



ANALIZA PROLJEĆA 2023. GODINE PO TIPOVIMA VREMENA

Dunja Plačko – Vršnak, dipl. ing.
Tomislava Hojsak, dipl. ing.
Krunoslav Mikec, dipl. ing.

Uvod

Ožujak je obilježilo promjenljivo, proljetno vrijeme s povremenom kišom, ali je bilo i lokalnih pljuskova s grmljavinom, a uz zahladnjenje u gorju je bilo i snijega, primjerice 15. ožujka. Preko naše zemlje premještale su se ciklone i atmosferske fronte, a po visini doline. Utjecaj visinskog grebena bio je nešto rjeđi, ali je ipak bilo i dana s iznadprosječnom toplinom. S prisustvom ciklona južnije od naše zemlje te utjecaja ogranka anticiklona sa sjevera i sjeverozapada kontinenta bilo je jake i olujne bure.

I u travnju se nastavilo vrlo promjenljivo i povremeno svježe vrijeme uslijed čestih prodora vlažnog i razmjerno svježeg zraka zbog utjecaja sredozemnih ciklona i premještanja atmosferskih fronti i visinskih dolina. Bilo je i iznadprosječno topnih dana kada je na vrijeme dominantno utjecao termobarički greben. Usljed razmjerno čestih izmjena atmosferskih sustava nad našim područjem bilo je i razmjerno vjetrovito, ponajprije na Jadranu.

Svibanj je obilježilo vrlo promjenljivo i nestabilno vrijeme s čestom kišom i grmljavinskim pljuskovima. Oborine su ponegdje bile obilne te je bilo bujičnih poplava. U mnogim mjestima premašene su srednje mjesecne količine oborine. Izrazito kišno razdoblje bilo je od 11. do 17. svibnja kada su na vrijeme utjecale ciklone iz Genovskog zaljeva i pripadajući frontalni sustavi te visinske doline. Bilo je razmjerno svježe, a malo je zatoplilo u trećoj dekadi kada je na vrijeme utjecalo većinom polje srednjeg i malo povišenog tlaka zraka, a po visini sjeverozapadno strujanje i bezgradijentno polje. I u tom razdoblju bilo je čestih pljuskova s grmljavinom kao posljedica konvektivnih procesa zbog zadržavanja vlažnog zraka iznad našeg dijela Europe.

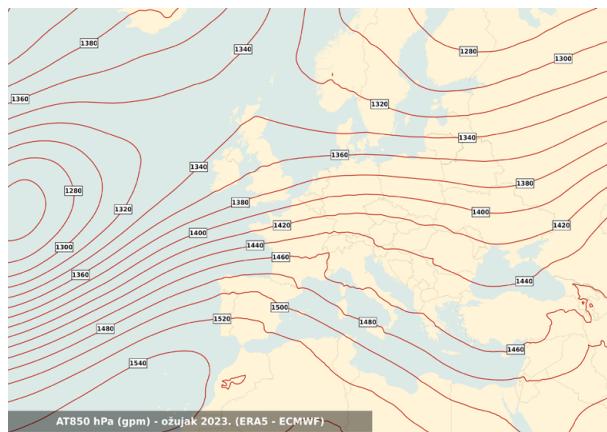
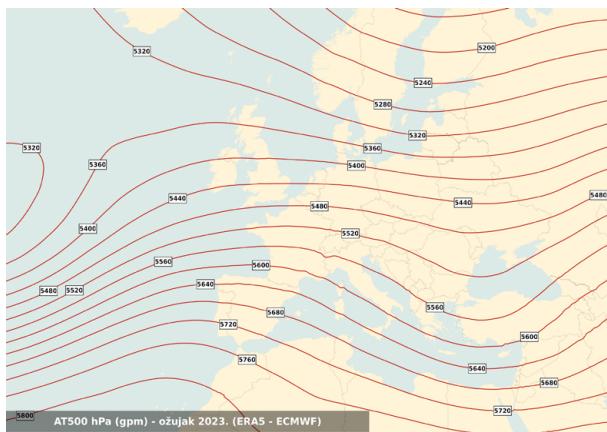
Analiza vremenskih prilika u proljetnim mjesecima 2023. godine preko srednjih mjesecnih visinskih stanja

Srednje mjesecno stanje atmosfere u višim slojevima (na oko 5.5 km – AT 500 hPa i na oko 1.5 km – AT 850 hPa) pokazatelj je srednjeg mjesecnog strujanja nad određenim područjem, odnosno nad sjevernom hemisferom.

Za takvu analizu korišteni su podaci Europskog centra za srednjoročne vremenske prognoze u Readingu (ECMWF) u 00 UTC.

Ožujak 2023.

