

ANALIZA LJETA 2021. GODINE PO TIPOVIMA VREMENA

Dunja Plačko-Vršnak, dipl. ing.

Marija Mokorić, dipl. ing.

Krunoslav Mikec, dipl. ing.

Uvod

Ljeto 2021. godine u našoj su zemlji obilježili toplinski valovi kojih je bilo pet. Najizraženiji u unutrašnjosti je bio toplinski val u lipnju, a na Jadranu i u priobalju u kolovozu koji je ujedno bio najdugotrajniji. Bilo je prodora vlažnog i nestabilnog, ponekad razmjerno svježeg zraka povezanih s premještanjem atmosferskih sustava. Izraženijih prodora bilo je u prvoj polovini lipnja u kontinentalnom dijelu zemlje. U srpnju je najviše oborine bilo 16. i 17. srpnja, a u kolovozu od 17. kolovoza. Frontalni sustavi i visinske doline rijetko su zahvaćale Jadran, pogotovo njegov južni dio i otoke Dalmacije. Na Jadranu je bilo i razmjerno vjetrovito jer su sinoptičke situacije uzrokovale povremeno umjeren do jak jugozapadni vjetar i jugo te buru i sjeverozapadnjak koji su bili najjači na sjevernom i dijelu srednjeg Jadrana. U stabilnim sinoptičkim prilikama uspostavila se obalna cirkulacija sa slabim i umjerenim, nakratko i jakim burinom i maestralom na pojedinim lokalitetima.

U lipnju je prizemno najčešće bilo polje srednjeg ili malo povišenog tlaka zraka, a po visini je pritjecao topao te povremeno vlažan i nestabilan zrak. Stoga je, ponajprije u unutrašnjosti, bilo lokalno grmljavinskih pljuskova, pa i tuče, ali je u cijeloj zemlji bilo vrlo toplo i vruće. Prvi i drugi toplinski val pod utjecajem termobaričkog grebena bili su u trećoj dekadi mjeseca. Prvi je imao vrhunac 24. lipnja, a drugi je počeo 28. lipnja te je u unutrašnjosti maksimalna temperatura zraka bila i viša od 35°C. U pojedinim danima u visinskoj struji je pritjecao pijesak iz saharskog područja.

U srpnju su treći i četvrti toplinski valovi ovog ljeta bili manjeg intenziteta od onih u lipnju, a bili su u prvoj te u trećoj dekadi. Po visini je na vrijeme uz termobarički greben najčešće utjecalo jugozapadno i zapadno strujanje. Prizemno je bilo polje srednjeg i sniženog, rjeđe povišenog tlaka zraka. Povremeno je pritjecao vlažan i ponešto svježiji zrak, a najizraženiji prodor povezan s premještanjem hladne fronte i visinske doline bio je 16. i 17. srpnja. Najmanje oborine ponovno je bilo u Dalmaciji. I u srpnju je bilo pojave saharskog pijeska, a lokalno grmljavinskih nevremena.

Prva polovina kolovoza je bila posvuda iznadprosječno topla i uglavnom bez kiše usljed utjecaja izraženog termobaričkog grebena čija se os 14. kolovoza nalazila nad Hrvatskom. Peti toplinski val ovog ljeta bio je najizraženiji s najvišom temperaturom zraka na Jadranu i u priobalju, a trajao je od 7. ili 8. do 16. ili 17. kolovoza, ovisno od područja zemlje, te je prije prekinut u zapadnoj unutrašnjosti i na sjevernom Jadranu, a najkasnije na jugu Dalmacije. 17. kolovoza visinska dolina i hladna fronta donijele su oborine i osvježenje, ponajprije u unutrašnjost i na dio sjevernog i srednjeg Jadrana, dok je na južnom dijelu oborine bilo malo ili nimalo. Tek od 23. kolovoza je utjecaj ciklonalnog polja donio znatnije oborine na cijeli Jadran. Osjetno je osvježilo, odnosno vrućina je popustila, a nakon umjerenog i jakog juga bilo je bure i sjeverozapadnjaka, ponegdje s olujnim udarima. Valja napomenuti da je količina kiše znatno varirala od mjesta do mjesta.

