 metrov višinske razlike se zrak segreje za 1 °C. Zanimivo je, da so kljub prepričanju, da je burja hladen veter, poleti najvišje temperature v slovenskem Primorju zabeležene ravnno ob šibki burji (seveda se takrat nad nami ne sme zadrževati preveč hladnega zraka). Burja namreč preprečuje nastanek maestra, ki prinaša z morja ohlajen zrak.

Burja nastane, ko se za glavnim Dinarskim grebenom, ki ločuje Jadran od celinskega dela, nabere zadosti debela plast hladnega zraka. To je navadno po prehodu hladne fronte. Pogoj za nastanek burje je torej dovolj velika razlika v temperaturi zajezenega zraka v notranjosti za gorskim grebenom in tistega nad Jadranom. Seveda pa burjo še dodatno okrepi ustrezen gradient v polju zračnega tlaka, ko je zračni tlak nad Jadranom nižji od tistega na celini.

Dolgotrajna burja piha predvsem takrat, ko je poleg temperaturnega gradienta (hladen zrak nad celino in toplejši zrak nad Jadranom) prisoten še gradient v polju tlaka. Značilna situacija za tak tip burje je takrat, ko je nad Jadranom ali Balkanom ciklon, nad severno Evropo pa območje visokega zračnega tlaka s hladnim zrakom. Takšno vremensko situacijo prikazuje Slika 15, ki je pogosto razlog za močno burjo.



Slika 15. Močan gradient med anticiklonom nad Evropo in ciklonom v Jadranu. Ekstremno močna burja, 6. 1. 2017 (ARSO, 2017).

Ciklon se lahko nad Jadranom zadržuje tudi več dni. Še posebno nadležni so cikloni, ki nastanejo iz višinskih ciklonov. Ti nastanejo iz odcepljenih jeder hladnega zraka v višinah okoli 5000 m. Zrak prične krožiti v ciklonski smeri najprej v višjih zračnih plasteh, nato pa se ciklonsko kroženje zraka vzpostavi tudi v nižjih zračnih plasteh. Višinski cikloni so sorazmerno vzdržljivi vremenski sistemi. Kadar so vaše počitnice poleti pokvarjene zaradi tedna (ali več) slabega vremena, se lahko največkrat zahvalite prav višinskemu ciklonu ali – kot se temu strokovno reče – odcepljenemu jedru hladnega zraka. Napovedovanje gibanja takega ciklona je precej nevhvaležno, zato so v takih primerih pogosto napačne tudi vremenske napovedi.

Kljub dejstvu, da je burja katabatičen veter in prinaša sorazmerno suh zrak, se pojavljajo ob burji tudi padavine. Te se pojavljajo predvsem pri t. i. ciklonalni burji, ko je nad Jadranom ciklonsko območje. V višjih zračnih plasteh vetrovi iz južnih smeri prinašajo vlažen zrak, ta se ob klinu hladnega zraka, ki ga predstavlja plast z burjo, dviga in pojavljajo se padavine.



Slika 16. Ekstremno močna ciklonska burja pred Piranom, 10. 3. 2010 (Foto: Rogelja Manja).

Burja se največkrat pojavlja v hladni polovici leta z maksimumom v januarju, februarju in marcu. Verjetnost za burjo je pozimi v pov-

prečju kar 4-krat večja kot v poletnih mesecih. Absolutni rekorder po številu opazovalnih terminov z burjo ob vzhodni Jadranski obali je Senj, precej blizu pa mu sledi Split. Pogostost pojavljanja burje se manjša z oddaljenostjo od najvišjih pregrad Dinarske verige, v Zadru se burja pojavlja recimo kar 4 krat redkeje kot v Senju.

Burja ne piha povsod enakomerno. Njena hitrost in smer sta v veliki meri odvisni od izoblikovanosti priobalnega površja, obale in otokov. Veter se prilagaja oblikam terena. Strženi z največjo hitrostjo burje so običajno v priobalnem področju na mestih, kjer izoblikovanost površja omogoča vetru najlažjo pot do morja. To so ista področja, kjer močnejše piha prej omenjeni jutranji burin. Sunki pa so praviloma najmočnejši tam, kjer je obala najbolj strma in visoka, kot je to nad Tržaškim zalivom.



Slika 17. Ciklonska burja z značilnimi oblaki na lokaciji Marina Julija (Foto: Majerič Matej).