U ožujku je prema srednjem mjesecnom stanju na izobarnoj plohi AT 500 hPa (slika 1) iznad zapadnog dijela kontinenta bio izraženi greben čija se os pružala od zapadne obale Afrike do britanskog otočja. Naši su krajevi bili na njegovoj prednjoj strani pri čemu nam je sa sjevera i sjeverozapada pritjecao hladniji zrak koji je povremeno bio i bogatiji vlagom. Dolina je bila na jugoistoku i istoku Europe. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa ta-



Slika 1. Srednje mjesечно stanje atmosfere u OŽUJKU 2023. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 00 UTC (izvor ECMWF).

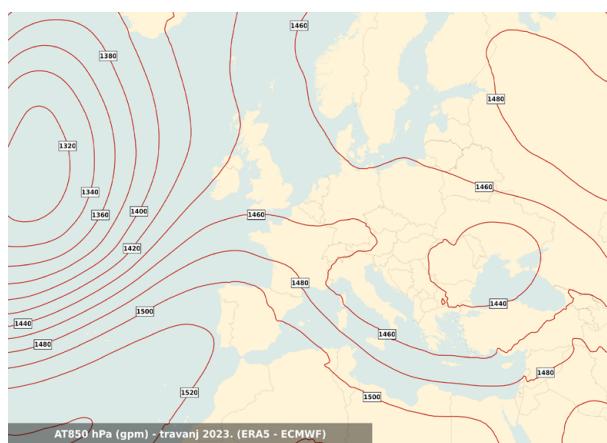
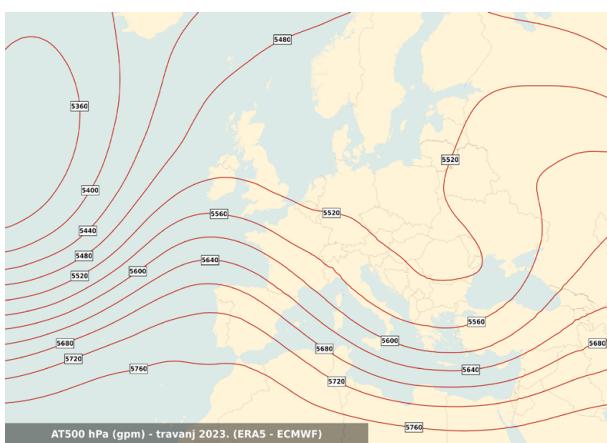
koder je dolina bila iznad istoka i jugoistoka Europe. Iznad naših krajeva je na prednjoj strani grebena bila slabo izražena dolina s kojom je povremeno stizao vlažniji zrak.

Travanj 2023.

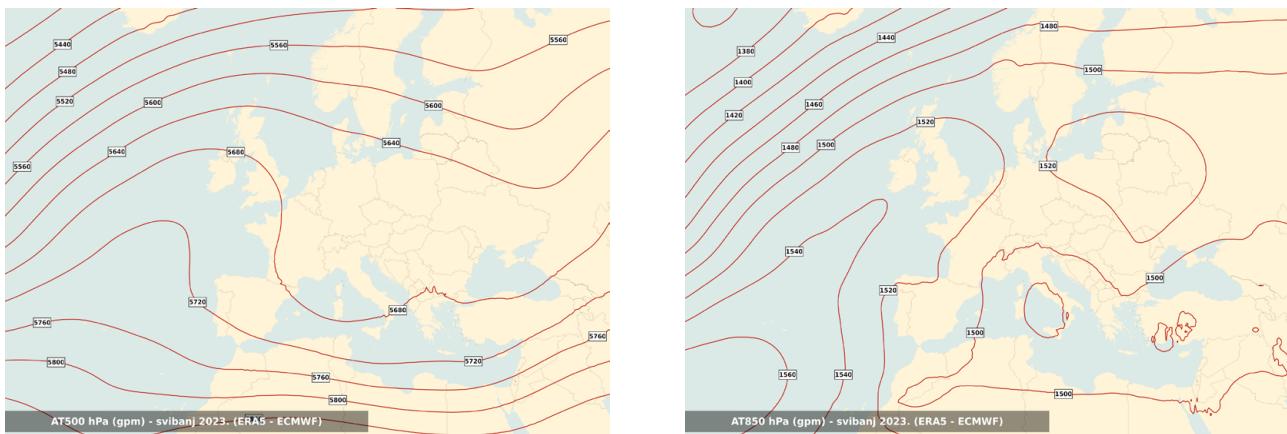
Prema srednjem mjesечно stanju u travnju na izobarnoj plohi AT 500 hPa (slika 2) iznad zapada i jugozapada Europe i dalje je bio greben, jače izražen nego u ožujku. Nad kontinentom je dominirala dolina čija je os bila položena od Skandinavije prema Balkanskom poluotoku. Pritom su naši krajevi bili na prednjoj strani grebena, odnosno stražnjoj strani doline uz dotok relativno hladnog i vlagom bogatog zraka sa sjeverozapada. Na plohi AT 850 hPa naši su krajevi bili između grebena koji se pružao također preko jugozapadne i zapadne Europe i visinske ciklone iznad Balkanskog poluotoka i jugoistoka kontinenta. U takvim je okolnostima i u nižim slojevima atmosfere pritjecao uglavnom vlažan i hladniji zrak sa sjevera i sjeveroistoka, ponekad i sa sjeverozapada.

