



ANALIZA LJETA 2024. GODINE PO TIPOVIMA VREMENA

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

Uvod

Ljeto 2024. godine (lipanj, srpanj i kolovoz) većini je područja bilo najtoplje otkada postoje mjerjenja. Iznimno duga razdoblja vrućine zahvatila su ponajprije Dalmaciju i Slavoniju u srpnju i kolovozu. U Slavonskom Brodu u ta dva mjeseca zabilježena samo četiri dana s temperaturom zraka nižom od 30°C , a u Dalmaciji samo 1 do 2 dana. Iznimnu dugotrajnu vrućinu dodatno su pojačali toplinski valovi kojih je u unutrašnjosti bilo 3, a na Jadranu 4. Svaki mjesec pojavio se jedan val, a na Jadranu u kolovozu čak dva. Najizraženiji i najdugotrajniji bio je onaj u srpnju. Toplinski valovi nastajali su pod utjecajem termobaričkog grebena s jugozapada ili juga unutar kojih je nad Hrvatsku stizao vrlo topao zrak iz Afrike.

Razdoblja vrućine povremeno su prekidali prodori nestabilnog zraka, a osobito česti bili su u lipnju. Obovana je većinom bila pljuskovitog karaktera, praćena grmljavinom, a uz pojavu nevremena bilo je obilne kiše, tuče te olujnih udara vjetra. Pri tlu je najčešće bilo polje izjednačenog ili sniženog tlaka zraka. Frontalni sustavi premještali su se većinom sjevernije i zapadnije od Hrvatske, i tek bi povremeno poneki okrznuo sjeverne predjele unutrašnjosti. Stoga je glavnina nestabilnog zraka stizala visinskim strujanjem, u sklopu visinskih ciklona i dolina. Ponajprije su u lipnju s izraženim prodorima, kada je nestabilan zrak i pri tlu uspijevao prodrijeti preko Alpskog masiva, na frontama znale nastajati i plitke ciklone, osobito u Jadranu. Konvekcija je tada bila rasprostranjena te je zahvaćala gotovo cijelu zemlju, a oborina je bila obilna.

Analiza vremenskih prilika u ljetnim mjesecima 2024. godine preko srednjih mjesечnih visinskih stanja

Srednje mjesечno 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 mjesечnog strujanja nad određenim područjem, odnosno nad sjevernom hemisferom.

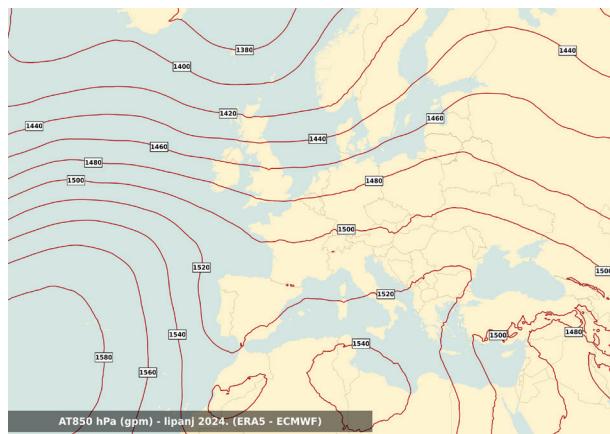
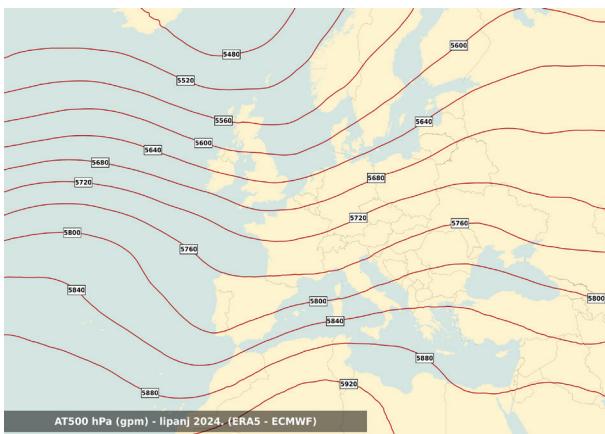
Za takvu analizu korišteni su podaci Europskog centra za srednjoročne vremenske prognoze u Readingu (ECMWF) u 00 UTC.

Lipanj 2024.

