

## **Analiza zime 2016. - 2017. godine po tipovima vremena**

Dunja Plačko-Vršnak, Marija Mokorić i Krunoslav Mikec

### **Uvod**

[Klimatološka analiza zimske sezone \(prosinac, siječanj, veljača\) 2016. – 2017.](#) pokazuje da su temperaturne prilike u najvećem dijelu zemlje bile unutar tridesetogodišnjeg prosjeka (1961. – 1990.). Prema raspodjeli percentila većinom su bile u kategoriji normalno.

Pri tome su prosinac te veljača bili topliji od uobičajenog višegodišnjeg srednjaka, dok je siječanj bio znatno hladniji.

Količina oborine u zimskoj sezoni je bila manja ili oko prosjeka za navedeno referentno razdoblje. U istočnim predjelima, na sjevernom Jadranu i u Gorskom kotaru bila je u kategoriji normalno, a u ostalim predjelima u kategorijama sušno i vrlo sušno. Pregled mjesečnih oborinskih prilika pokazuje da su i prosinac i siječanj imali znatno manje oborine od uobičajenog, dok je veljača bila s više oborine, pa su oborinske prilike primjerice na riječkom području bile u kategoriji ekstremno kišno.

U prosincu prošle godine je na vrijeme najviše utjecala anticiklona ili njezin ogranak koji se pružao prema našim krajevima. Po visini je većinom u jugozapadnoj struji ili termobaričkom grebenu pritjecao razmjerno topao zrak koji je povremeno sadržavao više vlage te je posebice u kontinentalnim krajevima bilo dugotrajne magle. Potkraj trećeg desetodnevlja prosinca s premještanjem hladne fronte, dok se ciklona svojom glavnom kretala južnije od Hrvatske, bilo je oborina, a u visinskoj struji je postupno pritjecao hladniji zrak.

Prodor hladnog zraka nastavio se u siječnju 2017. te je stoga, osobito u prvoj polovini siječnja, bilo ekstremne hladnoće s minimalnom temperaturom zraka u unutrašnjosti i nižom od -20 °C. Naime, s premještanjem hladne fronte i visinske doline od 6. siječnja je u izraženoj sjevernoj struji pritjecao vrlo hladan zrak. Kratkotrajno je bilo kiše i snijega, a na Jadranu vrlo jake, pa i olujne bure. 12. i 13. siječnja s premještanjem hladne fronte u plitkom ciklonalnom polju s južnim vjetrovima je prolazno zatopljilo uz povremene oborine. Prolaznih oborina je bilo s novim prodorom vlažnog zraka i 17. i 18. siječnja. Zatim je do kraja mjeseca prizemno bilo većinom polje visokog tlaka zraka. Ciklone su se svojom glavnom premještale južnije od naših krajeva, a postupno se uspostavilo jugozapadno visinsko strujanje. Kao zaključak se može reći da je prizemno na vrijeme uglavnom utjecala istočnoeuropska anticiklona, a uslijed pritjecanja toplog zraka po visini od sredine mjeseca jačala je temperaturna inverzija.

Za razliku od siječnja, veljaču karakteriziraju razdoblja iznadprosječne topline s prevladavajućim južnim i jugozapadnim strujanjem. Zabilježena su tri izražena prodora vlažnog i nestabilnog te razmjerno svježeg zraka kada je bilo i obilne kiše, a snijega je bilo ponajprije u gorju. Uslijed prevladavajućeg jugozapadnog strujanja kiša je bila najučestalija na sjevernom Jadranu, posebice na području Rijeke, i u najzapadnijim dijelovima unutrašnjosti. Jakog jugozapadnog vjetera bilo je povremeno u gorskoj i središnjoj Hrvatskoj.