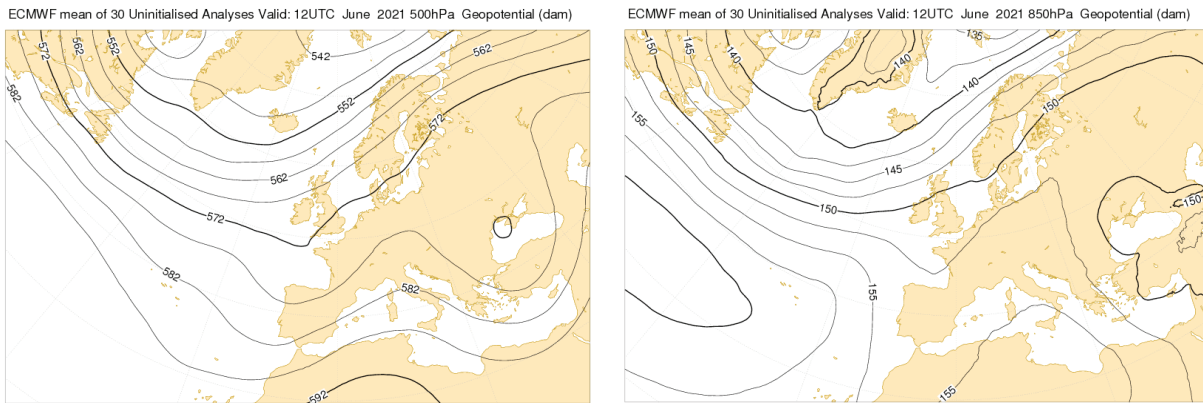
Daljnje sinoptičke analize, posebice srednjih mjesečnih visinskih strujanja dat će dodatni uvid u vremensku sliku u ljetnoj sezoni.

Analiza vremenskih prilika u ljetnim mjesecima 2021. godine preko srednjih mjesečnih visinskih stanja

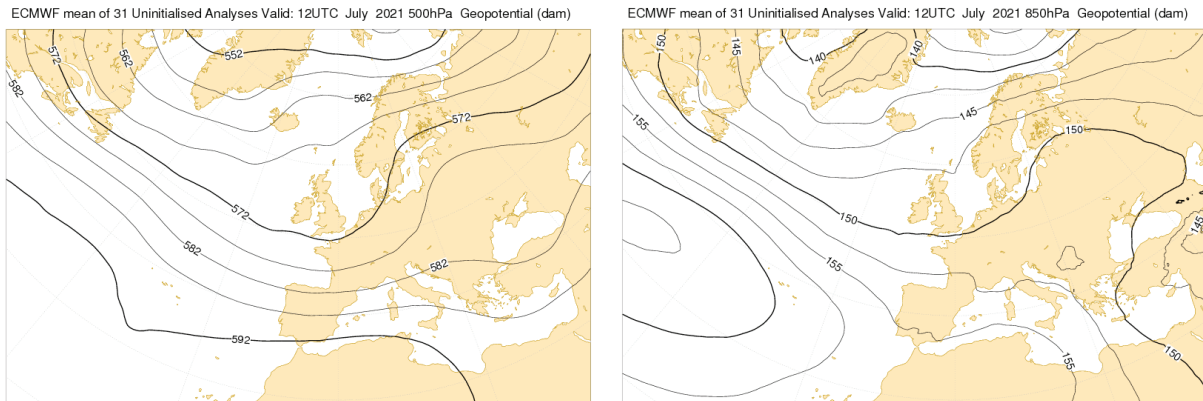
Na vrijeme osim sinoptičkih prilika u prizemnom sloju atmosfere, odnosno prizemno polje tlaka zraka, utječe i stanje atmosfere u višim slojevima.

Posebno je važna situacija na visini oko 5.5 km – na izobarnoj plohi AT 500 hPa, te na visini oko 1.5 km – na izobarnoj plohi AT 850 hPa.

Na njima se mogu uočiti strujanja po visini i visinski atmosferski sustavi koji u značajnoj mjeri utječu na vrijeme u prizemnim slojevima. Pri tome je srednje mjesečno stanje atmosfere po visini pokazatelj srednjeg mjesečnog strujanja nad određenim područjem, odnosno nad sjevernom hemisferom.



Slika 1. Srednje mjesečno stanje atmosfere u LIPNJU 2021. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 12 UTC (izvor ECMWF).



Slika 2. Srednje mjesečno stanje atmosfere u SRPNJU 2021. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 12 UTC (izvor ECMWF).