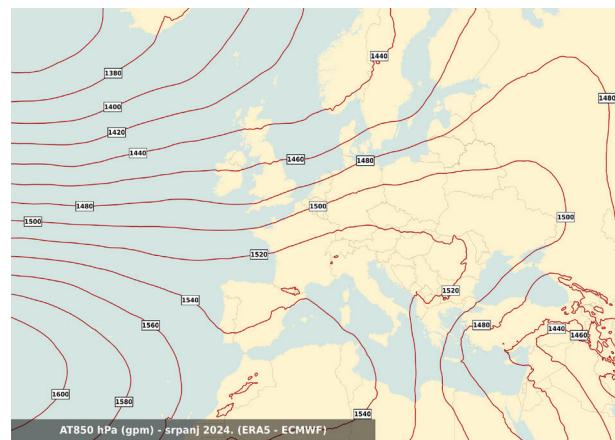
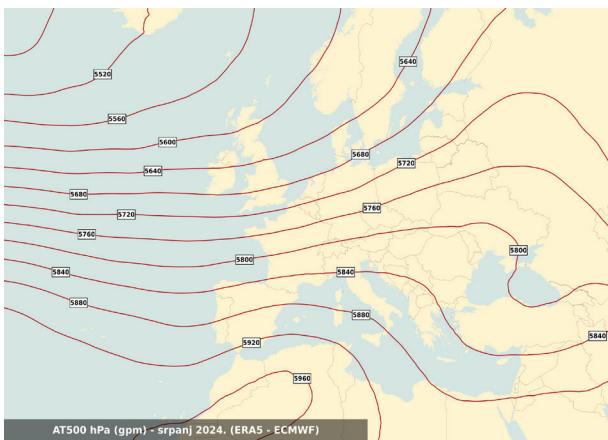
U lipnju je prema srednjem mjesечnom stanju na izobarnoj plohi AT 500 hPa (Slika 1) iznad najzapadnijeg dijela kontinenta bila dolina u polju geopotencijala. Os doline protezala se od Sjevernog mora, preko zapadne Francuske i Pirenejskog poluotoka sve do zapadnih obala Afrike. Dio Balkanskog poluotoka i istočnog Sredozemlja bio je pod utjecajem grebena koji se protezao od sjevera Afrike, a naši krajevi nalazili su se u prijelaznom području između spomenute doline i grebena uz prevladavajuće jugozapadno strujanje s kojim je pritjecao topao i povremeno nešto vlažniji zrak. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa iznad naših je krajeva također dominiralo jugozapadno strujanje na prednjoj strani doline, odnosno stražnjoj strani grebena, dok je utjecaj grebena iznad istočnog Sredozemlja i dijela Balkanskog poluotoka bio jače izražen.

Srpanj 2024.

U srpnju se na izobarnoj plohi AT 500 hPa (Slika 2) prema srednjem mjesечnom strujanju greben u polju geopotencijala protezao od sjeverozapadnog dijela Afrike preko istočnog Sredozemlja i Balkanskog poluotoka



Slika 1. Srednje mjesecno stanje atmosfere u LIPNJU 2024. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 00 UTC (izvor ECMWF).

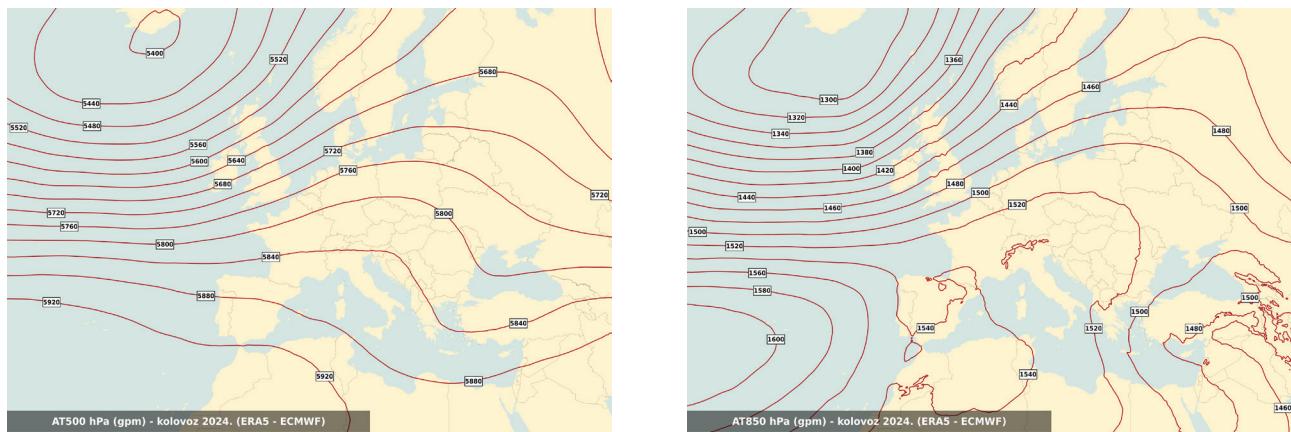


Slika 2. Srednje mjesecno stanje atmosfere u SRPNJU 2024. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 00 UTC (izvor ECMWF).

sve do Rusije. Os je bila nagnuta prema istoku, a naši su se krajevi nalazili u njezinoj blizini, ali ipak na stražnjoj strani pa je s jugozapada i zapada pritjecao vrlo topao zraka koji je bio siromašan vlagom. Iznad dijela istočne Europe i Crnog mora nalazila se dolina. Na plohi AT 850 hPa greben s jugozapada bio je jače izražen u polju geopotencijala, a naši su se krajevi nalazili na osi grebena, uz prevladavajuće zapadno, odnosno jugozapadno strujanje. Jedna dolina u polju geopotencijala nalazila se iznad Pirenejskog poluotoka, a druga iznad dijela Turske i Bliskog istoka.