Svibanj 2023.

U svibnju je prema srednjem mjesечно stanju na izobarnoj plohi AT 500 hPa (slika 3) iznad Atlantskog oceana te krajnjeg zapada i osobito sjeverozapada Europe bio prostrani greben. Središnji dio kontinenta te središnji dio Sredozemnog mora bili su pod utjecajem doline u kojoj nije bilo većih gradijenata u polju izohipse. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa također se preko Atlantskog oceana od jugozapada prema sjeveru i sjeveroistoku pružao greben, dok iznad središnjeg dijela Europe te iznad Sredozemnog mora nije bilo izraženijeg sinoptičkog



Slika 2. Srednje mjesечно stanje atmosfere u TRAVNJU 2023. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 00 UTC (izvor ECMWF).



Slika 3. Srednje mjesечно stanje atmosfere u SVIBNJU 2023. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 00 UTC (izvor ECMWF).

sustava. U takvim je okolnostima u prvom dijelu mjeseca do nas s jugozapada često dolazio vlažan i razmjerno topao zrak preko sjevera Afrike i Sredozemnog mora. U drugom dijelu svibnja u prevladavajućoj situaciji sa slabim gradijentima iznad našeg se dijela Europe zadržavao vlažan i nestabilan te ne odviše hladan zrak koji je u nižim slojevima atmosfere stizao s istoka.

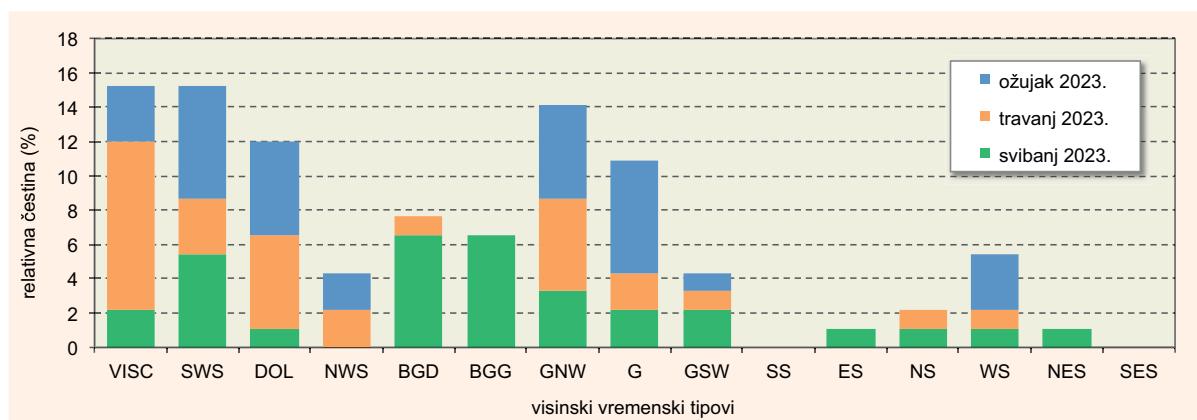
Rezultati i diskusija

Analiza visinskih vremenskih tipova iznad Hrvatske za proljeće pokazuje da se za razliku od zime, u ovoj sezoni zabilježen veći broj visinskih tipova uz manju relativnu frekvenciju što i je karakteristično za prijelazno godišnje doba (slika 4). Tako su najveću relativnu čestinu, oko 15% dana u sezoni, imali tip visinska ciklona (VISC), prednja strana doline (SWS) te prednja strana grebena (GNW). Malo manje česti, ali s usporedivom relativnom frekvencijom, bili su dolina (DOL) i greben (G).

Visinska ciklona (VISC) najčešća je bila u travnju (9 dana), a jugozapadno strujanje na prednjoj strani doline (SWS) i greben (G) u ožujku (7 dana), kada je uz pritjecanje toplog zraka bilo toplije od prosjeka, prema klimatološkoj analizi.

Strujanje sa sjeverozapada na prednjoj strani grebena (GNW), ali i stražnjoj strani doline (NWS) češće je bilo u ožujku i travnju, a osobito u travnju bilo je zastupljeno i zonalno strujanje (WS) uz pritjecanje nešto hladnjeg i manje vlažnog zraka.

Bezgradijentna polja, u grebenu (BGG) i dolini (BGD), zabilježena su u svibnju i samo jednom u travnju. Uz njih te uz povremeno pritjecanje toplijeg i vlažnijeg zraka po visini u jugozapadnoj struci na prednjoj strani



Slika 4. Relativne čestine visinskih vremenskih tipova za Hrvatsku za PROLJEĆE 2023. godine.

doline (SWS), svibanj je bio kišovitiji mjesec od uobičajenog gotovo posvuda u Hrvatskoj uz česte kišne epizode uzrokovane kvazistacionarnim konvektivnim procesima uz izostanak izraženijeg strujanja po visini.