### **Analiza vremenskih prilika u zimskim mjesecima 2016.-2017. 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.

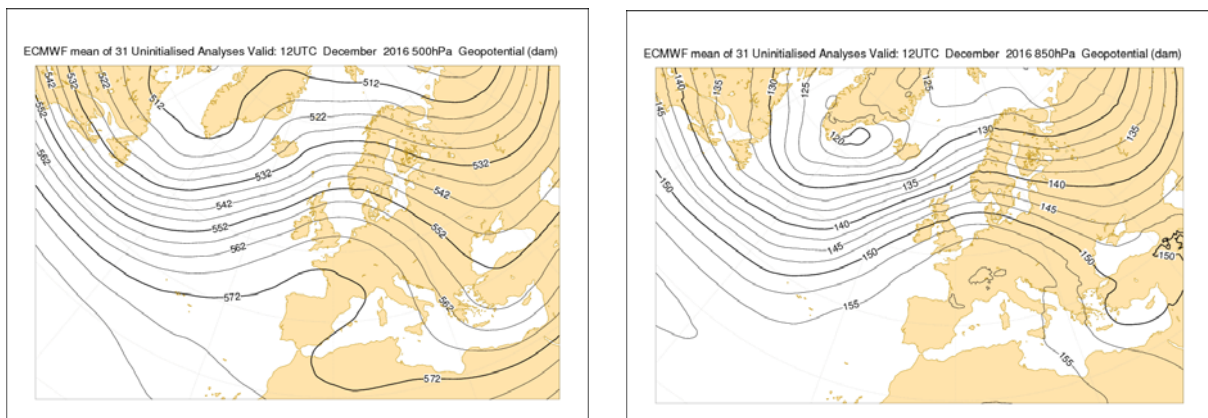
Za takvu analizu korišteni su podaci Europskog centra za srednjoročne vremenske prognoze (ECMWF) u Readingu u 12 UTC.

## Prosinac 2016.

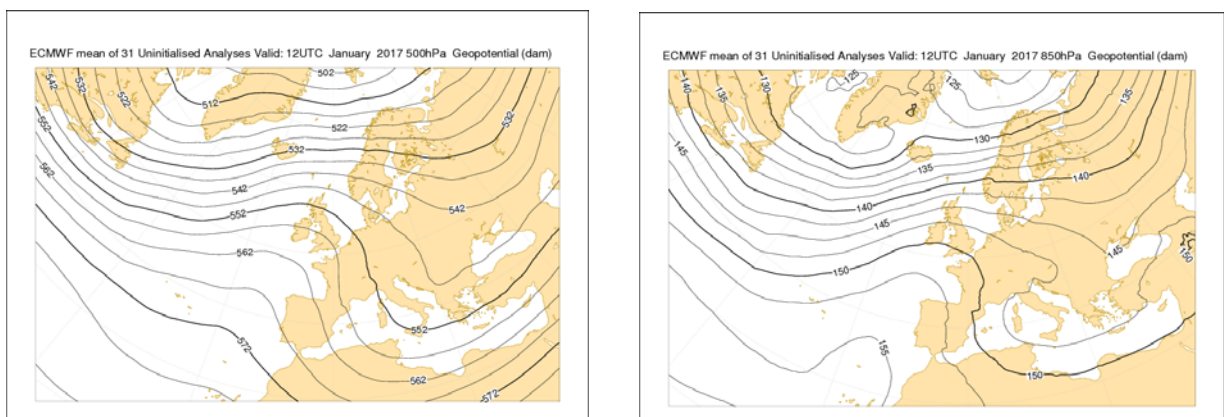
Prema srednjoj mjesečnoj analizi stanja atmosfere na izobarnoj plohi AT 500 hPa (na oko 5,5 km visine) u prosincu je dominantan utjecaj na vrijeme u našem dijelu Europ imao greben (slika 1.). On se pružao od Atlantskog oceana preko Pirinejskog poluotoka sve do istočne Europe te su naši krajevi bili na njegovoj prednjoj strani. U takvim je okolnostima k nama pritjecao razmjerno topao i ne odveć vlažan zrak. I na izobarnoj plohi AT 850 hPa prevladavajući je bio utjecaj grebena koji se pružao također od jugozapada kontinenta prema sjeveroistoku, a iznad naše zemlje polje je izohipsi bilo sa slabo izraženim gradijentima.