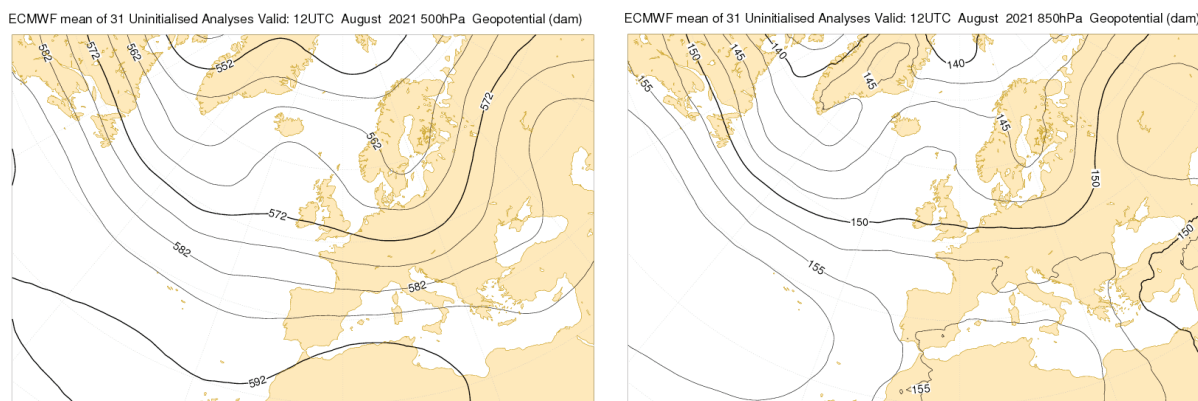
Za takvu analizu korišteni su podaci Europskog centra za srednjoročne vremenske prognoze u Readingu (ECMWF) u 12 UTC.

Lipanj 2021.

Prema srednjem mjesečnom stanju u lipnju na izobarnoj plohi AT 500 hPa (slika 1) iznad našeg dijela Europe je bio greben čija je os bila malo zapadnije od nas te su naši krajevi bili na prednjoj strani tog grebena. Dolina je bila na krajnjem zapadu kontinenta, a druga iznad istočne Europe. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa u lipnju je iznad nas također bio greben koji se pružao od sjevera Afrike daleko prema sjeveru Europe pri čemu je os grebena bila točno iznad naše zemlje. U takvim okolnostima nam je pritjecao te se iznad nas zadržavao vrlo topao i uglavnom suh zrak.

Srpanj 2021.

Prema srednjem mjesečnom stanju atmosfere na izobarnoj plohi AT 500 hPa u srpnju (slika 2) se od Afrike preko Sredozemlja do Balkanskog poluotoka te dalje prema sjeveroistoku pružao greben. Dolina se pružala od Sjevernog mora zapadom kontinenta sve do Alpa. Naši su krajevi bili na stražnjoj strani spomenutog grebena. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa se u srpnju od jugozapada Europe preko Sredozemnog mora i naših predjela prema sjeveroistoku kontinenta pružao greben sa slabo izraženim gradijentima u polju izohipsi. Plitka je dolina bila iznad zapadnog Sredozemlja, a iznad sjeverozapada Europe bila je duboka, izražena dolina. U takvim je okolnostima k nama i u srpnju pritjecao vrlo topao, a zbog blizine spomenute doline povremeno vlagom bogatiji zrak.



Slika 3. Srednje mjesečno stanje atmosfere u KOLOVOZU 2021. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 12 UTC (izvor ECMWF).

Kolovoz 2021.

U kolovozu se na izobarnoj plohi AT 500 hPa (slika 3) prema srednjem mjesečnom stanju od sjevera Afrike do dijela Sredozemlja pružao greben. Od sjevera Europe se pružala dolina čija je os bila iznad središnjeg dijela kontinenta. Naši su krajevi bili na rubnom, južnom dijelu doline. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa također se od Skandinavije prema jugu pružala dolina, a na Sredozemlju je bio greben. U takvim okolnostima se iznad nas zadržavao većinom topao zrak, međutim bilo je povremenih prodora hladnijeg i vlagom bogatog oceanskog zraka sa zapada.