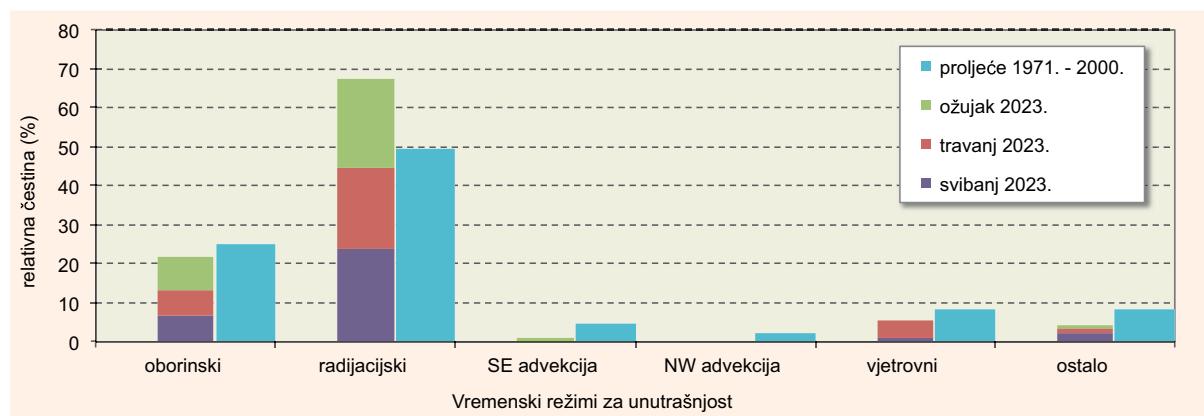
Unutrašnjost Hrvatske

Analiza prizemnih vremenskih režima za proljeće 2023. u unutrašnjosti Hrvatske (slika 5) pokazuje da je najčešći bio radijacijski režim koji je zabilježen u gotovo 70% dana u sezoni, što je više od prosjeka za razdoblje 1971. – 2000 (50%). Broj dana s ovim režimom po mjesecima bio je gotovo isti, između 19 i 22.

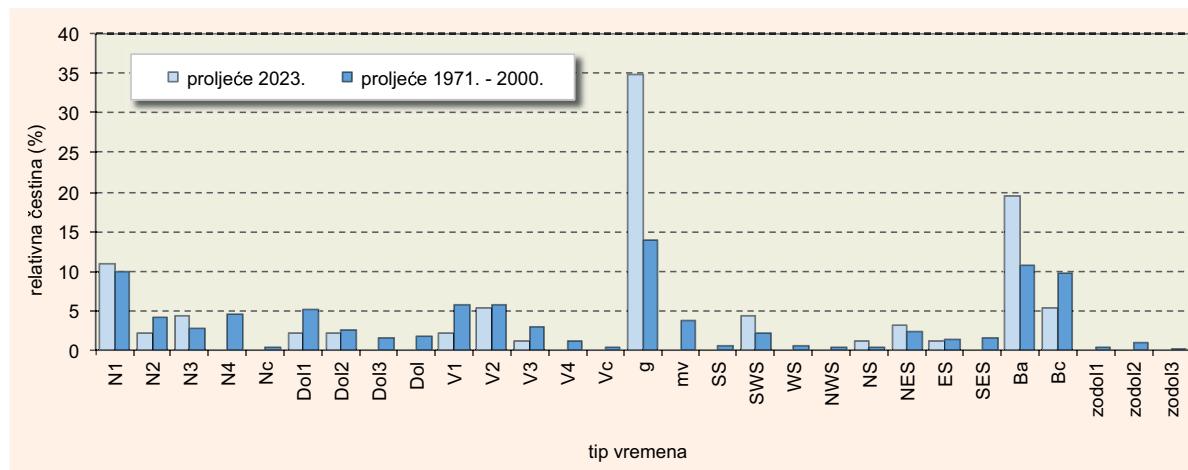
Oborinskog režima bilo je malo manje od prosjeka (1971. – 2000.), uz relativnu čestinu od oko 20%, uz također gotovo jednak broj dana s ovim režimom u svakom od mjeseca (5 do 7).

Ostali vremenski režima bili su malo zastupljeni (po jedan ili 2 dana u sezoni) ili ih uopće nije bilo, ali ipak treba izdvojiti vjetrovni režim koji je tijekom sezone bio zabilježen u 5 dana, od toga su 4 bila u travnju.