V Tržaškem zalivu hladen zrak pada preko 400 do 500 m visokega Kraškega roba in izoblikuje vetrovni stržen. Najmočnejše piha v strženu po sredini zaliva pod Barkovlami (med Miljskim zalivom in gradom Miramare). To je tako imenovana »tržaška burja«, ki se običajno nadaljuje z močnejšim vetrovnim strženom po sredini zaliva med Piranom in Gradežem. Hitrost burje ob slovenski obali je nekoliko manjša. Predvsem ob šibki ali zmerni burji je izrazita meja med močnejšim vetrom v strženu burje in nekoliko šibkejšim vetrom ter poteka od Debelega Rtiča preko Piranske punte do Savudrije, kjer ob zahodni obali Istre burja praviloma hitro oslabi. Hitrost vetra v strženu je tudi do 2 Bf večja od hitrosti vetra v Koprskem ali Piranskem zalivu. Tako je na območju slovenske obale in Tržaškega zaliva precej vstopnih točk za jadrce na deski in kajtarje. Najbolj obiskani zaradi lepega dostopa in dokaj konstantnega vetra pa so v Žusterni, Izoli, tudi v Seči ter ob hotelskem naselju Marina Julija pri Tržiču (Monfalcone) in v Pineti pri Gradežu. Podobna značilna področja z močnejšo burjo so ob celotni jadranski obali. Najbolj znana je »kvarnerska burja« ob vzhodni obali Istre predvsem zaradi visokih strmih valov in »velebitska burja«. Ob vzhodni obali Istre so za jadrce na deski in kajtarje najbolj primerna vstopna mesta v Medulinskem zalivu na območju Premanture, v Ližnjanu in ob hotelskem naselju Girandella pri Rabcu, pri Punatu in v Baški na Krku. Ob močni burji lahko veter v sunkih doseže orkansko moč, zato je na teh območjih na vodi treba biti dodatno previden; z jadrnicami pa se je teh območij bolje izogniti. Tudi v zavetju otokov se lahko srečamo z močno burjo in razburkanim morjem. Običajno v prelivih med otoki, tako imenovanih vratih, kjer kakor skozi odprta okna piha precej močnejši veter, ki ustvarja strme valove in močan morski tok.



Slika 18. Satelitski posnetek stržena močne burje pri Barkovljah v Tržaškem zalivu (ARSO, 2017).



Slika 19. Visoki valovi ob burji pred Piranom, 10. 3. 2010. Najvišji izmerjeni valovi so bili prek 4,5 m (Foto: Rogelja Manja).



Slika 20. Značilna anticiklonska burja z jasnim nebom v Ližnjanu (Foto: Majerič Matej).

Za oceno hitrosti burje lahko poleg javno dostopnih modelskih izračunov vetra uporabimo sveže polurne podatke o hitrosti in smeri vetra z avtomatskih meteoroloških postaj, ki jih objavljajo tudi pri vremenskih poročilih na radiju ali na spletnih straneh ARSO za slovensko morje in spletnih straneh DHMZ za hrvaško morje. Večina javno dostopnih podatkov je pregledno zbrana na spletni strani vetercek.com. Vrednosti o hitrosti in smeri vetra se izpisujejo vsake pol ure in so podane kot povprečne hitrosti vetra za 30 minutno

obdobje, izpisujejo pa se tudi največje hitrosti (sunki) vetra. Hitrosti vetra v sunkih so približno enkrat večje od povprečne polurne hitrosti vetra, izmerjene na avtomatskih postajah. Večinoma dosega burja na odprtem morju enake hitrosti kot kažejo največje izmerjene hitrosti vetra v sunkih. Točno hitrost burje na morju nam torej opišejo podatki o hitrostih burje v sunkih. Ti so običajno objavljeni pri vremenskih poročilih, ko hitrost vetra v sunkih preseže 10 m/s. Jadralci na deski in kajtarji, ki se ukvarjajo s svojim priljubljenim športom tudi v hladni polovici leta, morajo pri izbiri jader in kajtov upoštevati tudi temperaturo zraka. Veter pri enaki hitrosti ima ob temperaturi zraka 0°C za približno 10 % večjo moč kot veter pri temperaturi zraka 30°C. Povečana moč vetra je posledica večje gostote hladnejšega zraka. Zato pozimi uporabljamo nekoliko manjša jadra kot poleti.

■ Sklep

Hitra prometna dostopnost do morja, zanesljiva napoved vetra in vremenskih razmer ter sodobna oprema omogočajo izvajanje vodnih športov na veter vse večjemu krogu uporabnikov vse več dni v letu. Največ ura in pol vožnje z avtomobilom iz notranjosti države do slovenskega morja in jadrana na deski ali kajtanja omogoča tudi dnevne pobege na veter. Vetrovne razmere v Sloveniji in njeni okolici so ugodne in omogočajo jadranje v različnih pojavnih oblikah preko celega leta povprečno dva ali večkrat tedensko. Kljub občutku o popolni predvidljivosti naravnih pojavov z najsodobnejšo informacijsko komunikacijsko tehnologijo pa je dobro poznati osnovne zakonitosti vremenskih procesov in značilnosti različnih vetrov pri nas. Povezovanje znanja in izkušenj o vetru s sodobnimi orodji za napoved vetrovnih razmer omogočajo kontinuirano in varno udejstvovanje z jadrnimi športi tudi v »zavetrni« strani Alp.