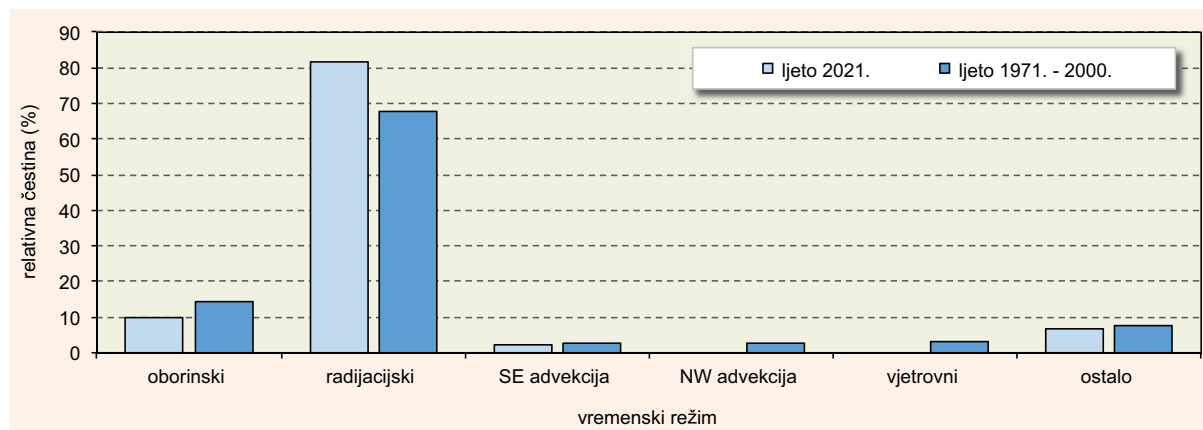
Rezultati i diskusija

Unutrašnjost Hrvatske

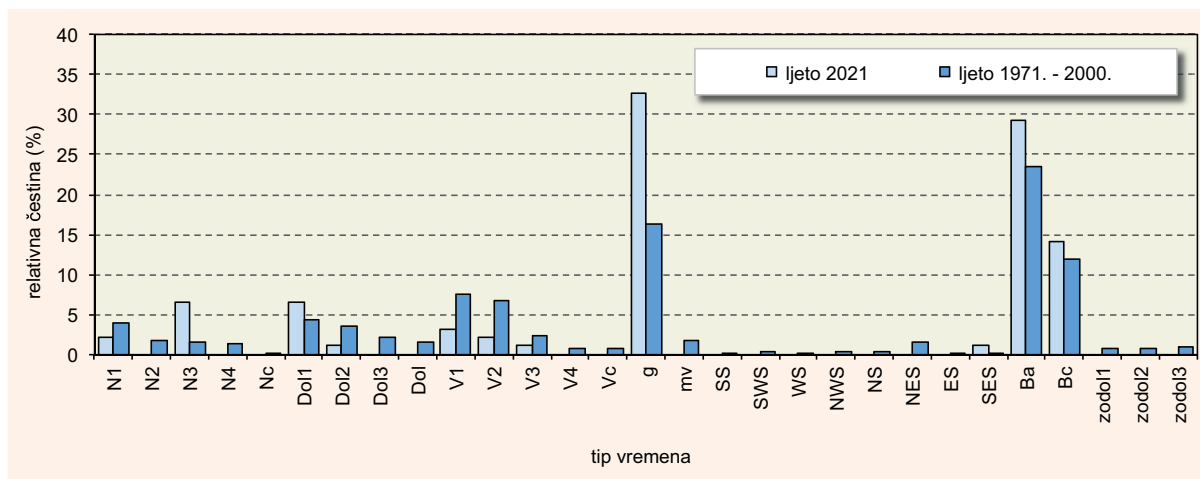
Analiza vremenskih režima za ljeto 2021. u unutrašnjosti Hrvatske (slika 4) pokazuje kako je najveću relativnu čestinu imao radijacijski režim koji je zabilježen u oko 81% dana tijekom cijele sezone. U lipnju je 27 dana imalo neki od vremenskih tipova koji pripadaju ovom režimu, u srpnju 26, a u kolovozu 22.

Oborinskog je režima bilo manje od prosjeka za referentno razdoblje 1971. – 2000. Zabilježen je 9 puta tijekom sezone od čega je 6 dana u kolovozu imalo ovaj režim, 2 u srpnju i samo 1 u lipnju.

Ostali su režimi bili puno rjeđi pri čemu su vjetrovni režim i režim advekcije sa sjeverozapada potpuno izostali, režim advekcije s jugoistoka zabilježen je 2 puta (oba u kolovozu). Bilo je pritom 6 dana ovog ljeta s nekim od vremenskih tipova koji pripadaju režimu ostalo.



Slika 4. Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za LJETO 2021. i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske



Slika 5. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za LJETO 2021. i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske

Analiza vremenskih tipova (slika 5) pokazuje kako su ovog ljeta najveću relativnu frekvenciju imali vremenski tipovi greben visokog tlaka (g), bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba) i bezgradijentno ciklonalno polje (Bc), koji su i u referentnom razdoblju 1971. – 2000. imali najveću relativnu frekvenciju. Ovog je ljeta, međutim, njihova učestalost bila zamjetno veća od srednjaka u tom razdoblju, posebno za tip greben visokog tlaka (g) čija je relativna frekvencija bila dvostruko veća od prosjeka te je zabilježen čak 30 puta (13 dana u kolovozu, 10 u lipnju te 7 u srpnju). Tip bezgradijentno ciklonalno polje (Bc) zabilježen je u lipnju jednom, u kolovozu 3 puta, a u srpnju 9 puta. To pokazuje kako je u srpnju utjecaj polja malo sniženog tlaka bio češći nego u ostala dva ljetna mjeseca, a osobito se ističe lipanj kada je bilo izraženije djelovanje anticiklone kao grebena visokog tlaka (g) ili bezgradijentnog anticiklonalnog polja (Ba).