Analiza vremenskih tipova (slika 6) pokazuje da je u unutrašnjosti najčešći tip bio greben visokog tlaka (g) koji je zabilježen u više od 1 trećine dana ovog proljeća, što je zamjetno više od prosjeka za razdoblje 1971. – 2000. Bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba) imalo je relativnu frekvenciju od oko 20%, gotovo dvostruko veću od prosječne (5 do 7 dana u svakom mjesecu). Tip bezgradijentno ciklonalno polje (Bc) bio je upola manje čest od srednjaka za razdoblje 1971. – 2000., a prosječno česta bila je donja (južna) strana anticiklone (V2).



Slika 5. Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za PROLJEĆE 2023. i za proljetno razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske



Slika 6. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za PROLJEĆE 2023. i za proljetno razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske



Od tipova koji pripadaju oborinskom režimu najveću je učestalost imao tip prednja (istočna) strana ciklone (N1), uz relativnu frekvenciju oko prosjeka. Izdvojiti se još može jugozapadno strujanje (SWS) čija je relativna frekvencija veća od prosječne, ali razmjerno mala (oko 5%), uz pojavljivanje samo u ožujku.

Ostali tipovi vremena oborinskog režima, npr. oni vezani uz prolaz fronti, bili su vrlo rijetki ili su posve izostali, pa se još jednom može naglasiti da je uglavnom kišovito proljeće u unutrašnjosti posljedica dominantnog utjecaja visinskih tipova uz pritjecanje vlažnog zraka koji su u kombinaciji sa bezgradijentnim poljima pri tlu rezultirali viškom oborine u odnosu na prosjek.

Sjeverni Jadran

Analiza vremenskih režima na sjevernom Jadranu pokazuje kako je ovog proljeća radijacijski režim imao najveću relativnu frekvenciju od oko 59% (slika 7), što je više od prosjeka u razdoblju 1971. – 2000. Pritom je u sva tri mjeseca podjednak broj dana (18) imao taj vremenski režim.

Više od srednjaka za razdoblje 1971. – 2000. bilo je i dana s vjetrovim režimom, između 4 i 6 svaki mjesec, pri čemu je 6 dana zabilježeno u svibnju.

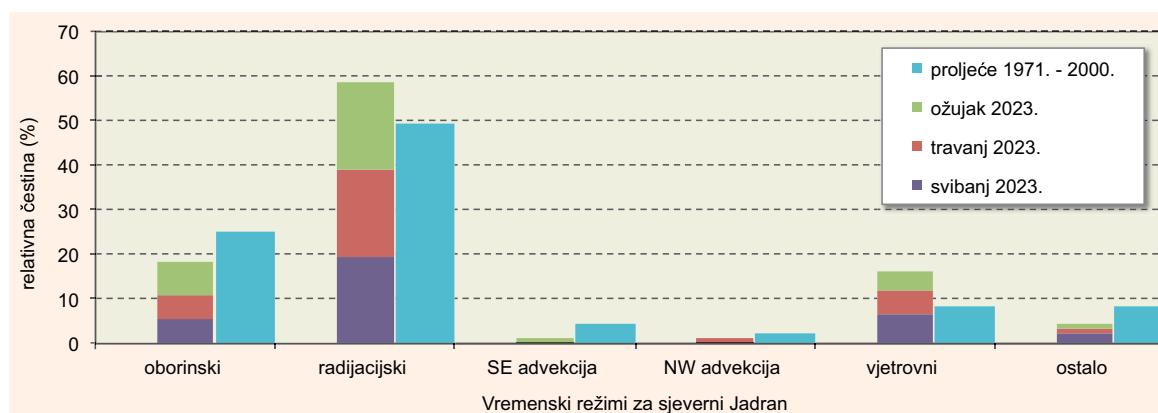
Oborinskog režima je bilo malo manje od prosjeka, uz gotovo podjednaku raspodjelu po mjesecima pa je u ožujku 7 dana imalo oborinski režim, a 5 ih je bilo u travnju i svibnju.

Režim advekcija s jugoistoka (SE advekcija) i sjeverozapada (NW advekcija) zabilježeni su samo po jedan dan u sezoni, dok je režim ostalo zabilježen u 4 dana, ali ga je bilo upola manje od prosjeka.