Kolovoz 2024.

U kolovozu je prema srednjem mjesecnom stanju na izobarnoj plohi AT 500 hPa (Slika 3) iznad dijela Sredozemlja, srednje i sjeveroistočne Europe bio greben u polju geopotencijala, a naši su se krajevi nalazili na osi grebena uz pritjecanje, ali i zadržavanje toplog zraka koji nije bio odveć bogat vlagom. Iznad istočnog Sredozemlja te istočne Europe nalazila se dolina, dok se visinska ciklona nalazila iznad Islanda. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa os grebena bila je pomaknuta malo više na istok, ali naši su krajevi i dalje bili uglavnom u njezinoj blizini uz male gradijente u polju geopotencijala. Izraženi gradijenti nalazili su se iznad Atlantskog oceana te dijela sjeverozapadne Europe između Azorske anticklone i Islandske ciklone. Iznad jugaistočne Europe te dalje na istok bila je dolina s horizontalno položenom osi.



Slika 3. Srednje mješevno stanje atmosfere u KOLOVOZU 2024. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 00 UTC (izvor ECMWF).

Rezultati i diskusija

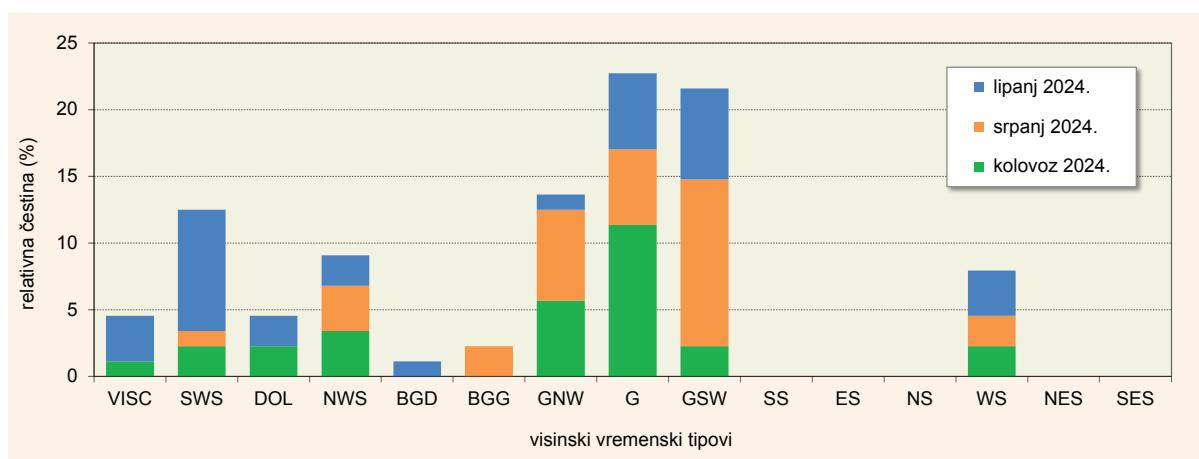
Analiza visinskih vremenskih tipova iznad Hrvatske za ljeto pokazuje da je najveću relativnu čestinu (oko 23 %) imao tip greben (G) u polju geopotencijala, a prevladavajuće strujanje tijekom ljeta (u više od polovine dana) zapravo je ovisilo o njegovom položaju (prednja strana (GNW), os (G) ili stražnja strana grebena (GSW) - Slika 4). Greben je najčešći bio u kolovozu i zabilježen je tijekom trećine mjeseca (10 dana) podržavajući pritjecanje i zadražavanje vrlo toplog zraka što je za posljedicu imalo dva jače izražena toplinska vala na Jadranu, a jedan u unutrašnjosti.

Nakon tipova vezanih uz visinski greben, prednja strana doline (SWS) imala je učestalost pojavljivanja od oko 13 %, od čega je u lipnju ta frekvencija bila najveća (oko 9 %). Stoga možemo reći da je učestalost prodora vlažnog i nestabilnog zraka u lipnju bila uvelike i posljedica visinskog strujanja i to zbog utjecaja visinske ciklone, koja je bila zabilježena u lipnju tri puta (i samo jednom u kolovozu) te visinske doline (2 puta) i zonalnog strujanja (3 puta).