■ Literatura

- Arso (2006). Razmerje v izmerjenih hitrostih burje v m/s na oceanografski boji Vida pred Piranom. Delovno gradivo predavanj o vetrovnih razmerah. Ljubljana: ARSO.
- Arso (2017). Satelitski posnetek stržena močne burje pri Barkovljah v Tržaškem zalivu. Delovno gradivo predavanj o vetrovnih razmerah. Ljubljana: ARSO.
- ARSO (2017). Močan gradient med anticiklonom nad Evropo in ciklonom v Jadranu. Ekstremno močna burja, 6. 1. 2017. Pridobljeno s <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet===wL1BHbvFG-Zz9SbIRXZv9SYwB3L3VmYtVGdvAXdqN3LwJ3bn9icIFGbt9SatF2Zl9SaulGdgXbsxXZ1J3bwV2XhFGfp1WYnVGf7NGbIFmcNFGcEFGdhpj-Zhx2clxCZv1WYp5mOnMHbvZXZuIwYnwCchJXyTvgdJnOnEETBRU-SO9IVBFDMMndSf>
- Arso (2018). Gibanje zraka od višjega k nižjemu zračnemu tlaku in Coriolisova sila, ki odklanja gibajoče zračne delce, na severni zemeljski polobli, v desno. Delovno gradivo predavanj o vetrovnih razmerah. Ljubljana: ARSO.
- Malej, A., Polajnar, J. (2001). Uporaba mehke logike pri napovedovanju jutranjega termičnega vetra v Preluki. Konferenca Informacijska družba, Inteligentni sistemi, simpozij 2, Ljubljana, 22. do 26. 10. 2001.
- Neurje.si (2017). Značilen položaj vremenske fronte ob jugu v Jadranu in jugozahodniku na jezerih. Pridobljeno s <http://neurje.si/home/blog/2017/10/21/na-dan-volitev-nas-bo-presla-izrazitejsa-hladna-fronta-z-ohlavitvijo-in-padavinami-vmes-bodo-tudi-mocnejši-nalivi/>
- Pagon, P. (2006). *Jutranji termični veter v Barkovljah pri Trstu*. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani: Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.
- Petkovšek, Z. (1976). Periodičnost sunkov burje. *Razprave-Papers*, leto 20, št.2, DMS, Ljubljana, 67–75.
- Petkovšek, Z. (1991). Bases and algorithm for Nowcasting of the Bora, *Meteorol. Atmos. Phys.* 46., 169–174.
- Polajnar, J. (1996). Nekaj ugotovitev o močnejših vetrovih v Sloveniji, primernih za jadrnanje. *Življenje in tehnika*, št. Julij-avgust 1996.
- Polajnar, J., Jerman, J. (1999). Termični vetrovi ob Jadranu. *VAL navigacija*, julij-avgust 1999.
- Polajnar, J., Trobec, R. (1998). Napovedovanje vetrov, primernih za jadrnanje, s pomočjo interneta. *Življenje in tehnika*, junij 1998.
- Polajnar, J., Trobec, R. in Jerman, J. (2003). O vremenu in vetru malo drugače. Pridobljeno s <http://www.paragliding-slovenia.si/Pictures/pdf/skripta-vreme.pdf>
- Polajnar, J., Trobec, R. in Jerman, J. (2003). Vetrovi primerni za surfanje in jadrnanje. Ljubljana: Športno društvo Windsurfing Style Team., učna skripta, Ljubljana, februar 2003.
- Slika 6. Hvarski kanal med Hvarom in Bračom, Ščedranski kanal med otokom Ščedro in Hvar. Pridobljeno s <https://earth.google.com/web/@43.21985337,16.70553525,8.24944091a,100520.45185558d,35y,-0h,0t,0r>
- Windy.com (2018a). Prikaz značilne smeri Juga ob obali jadranskega morja z aplikacijo Windy.com. Pridobljeno s <https://www.windy.com/744.797,13.436,7m:eViagxy>
- Windy.com (2018b). Prikaz značilnih strženov Burje na obali jadranskega morja z aplikacijo Windy.com. Pridobljeno s <https://www.windy.com/44.823/13.982?43.934,13.986,7m:eTRagy>
- Žagar, M., Gregorič, G., Jerman, J., Polajnar, P., Poredoš, A., Pristov, N., Rakovec, J., Vrhovec, T. in Strajnar, U. (1997). An example of dynamical adaptation for a small-scale wind forecast. *MAP Meeting*, Belgirate 11. –13. 6.1997.
- Žagar, M., Gregorič, G., Jerman, J., Polajnar, P., Poredoš, A., Pristov, N., Rakovec, J., Vrhovec, T. in Strajnar, U. (1997). An example of short range wind prediction in meso gama scale. *MAP Meeting*, Belgirate 11. –13. 6.1997.
- Žagar, M., Jerman, J., Gregorič, G., Polajnar, J. in Trobec, R. (1997). An example of short range wind prediction in micro scale. Petkovšek, Z. (1991). Bases and algorithm for Nowcasting of the Bora, *Meteorol. Atmos. Phys.* 46., 169–174.

Janez Polajnar, univ.dipl. geogr.,
Ulica v Kokovšek 60, 1000 Ljubljana,
tel. +386 041 744 932,
janez.polajnar@gov.si