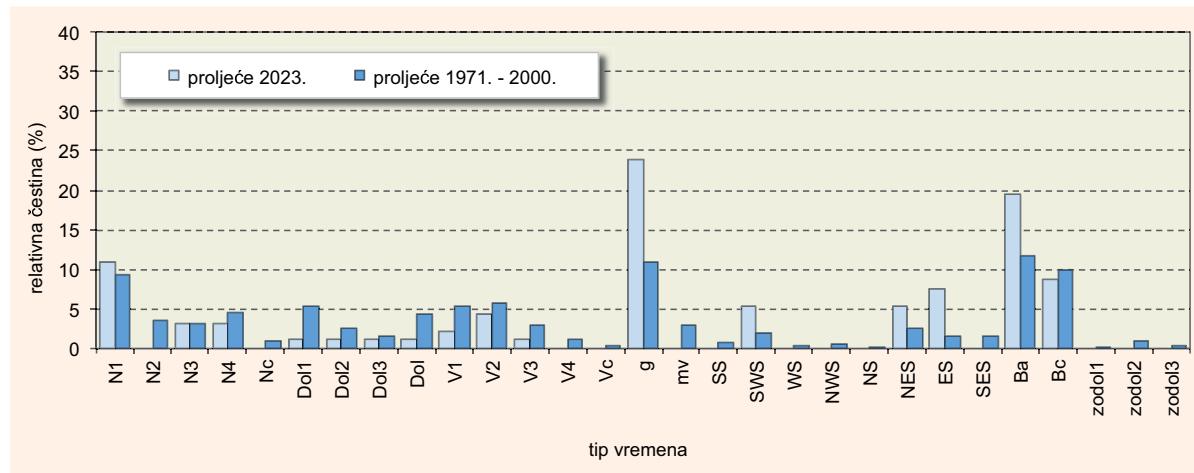
Analiza vremenskih tipova na sjevernom Jadranu (slika 8) pokazuje kako je, kao i u unutrašnjosti, najčešći vremenski tip ovog proljeća bio greben visokog tlaka (g) s relativnom frekvencijom oko 24%, što je oko dva puta više od prosjeka. Od ostalih tipova koji pripadaju radijacijskom režimu češći od prosjeka bio je tip bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba), dok je oko prosjeka bio tip bezgradijentno ciklonalno polje (Bc). Svi tipovi vremena vezani uz utjecaj anticiklone pojavljivali su se rjeđe od uobičajenog za razdoblje 1971. – 2000. što pokazuje da su i ovog proljeća anticiklone bile sjevernije od naših krajeva, samo su manjim dijelom utjecale na vrijeme u unutrašnjosti, dok je na sjevernom Jadranu njihov utjecaj bio vrlo malo izražen. Stoga je stabilno vrijeme tijekom sezone bilo većinom posljedica utjecaja grebena, odnosno ogranka anticiklone pri tlu.

Tipovi vremena koji pripadaju vjetrovnom režimu, istočno prijelazno stanje (ES) i sjeveroistočno prijelazno stanje (NES), pojavljivali su se češće ovog proljeća nego što je bilo uobičajeno u razdoblju 1971. – 2000., i to od 3 do 5 dana u svakom mjesecu.

Od tipova koji pripadaju oborinskom režimu najčešći je bio tip prednja (istočna) strana ciklone (N1) s relativnom frekvencijom oko 11%, što je malo više od srednjaka za razdoblje 1971. – 2000. U svibnju je 5 dana imalo ovaj tip, u ožujku samo 1, a u travnju 4. Tipovi vezani uz prolaške fronti (dolina) bili su rijetki. A s relativnom čestinom od 5% češći je od prosjeka bio tip jugozapadno prijelazno stanje (SWS) koji također pripada oborinskom režimu.



Slika 7. Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za PROLJEĆE 2023. i za proljetno razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran



Slika 8. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za PROLJEĆE 2023. i za proljetno razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran

Srednji i južni Jadran

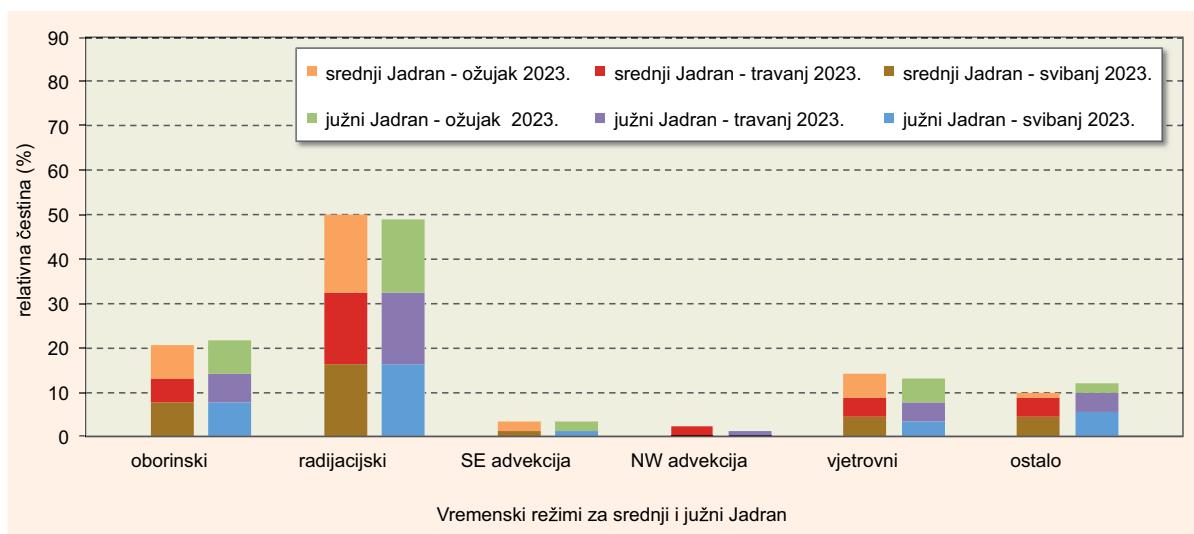
Analiza vremenskih režima na srednjem i južnom Jadranu (slika 9) pokazuje kako je, kao i drugdje u Hrvatskoj, najčešći režim bio radijacijski (oko 50% sezone), no uz učestalost manju nego na sjevernom Jadranu te zamjetno manju nego u unutrašnjosti. Pritom su u sva tri mjeseca oko polovine dana (uglavnom 15) prevladavale vremenske prilike pod utjecajem radijacijskog režima.