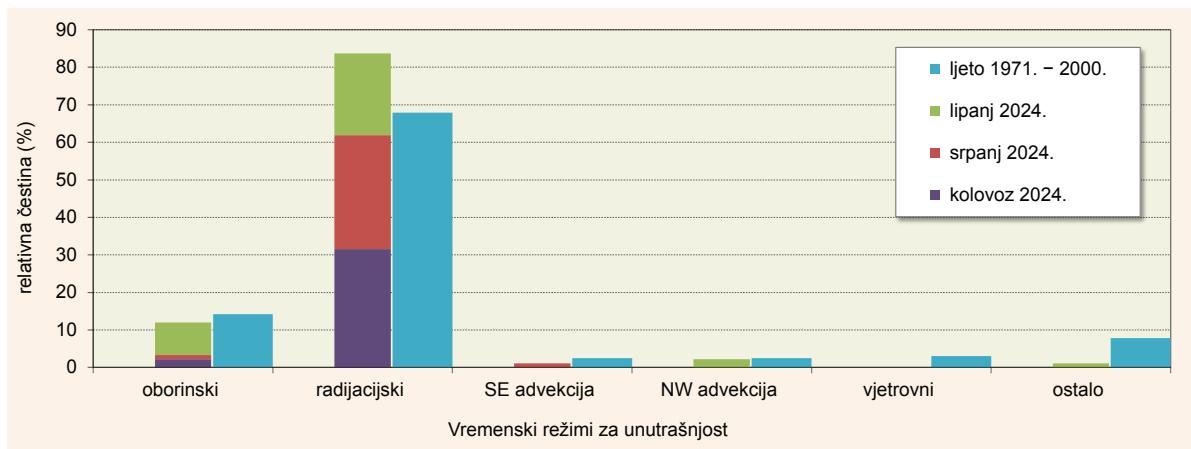
Stražnja strana visinske doline (NWS) s relativnom frekvencijom od oko 9 % tijekom sezone gotovo je po-djednako bila prisutna u sva tri ljetna mjeseca, dok su bezgradijentna polja bila vrlo rijetka (1 do 2 dana u sezoni).

Unutrašnjost Hrvatske

Prema analizi prizemnih vremenskih režima možemo reći da su ljeto 2024. u unutrašnjosti Hrvatske (Slika 5) obilježila uglavnom dva režima – radijacijski i oborinski. Naime, u gotovo 84 % dana tijekom sezone bio je zabilježen radijacijski režim, što je više od prosjeka za razdoblje 1971. – 2000. (68 %). Gotovo je tijekom cijelog



Slika 4. Relativne čestine visinskih vremenskih tipova za Hrvatsku za LJETO 2024. godine.



Slika 5. Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za LJETO 2024.
i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske

srpnja (28 dana) i kolovoza (29 dana) vrijeme bilo je pod utjecajem radiacijskog režima, dok je u lipnju dvije trećine mjeseca (20 dana) imalo taj režim.

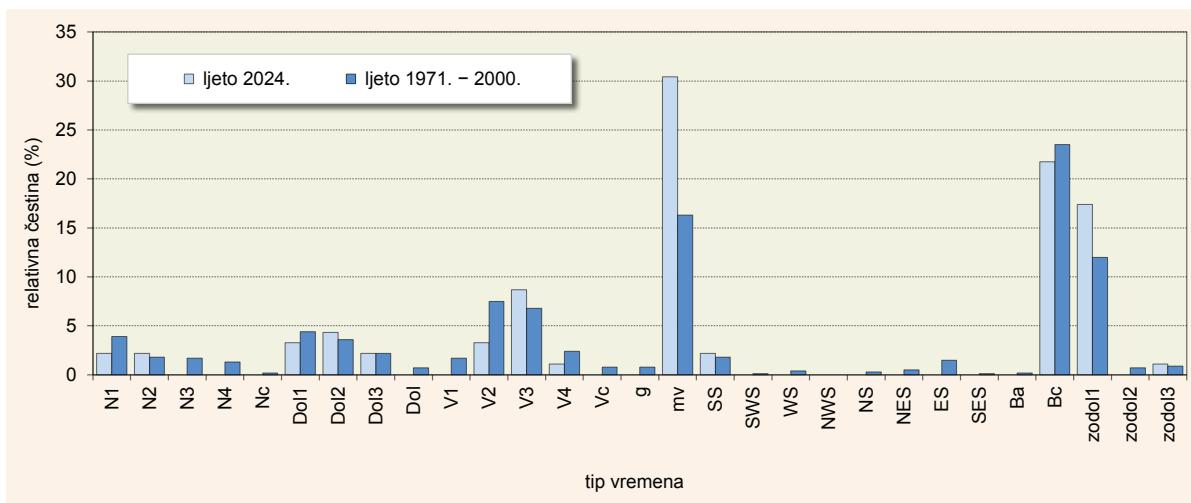
Oborinskog režima bilo je malo manje od prosjeka (1971. – 2000.), uz relativnu čestinu od oko 12 %. Pritom je u lipnju bilo 8 dana s oborinskim režimom, u srpnju samo jedan, a u kolovozu dva.