Od ostalih tipova koji pripadaju radijacijskom režimu tri dana u sezoni imali su tip prednja (istočna) strana anticiklone (V1) te 2 dana donja (južna) strana anticiklone (V2).

Od tipova koji pripadaju oborinskom režimu češći su bili oni vezani uz prolazak fronte, posebno prednja strana doline (Dol1). Tip prednja (istočna) strana ciklone (N1) zabilježen je samo 2 puta i to u kolovozu. Kiša koja je pala tijekom ljeta uzrokovana je nekim od ovih tipova, no konvektivne oborine je bilo i u danima s tipovima iz radijacijskog režima, posebice u slučaju bezgradijentnog (ciklonalnog) polja kada je uz zadržavanje vlažnog zraka atmosfera bila nestabilna i pogodna za jači razvoj oblaka i lokalne pljuskove, nerijetko i izraženije.

Od ostalih tipova izdvojiti treba stražnju (zapadnu) stranu ciklone (N3) koja je zabilježena 6 puta ovog ljeta. On pripada režimu ostalo i odnosi se na situacije kada ciklona odmakne istočnije od naših krajeva pri čemu na njezinoj stražnjoj strani može pritijecati relativno vlažan zrak te je, osim promjenljive naoblake, moguća i mjestimična kiša.

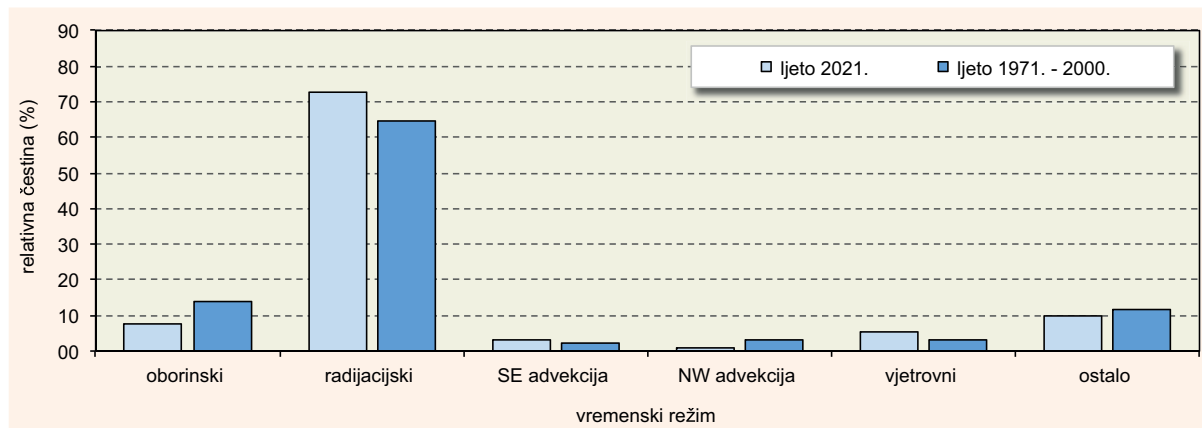
Sjeverni Jadran

Analiza vremenskih režima na sjevernom Jadranu pokazuje kako je radijacijski režim, isto kao i u unutrašnjosti, imao najveću relativnu frekvenciju – zabilježen je u više od 70% dana, što je za oko 9% više od prosjeka za razdoblje 1971. – 2000. (slika 6). U lipnju je čak 28 dana imalo neki od vremenskih tipova koji pripadaju ovom režimu, u srpnju 22, a u kolovozu 17.

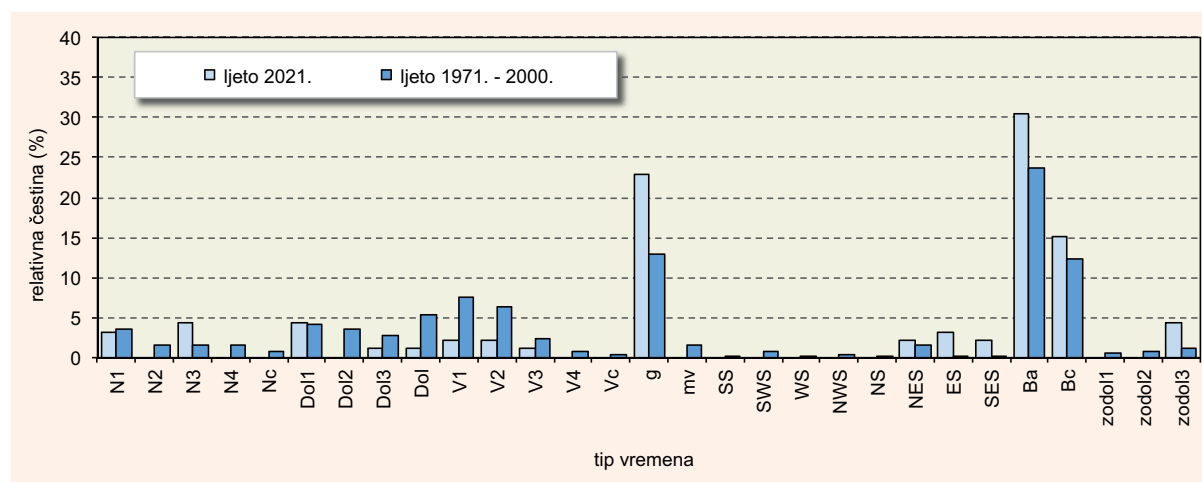
Oborinskog je režima bilo manje od srednjaka za razdoblje 1971. – 2000. Svega je 7 dana u sezoni imalo neki od vremenskih tipova koji pripadaju ovom režimu, i to 5 u kolovozu te 2 u srpnju.