Oko 20% dana tijekom proljeća bilo je obilježeno oborinskim režimom. Kao i kod radijacijskog režima, nema znatnijeg odstupanja učestalosti po mjesecima, pa se može reći da je od 5 do 7 dana svakog mjeseca bilo pod utjecajem tipova vremena koji spadaju u oborinski režim.

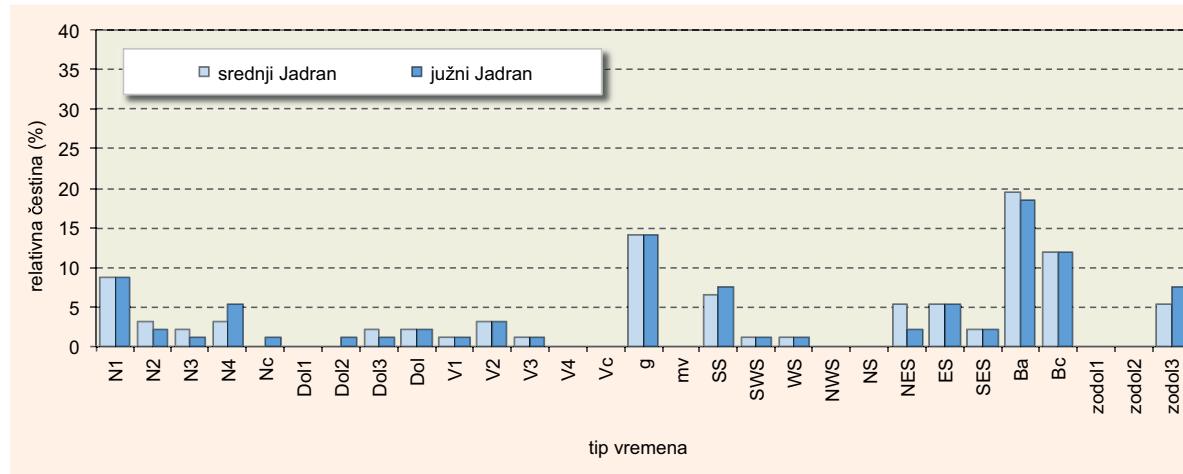
Vjetrovni je režim bio zabilježen u oko 13% dana tijekom sezone i na srednjem i na južnom Jadranu, po 5 dana u ožujku, 4 u travnju, a samo dan manje zabilježeno je na južnom Jadranu u svibnju.

Vremenski tipovi iz grupe režima ostalo zabilježeni su u oko 10% dana na srednjem, a samo malo više na južnom Jadranu. Režim advekcije s jugoistoka (SE advekcija) zabilježen je u 2 dana u ožujku te 1 dan u svibnju u obje regije, a režim advekcija sa sjeverozapada (NW advekcija) bio je još rjeđi te je zabilježen samo jednom u travnju.

Za razliku od unutrašnjosti i sjevernog Jadrana, najčešći vremenski tip na srednjem i južnom Jadranu ovog proljeća (slika 10) bilo je bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba) s relativnom frekvencijom malo manjom od



Slika 9. Relativne čestine vremenskih režima za PROLJEĆE 2023. za srednji i južni Jadran



Slika 10. Relativne čestine tipova vremena za PROLJEĆE 2023. za srednji i južni Jadran

20%. Najčešći je bio u svibnju (7 dana na srednjem Jadranu i 6 na južnom), a samo malo manje čest u ostala dva mjeseca. Potom slijedi greben visokog tlaka s relativnom frekvencijom oko 14% u obje regije, te bezgradijentno ciklonalno polje (Bc) zabilježen u oko 12% dana u sezoni. Ostali tipovi koji pripadaju radijacijskom režimu imali su ovog proljeća relativnu frekvenciju razmjerno malu, a izdvojiti se može tip donja (južna) strana anticiklone (V2) čiji je utjecaj zabilježen uglavnom u travnju, i to 3 dana na srednjem, a 4 na južnom dijelu.