Ostali vremenski režimi tijekom ljeta inače su rijetki, pa se može reći da su i ovog ljeta bili uglavnom prosječno zastupljeni (osim režima „ostalo“ kojeg je bilo zamjetno manje).

Analiza vremenskih tipova (Slika 6) pokazuje da je u unutrašnjosti tijekom ljeta najčešći tip bio greben visokog tlaka (g) koji je bio gotovo dvostruko češći (30 %) nego u razdoblju 1971. – 2000. (16 %). Pritom je greben zabilježen 8 dana u lipnju, a po 10 u srpnju i kolovozu. Bezgradijentno anticiklinalno (Ba) polje bilo je prosječno često, dok je bezgradijentno ciklonalno (Bc) polje bilo češće nego što je to uobičajeno, uz relativnu frekvenciju od oko 17 % (prosjek 12 %).

Relativna frekvencija tipova vremena vezanih uz utjecaj anticiklone bila je manja od prosjeka, osim u slučaju kada se središte anticiklone nalazilo sjevernije od Hrvatske, a naši krajevi bili su na njezinoj donjoj (južnoj) strani (V2). Takvih situacija bilo je u oko 9 % slučajeva – najviše u srpnju (4 dana), zatim u kolovozu (3 dana), a najmanje u lipnju (1 dan).

Od tipova koji pripadaju oborinskom režimu uglavnom su svi bili rjeđi od prosjeka, ili najviše oko prosjeka kao npr. tip vremena os doline (Dol2) koji je zabilježen tijekom 3 dana u lipnju te jednom u srpnju. Stoga može-



Slika 6. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za LJETO 2024.
i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske



mo zaključiti da su oborinske prilike tijekom ljeta bile uglavnom vezane za konvektivne procese u bezgradijenom polju, a rijetko uz utjecaje fronti odnosno ciklona.

Ostali tipovi vremena bili su vrlo rijetki.

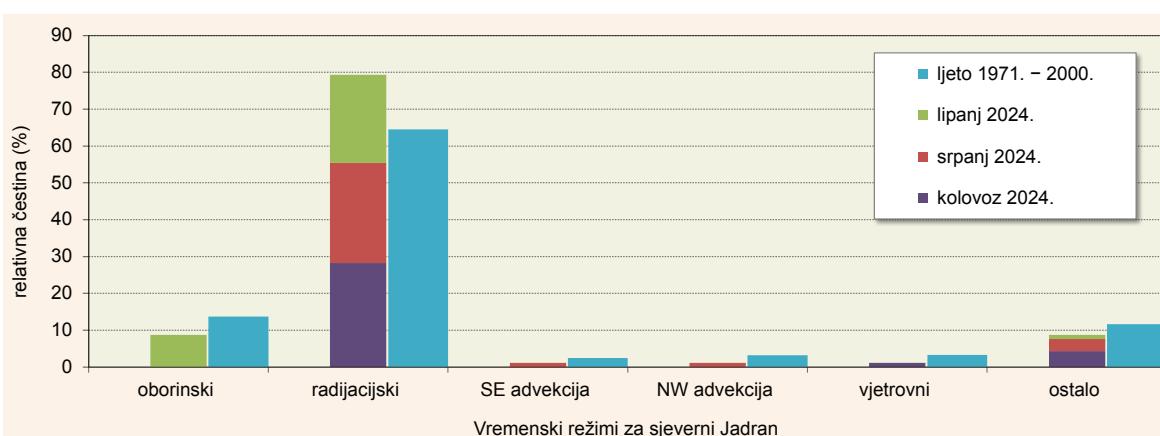
Sjeverni Jadran

Analiza vremenskih režima na sjevernom Jadranu pokazuje kako je ovog ljeta više od dvije trećine sezone (oko 80 %) bilo pod utjecajem radijacijskog režima, pri čemu je relativna frekvencija radijacijskog režima bila veća od prosjeka u razdoblju 1971. – 2000. (Slika 7). U sva tri mjeseca broj dana s radijacijskim režimom bio je veći od 20 (22, 25, 26), najveći u kolovozu, što je, između ostalog, pogodovalo pritjecanju i zadržavanju toplog zraka iznad naših krajeva te pojavi i dugotrajnosti toplinskih valova.