Vjetrovnog je režima bilo malo više nego što je uobičajeno, no njegova je prosječna učestalost inače ljeti mala. Režimi advekcija sa sjeverozapada (NW advekcija) te advekcija s jugoistoka (SE advekcija) su bili vrlo rijetki, a tipova koji pripadaju režimu ostalo bilo je malo manje od prosjeka za razdoblje 1971. – 2000. (zabilježen 4 puta u srpnju, 3 puta u kolovozu te 2 puta u lipnju).

Analiza učestalosti **vremenskih tipova** na sjevernom Jadranu (slika 7) pokazuje kako je najčešći vremenski tip bio bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba) s relativnom frekvencijom od oko 30%, što je malo više od prosjeka za razdoblje 1971. – 2000. Potom slijedi greben visokog tlaka (g) čija je učestalost bila zamjetno



Slika 6. Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za LJETO 2021. i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran



Slika 7. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za LJETO 2021. i za ljetno razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran

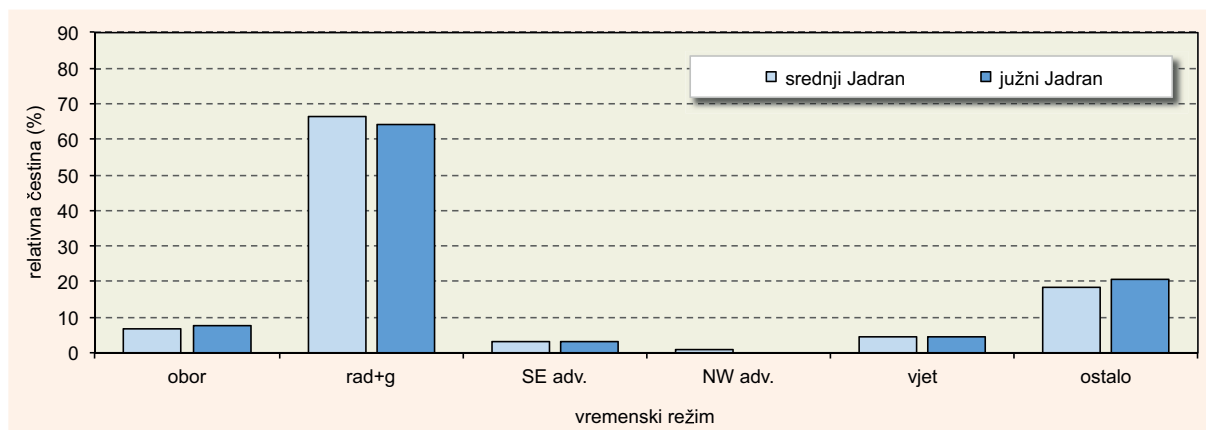
veća od prosječne (23% prema 13%) te bezgradijentno ciklonalno polje (Bc) kojega je, kao i u unutrašnjosti, više bilo u kolovozu (4 dana) te posebno u srpnju (9 dana), a u lipnju je samo jedan dan imao ovaj tip. Više od dvije trećine ljeta bilo je obilježeno nekim od ova tri vremenska tipa. Od ostalih tipova koji pripadaju radijacijskom režimu po dva puta su (i to u lipnju) zabilježeni prednja (istočna) strana anticiklone (V1) te donja (južna) strana anticiklone (V2).