Od tipova vremena vezanih uz oborinski režim, odnosno utjecaj ciklone, najveću relativnu frekvenciju oko 9% imao je tip prednja (istočna) strana ciklone (N1) u obje regije, uz najčešće pojavljivanje u svibnju (5 dana na srednjem i 4 na južnom dijelu). Tipovi vezani uz prolazak dolina (fronti) bili su vrlo rijetki.

Prijelazna stanja koja su najčešće povezana uz vjetrovito vrijeme na Jadranu, imala su na srednjem i južnom dijelu relativnu frekvenciju između 3 i 8%. Među češćima je bilo južno prijelazno stanje (SS) koje je vezano uz situacije s jugom, ali može donijeti i oborine (primarno je taj vremenski tip svrstan u oborinski režim). Istočno (ES) i sjeveroistočno (NES) prijelazno stanje koje je najčešće povezano s burom bilo je češće na srednjem nego na južnom Jadranu uz relativnu frekvenciju od oko 5%.

Spomenuti još valja tip stražnja strana zonalne doline (zodo3) koji pripada grupi režima ostalo, koji je zabilježen u 7 dana ovog proljeća na južnom i 5 dana na srednjem Jadranu. Ovaj tip pojavljuje se uglavnom u situacijama kada se dolina s istočnog Sredozemlja pruža djelomično ili potpuno preko Jadranskog mora i većinom ne donosi oborinu.

Zaključak

Tijekom proljeća 2023. najčešći je bio radijacijski režim, i na kopnu i na moru, uz gotovo podjednaku frekvenciju pojavljivanja tijekom sezone, odnosno po mjesecima. Zatim slijedi oborinski režim, pa vjetrovni, s usporedivom relativnom frekvencijom kao i oborinski, ali samo na sjevernom Jadranu.

Što se vremenskih tipova tiče, najčešći je bio utjecaj grebena (g) u unutrašnjosti i na sjevernom Jadranu, dok je na srednjem i južnom to bilo bezgradijentno anticiklonsko polje (Ba). Bezgradijentna polja, i ciklonalno (Bc) i anticiklonsko (Ba) bila su razmjerno česta i drugdje, a od radijacijskog režima još treba spomenuti donju stranu anticiklone (V2).

Inače, svi tipovi vremena vezani uz utjecaj anticiklone pojavljivali su se rjeđe od uobičajenog što pokazuje da su i ovog proljeća anticiklone bile sjevernije od naših krajeva i samo su manjim dijelom utjecale na vrijeme. Stoga je stabilno vrijeme tijekom sezone bilo većinom posljedica utjecaja grebena, odnosno ogranka anticiklone pri tlu.

Oborinski režim bio je najčešće zastupljen prednjom (istočnom) stranom ciklone (N1). Sredozemne ciklone koje su dolazile do naših krajeva i donosile oborinu češće su se premještale u našoj blizini u svibnju, a zamjetno rjeđe u ožujku. Ostali tipovi vremena oborinskog režima, npr. oni vezani uz prolaz fronti, posvuda su bili rijetki ili su posve izostali.



Vjetrovito vrijeme, odnosno sinoptičke situacije vezane uz velike gradijente u polju tlaka zraka preko Hrvatske najčešće su bile posljedica prijelaznih stanja između anticiklona sjevernije od naših krajeva ili ogranka anticiklona sa sjeverozapada te ciklona iz Sredozemlja.

Analiza visinskih vremenskih tipova iznad Hrvatske za proljeće pokazala je da je zabilježen veći broj različitih visinskih tipova uz manju relativnu frekvenciju, što i je karakteristično za prijelazno godišnje doba. Visinska ciklona (VISC) bila je razmjerno česta, slično kao i prednja strana doline (SWS) ili stražnja strana grebena (GNW), a visinska situacija dominirala je u tipu vremena u dijelu sezone, osobito u svibnju.

Može se zaključiti da je uglavnom kišovito proljeće u većem dijelu Hrvatske u dijelu sezone zasigurno bilo posljedica izostanka uobičajenog strujanja zapad – istok te zbog dominantnog utjecaja određenih visinskih tipova (VISC, SWS, GNW) uz pritjecanje vlažnog zraka koji su u kombinaciji sa bezgradijentnim poljima pri tlu te zbog toga čestim i izraženim konvektivnim procesima posebice u drugom dijelu sezone rezultirali viškom oborinom u odnosu na prosjek.

Literatura

DWD, 2023., Europäische Wetterbericht

Lončar E. i A. Bajić, 1994: Tipovi vremena u Hrvatskoj. *Hrv. Meteor. Čas.*, 29, 31–41

Lončar E. i V. Vučetić, 2003: Tipovi vremena i njihova primjena na sjeverni Jadran. *Hrv. Meteor. Čas.*, 38, 57–81

Poje D., 1965: Glavni tipovi vremena u Jugoslaviji i njihova ovisnost o cirkulaciji atmosfere nad Jugoslavijom.

Disertacija na Sveučilištu u Zagrebu, 215 str.