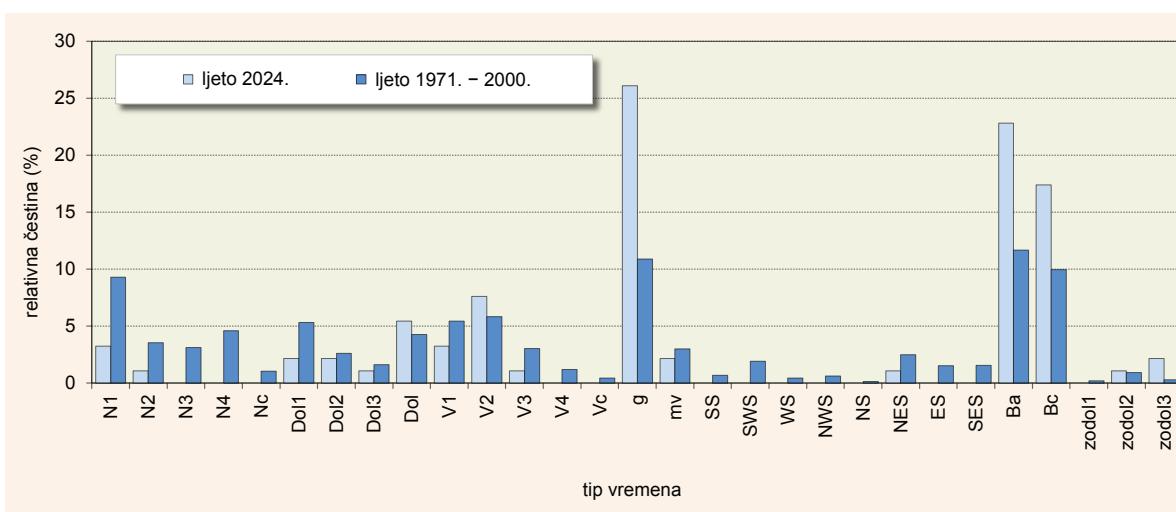
Interesantno je za primijetiti da je oborinskog režima na sjevernom Jadranu bilo samo u lipnju (8 dana), a da su oborine u srpnju i kolovozu bile uglavnom vezane uz radijacijski režim i to najčešće kao posljedica ili lokalnih uvjeta ili procesa veće skale uz dominantan utjecaj strujanja, odnosno režima u višim slojevima atmosfere.

Drugi režimi bili su vrlo rijetki (po jedan dan u sezoni), a samo režim „ostalo“ bio je usporediv s prosjekom uz većinom tipove vremena karakteristične za lokalne uvjete.

Analiza vremenskih tipova na sjevernom Jadranu (Slika 8) pokazuje kako je, kao i u unutrašnjosti, najčešći vremenski tip u ljetnoj sezoni bio greben visokog tlaka (g) s relativnom frekvencijom oko 26 % (prosjek je oko



Slika 7. Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za LJETO 2024.
i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran



Slika 8. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za LJETO 2024.
i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran

11 %). Od ostalih tipova koji pripadaju radijacijskom režimu zamjetno češći od prosjeka bili su bezgradijentno anticiklionalno (Ba), 23 % i bezgradijentno ciklonalno polje (Bc), 17 %. Tipovi vremena vezani uz utjecaj anticklone pojavljivali su se rjeđe od uobičajenog za razdoblje 1971. – 2000., osim donje (južne) strane anticiklone (V2), čija je relativna frekvencija razmjerno mala (oko 8 %), ali ipak veća od prosjeka.

Tipovi vremena koji pripadaju vjetrovnom režimu, ovog su ljeta gotovo posve izostali (u kolovozu samo je jednom zabilježeno NES), a epizode s pojačanim vjetrom bile su vezane uz konvektivne procese, odnosno procese lokalne skale.

Od tipova koji pripadaju oborinskom režimu, kao i u unutrašnjosti, oni vezani uz ciklone, ali i fronte bili su rjeđi od prosjeka, a oborine su bile vezane uglavnom uz konvektivne procese u bezgradijentnom polju i visinska strujanja. Jedino je u lipnju u 8 dana zabilježen tip vremena koji spada u oborinski režim, i to 4 dana uz utjecaj ciklone (prednje strane N1, ili donje strane N2) te 4 dana uz fronte, odnosno prednju stranu (Dol1) ili os (Dol2) doline.