Od tipova iz oborinskog režima relativnu frekvenciju podjednaku kao višegodišnji srednjak u razdoblju 1971. – 2000. imali su tip prednja (istočna) strana ciklone (N1) te prednja strana doline (Do1). Pritom je ovaj prvi zabilježen samo u kolovozu i to 3 puta, a drugi po 2 puta u srpnju i kolovozu. Srpanj je prema klimatskoj ocjeni u ovom dijelu Hrvatske bio kišan pa je očito oborine koja je zabilježena bilo ne samo u dane s oborinskim režimom već i u one s radijacijskim, posebno u bezgradijentnom ciklonalnom polju (Bc) kada je bilo uvjeta za jači konvektivni razvoj oblaka i pljuskove, mjestimice izraženije, uz zadržavanje vlažnog i nestabilnog zraka.

Od ostalih tipova izdvojiti se može tip istočno (ES) i sjeveroistočno (NES) prijelazno stanje koji pripadaju vjetrovnom režimu te koji su se pojavili 3, odnosno 2 puta u sezoni. To su bile situacije s burom koje su prema višegodišnjem srednjaku za razdoblje 1971. – 2000. bile vrlo rijetke, no posljednjih ljeta pojavljuju se ipak nešto češće.

Srednji i južni Jadran

Prema **analizi vremenskih režima** na srednjem i južnom Jadranu (slika 8) radijacijski je režim bio najzastupljeniji, s relativnom frekvencijom od oko 66% na srednjem, odnosno 64% na južnom Jadranu.



Slika 8. Relativne čestine vremenskih režima za LJETO 2021. za srednji i južni Jadran

Najčešći je bio u lipnju s 24 dana u mjesecu s ovim režimom u svakoj od ove dvije regije, potom manje čest u srpnju (21, odnosno 20 dana) te potom u kolovozu (16, odnosno 15 dana).

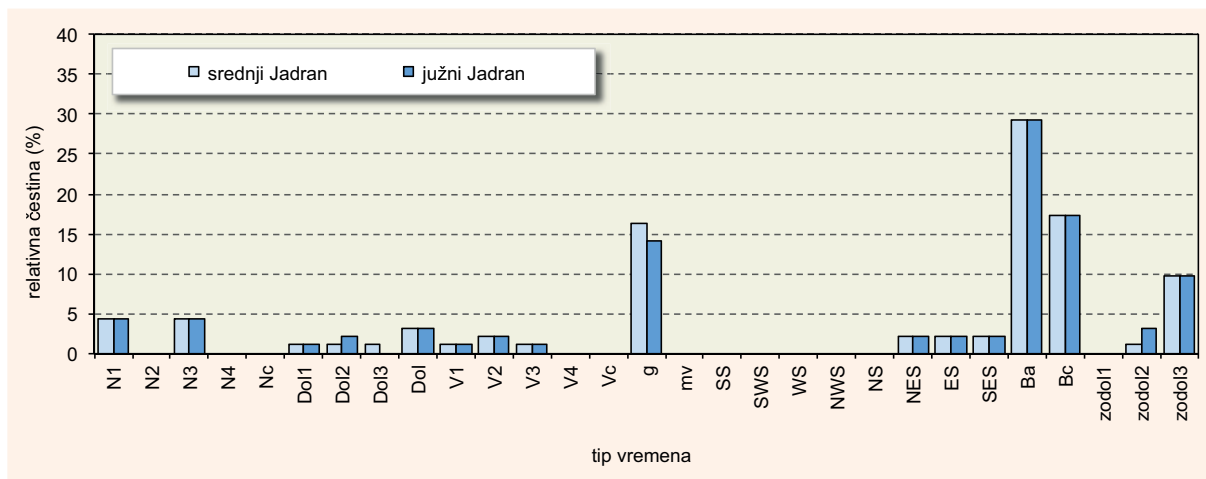
Oborinski je režim zabilježen samo 6 puta na srednjem i 7 puta na južnom Jadranu. U lipnju nije bilo niti jednog dana s ovim režimom, u srpnju samo po 1 u svakoj regiji, a u kolovozu je zabilježen u 5 dana na srednjem te u 6 dana na južnom Jadranu.

Vjetrovni i režim advekcije s jugoistoka bili su rijetki pri čemu dani s vremenskim tipovima koji pripadaju vjetrovnom režimu nisu zabilježeni u lipnju.

Razmjerno je čest bio režim ostalo s relativnom frekvencijom od oko 20%. To su većinom bili dani sa zonalno položenom slabo izraženom dolinom koja se od istočnog Sredozemlja preko Jonskog mora pružala do Jadranskog mora pri čemu je naša obala bila na stražnjoj strani doline uz relativno stabilno, suho i iznadprosječno toplo vrijeme.