Srednji i južni Jadran

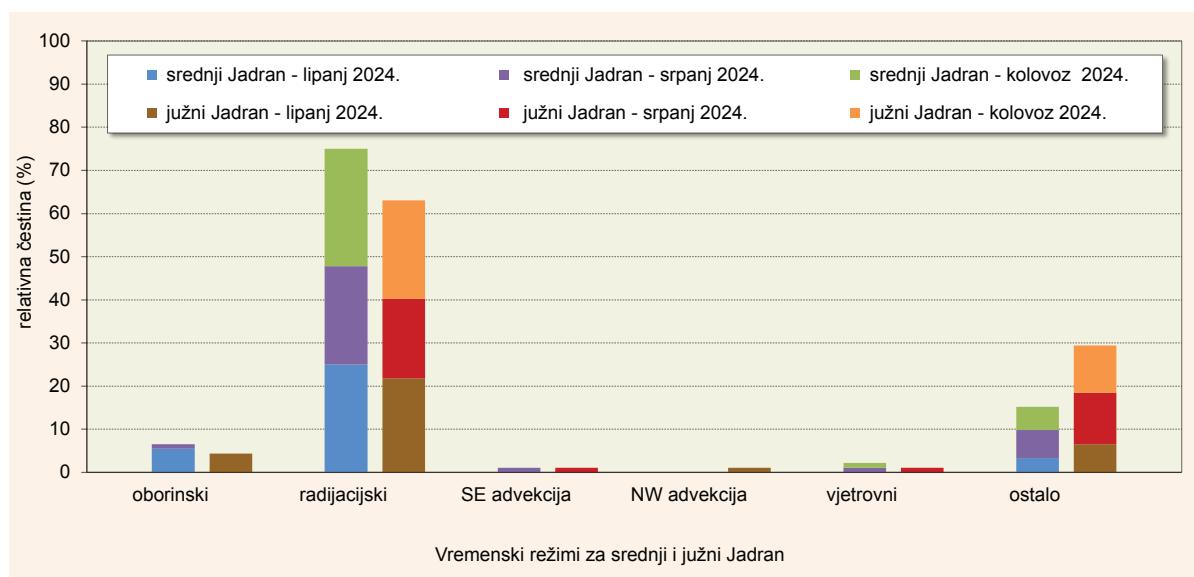
Analiza vremenskih režima na srednjem i južnom Jadranu (Slika 9) pokazuje kako je, kao i drugdje u Hrvatskoj, najčešći režim bio radijacijski (oko 75 % sezone na srednjem i oko 63 % na južnom Jadranu), ali je učestalost pojavljivanja bila ipak nešto manja nego u ostalim regijama. Pritom su vremenske prilike pod utjecajem radijacijskog režima u svakom mjesecu bile gotovo podjednako zastupljene uz malo manju zastupljenost u srpnju i na srednjem i na južnom Jadranu.

Oborinskog režima bilo je uglavnom u lipnju uz relativnu frekvenciju od oko 5 %. U kolovozu nije zabilježen ni jedan dan pod utjecajem oborinskog režima.

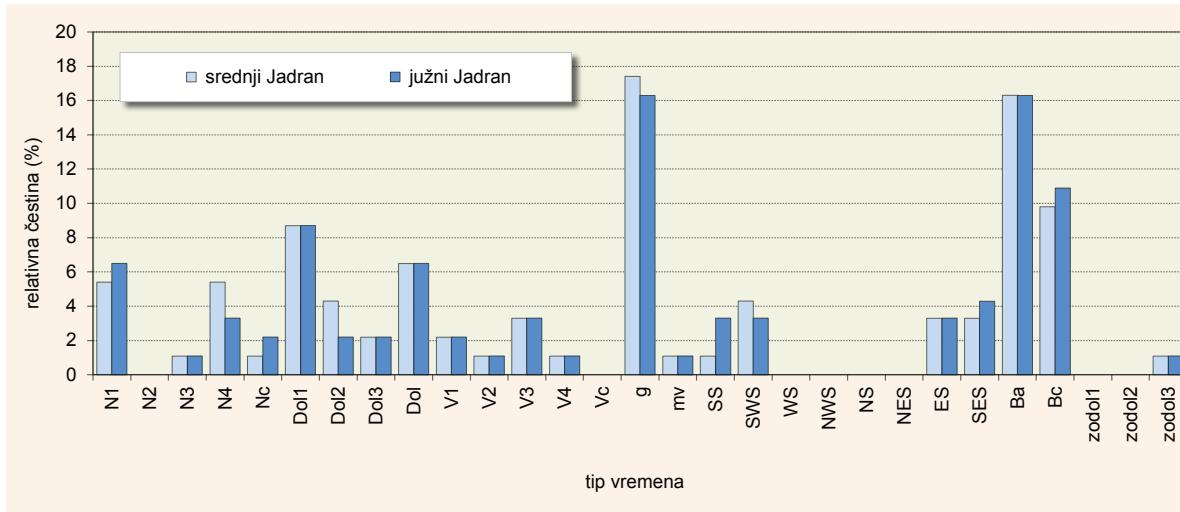
Dominacija radijacijskog režima vidljiva je i u činjenici da tijekom ljeta ostalih režima gotovo da nije bilo. Tipovi vremena koji pripadaju režimu ostalo izdvajaju se svojom relativnom frekvencijom na srednjem (oko 15 %) te osobito južnom Jadranu (oko 30 %).

Relativna frekvencija vremenskih tipova greben visokog tlaka (g), bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba) i bezgradijentno ciklonalno polje (Bc) na srednjem i južnom Jadranu ovog ljeta (Slika 10) bila je gotovo podjednaka, oko 20 %. Ostali tipovi vremena koji pripadaju radijacijskom režimu bili su rijetki ili su posve izostali. Izdvojiti se može tip vremena donja (južna) strana anticiklone s relativnom frekvencijom oko 7 % na srednjem i 4 % na južnom Jadranu.

Rijetki su bili i tipovi vremena vezani uz oborinski režim jer su ciklone i fronte rijetko direktno utjecale na vrijeme u tom dijelu Hrvatske, a glavnina oborina bila je uglavnom posljedica konvektivnih procesa u bezgradijentnom polju.



Slika 9. Relativne čestine vremenskih režima za LJETO 2024. za srednji i južni Jadran



Slika 10. Relativne čestine tipova vremena za LJETO 2024. za srednji i južni Jadran

Slično je bilo i s tipovima vremena vjetrovnog režima. Svega je po 1 dan u sezoni obilježilo istočno (ES) i sjeveroistočno (NES) stanje, a ostali su tipovi vezani uz vjetrovni režim izostali.

Spomenuti valja tip dolina niskog tlaka (Dol) koji pripada grupi režima ostalo i specifičan je za područje jadranskog bazena, a koji je zabilježen u 10 % dana na srednjem i oko 14 % dana na južnom Jadranu. Usporediva je i relativna frekvencija tipa vremena zodol3 na južnom Jadranu (oko 10 %) koja je specifična zbog orientacije osi doline (duž jadranskog bazena) te njene slabije izraženosti. Stoga možemo zaključiti da su vremenske prilike na području srednjeg i južnog Jadrana, osim pod utjecajem radijacijskog režima, uglavnom bile pod utjecajem lokalnih uvjeta.

Zaključak

Analiza visinskih režima tijekom ljeta 2024. pokazuje da je prevladavajući utjecaj na vrijeme imao greben (G), odnosno njegova prednja (GNW) ili stražnja strana (GSW) uz pritjecanje ili zadržavanje vrlo toplog zraka iznad Hrvatske što je za posljedicu imalo pojavu toplinskih valova, najduljih u kolovozu. Pritjecanje toplog, ali i vlažnijeg zraka na prednjoj strani visinske doline (SWS) s druge strane imalo je za posljedicu promjenljivije vrijeme, osobito u lipnju kada je taj visinski režim bio najčešći.

Analiza prizemnih režima tijekom ljeta 2024. pokazuje da je ove sezone vrijeme bilo uglavnom pod utjecajem dva režima – radijacijskog, dominantnog u sezoni, i oborinskog koji se pojavljivao u svim regijama rjeđe nego što je uobičajeno. Ostali režimi bili su rijetki, a samo je na Jadranu relativna frekvencija režima „ostalo“ bila usporediva s prosjekom, odnosno na jugu je bila razmjerno velika (oko 30 %). To ukazuje da su oborine, koje su ljeti inače pljuskovitog karaktera bile više posljedica lokalnih faktora (lokальнog strujanja, orografije) nego utjecaja ciklona ili fronti.

Što se vremenskih tipova tiče, u cijeloj Hrvatskoj najčešći je bio greben (g) te bezgradijentno anticiklonalno (Ba) i bezgradijentno ciklonalno polje (Bc). Utjecaj anticiklone nije bio posebno izražen, a samo je donja (južna) strana V2 bila zabilježena u nekoliko dana u sezoni, najviše u unutrašnjosti (8 dana), a najmanje na južnom Jadranu (3 dana).

Mala relativna frekvencija tipova vremena koji su vezani uz utjecaj ciklone ili prolazak fronte, a spadaju u oborinski režim, pokazuju, kao što je već rečeno, da su većinom oborine bile pljuskovitog karaktera uzrokovane konvektivnim procesima u bezgradijentnom polju malo sniženog (Bc) ili malo povišenog (Ba) tlaka zraka te visinskim situacijama (režimima).

Tipovi vremena vezani uz vjetrovni režim gotovo su posve izostali, a situacije s jakim vjetrom, osobito na moru, bile su posljedica procesa manje skale, rijetko prolaza fronti ili utjecaja ciklona.



Literatura

DWD, 2024., 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.