Od **vremenskih tipova** na srednjem i južnom Jadranu (slika 9) najveću je relativnu frekvenciju, imao tip bezgradijentno anticiklonalno polje (Ba) koji je zabilježen 27 puta tijekom ljeta i to po 13 puta u lipnju, 9 u srpnju te 5 u kolovozu. Greben visokog tlaka (g) bio je neznatno češći na srednjem nego na južnom Jadranu (15 prema 13 dana u sezoni), a tipovi vezani uz utjecaj anticiklone bili su još manje česti nego na sjevernom Jadranu i u unutrašnjosti.

Relativnu čestinu od oko 10% imao je tip stražnja strana zonalne doline (zodol3), koji pripada režimu ostalo. A iz tog je režima i vremenski tip stražnja (zapadna) strana ciklone (N3), u lipnju zabilježen 2 puta, a u srpnju i kolovozu po jedanput.



Slika 9. Relativne čestine tipova vremena za LJETO 2021. za srednji i južni Jadran

Od vremenskih tipova iz grupe oborinskog režima oni vezani uz prolazak fronte bili su vrlo rijetki. Od onih vezanih uz ciklonu 4 je puta ovog ljeta (i to u kolovozu) zabilježen tip prednja (istočna) strana ciklone (N1). Ta su 4 dana, uz još poneki s bezgradijentnim poljem u kojem je bilo jačih konvektivnih pljuskova, doprinijela da klimatska ocjena kolovoza za neka mjesta u ovom dijelu Hrvatske bude *kišno i vrlo kišno*.

Zaključak

Ljeto 2021. godine obilježio je, kao što je to i uobičajeno, radijacijski režim u svim krajevima Hrvatske, a posebno u unutrašnjosti gdje je više od 80% dana imalo neki od vremenskih tipova koji pripadaju tom režimu. Najčešći od njih bili su greben visokog tlaka (g) te bezgradijentna polja, anticiklonalno (Ba) i ciklonalno (Bc), dok su oni povezani s premještanjem središta anticiklona u našoj blizini bili uglavnom rijetki. Dani s radijacijskim režimom posebno su obilježili lipanj kada je, ovisno o regiji, bilo od 24 do 28 dana s ovim režimom. Pritom se iznad nas zadržavao ili nam je pritjecao vrlo topao i većinom suh zrak, povremeno s prašinom iz Sahare te je bilo vruće i vrlo vruće s toplinskim valovima. U dane u kojima je zabilježena oborina bilo je dotoka nešto vlažnijeg zraka i to posebno u unutrašnjosti i na sjevernom dijelu Jadrana gdje je stoga bilo nestabilno uz lokalno pojačanu konvektivnu aktivnost te grmljavinske pljuskove i nevremena s olujnim vjetrom, obilnom kišom i tućom. Radijacijski je režim osobito u kolovozu bio manje čest uz više dana s kišom u drugoj polovini mjeseca pri čemu je, osim prizemne sinoptičke situacije, na vremenske uvjete utjecala visinska situacija, odnosno visinska ciklona potkraj mjeseca.

Većina dana s oborinskim režimom tako je zabilježena u svim područjima u drugome dijelu kolovoza kada je u nekim predjelima, posebno prema jugu zemlje, bilo obilne oborine. S druge strane, broj dana s nekim od tipova koji pripadaju oborinskom režimu tijekom cijelog ljeta nije bio velik, što je za srednji i južni Jadran inače uobičajeno. U unutrašnjosti i na sjevernom Jadranu pak učestalost oborinskog režima bila je manja nego u referentnom razdoblju 1971. – 2000. godine.

Kao i prošlih ljeta, povećana je bila relativna frekvencija pojavljivanja vremenskih tipova koji pripadaju vjetrovnom režimu na Jadranu. On je izostao u lipnju, a poneki je dan s ovim režimom zabilježen u srpnju i kolovozu. To su uglavnom bili dani s pojačanom burom pri čemu je od sjeverozapada ili zapada Europe iznad naših krajeva jačao utjecaj ogranka anticiklone, a iznad jugoistoka kontinenta bilo je polje sniženog tlaka te su iznad Jadrana bili povećani gradijenti u polju tlaka.

Kako je radijacijskog režima na srednjem i južnom Jadranu bilo manje nego na sjevernom te manje nego u unutrašnjosti, češći su ondje bili tipovi koji pripadaju režimu ostalo. To se prije svega odnosi na vremenski tip stražnja strana zonalne doline (zodol3) koji je zabilježen u čak 10% dana ovog ljeta. To su bile sinoptičke situacije kada se od istočnog Sredozemlja preko Jonskog i dijela Jadranskog mora pružala slabo izražena zonalno položena dolina te je na području Jadrana bilo većinom stabilno, suho i vruće bez jačeg strujanja, odnosno najčešće uz jutarnji burin i dnevni maestral.

Literatura

DWD, 2021.: 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.