## Siječanj 2017.

Prema srednjem mjesečnom stanju atmosfere na izobarnoj plohi AT 500 hPa u siječnju (slika 2.) iznad naših je područja bila dolina čija je os bila malo istočnije od nas, a iznad zapadne europe bio je greben. Stoga nam je na stražnjoj strani doline pritjecao uglavnom razmjerno hladan zrak sa sjevera i sjeverozapada. Na karti AT 850 hPa prema srednjem mjesečnom stanju također je bila dolina čija se os pružala od istočne europe i Crnog mora preko Balkanskog i Apeninskog poluotoka do Sredozemlja. Zapad je kontinenta i na ovoj visini bio pod utjecajem grebena čiji se ogranak pružao preko Alpa i do naših najzapadnijih predjela.



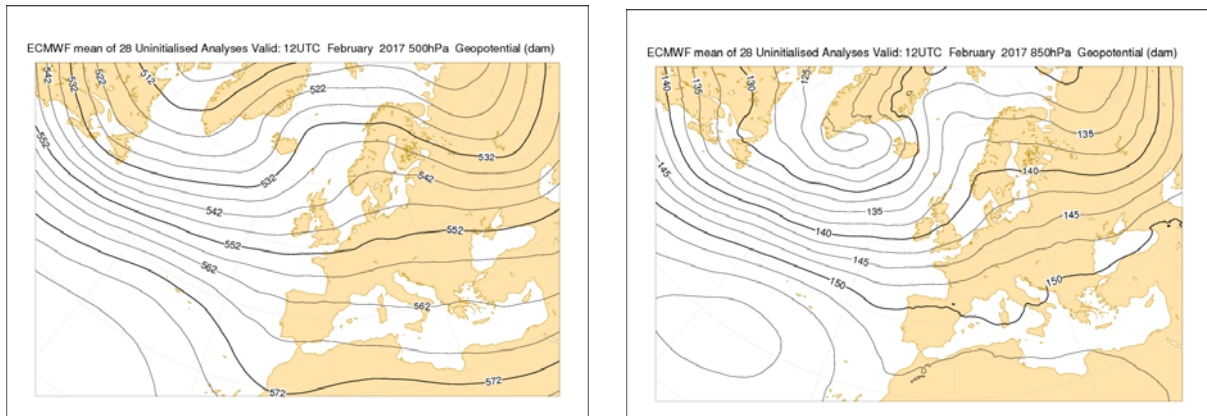
**Slika 1.** Srednje mjesečno stanje atmosfere u prosincu 2016. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 12 UTC (izvor ECMWF).



**Slika 2.** Srednje mjesečno stanje atmosfere u siječnju 2017. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 12 UTC (izvor ECMWF).

## Veljača 2017.

U veljači su izohipse na izobarnoj plohi AT 500 hPa (slika 3.) prema srednjem mjesečnom stanju iznad središnjeg dijela Europe, pa i iznad nas, bile postavljene zonalno. Na jugozapadu je kontinenta pritom bila ne jako izražena dolina, a iznad sjevera i sjeverozapada Europe greben. Na izobarnoj plohi AT 850 hPa je prema srednjem mjesečnom stanju iznad Sredozemlja bila dolina čija je os bila zapadnije od nas te nam je stoga u nižim slojevima atmosfere pritjecao topao i vlagom bogat zrak s jugozapada.



**Slika 3.** Srednje mjesečno stanje atmosfere u veljači 2017. na AT 500 hPa (lijevo), odnosno AT 850 hPa (desno) u 12 UTC (izvor ECMWF).

## Tipovi vremena

Da bi se detaljnije analizirala vremenska slika rađena je analiza prizemnih sinoptičkih situacija na osnovi [29 vremenskih tipova](#) koje je odredio [dr.sc. Dražen Poje](#) 1965. godine.

Tipovi vremena su se određivali iz analize prizemnog tlaka zraka u 00 UTC Njemačke meteorološke službe.

Nadalje, vremenski tipovi su s obzirom na utjecaj na vrijeme i učestalost pojavljivanja svrstani u grupe tipova vremena, odnosno vremenske režime (Tablica 1.).

Određeno je pet vremenskih režima: radijacijski, oborinski, advekcija iz jugoistočne Europe, advekcija iz sjeverozapadne Europe te vjetrovni, a preostali vremenski tipovi prema Poje (1965.), znatno su manje učestali, te su stoga svrstani u kategoriju „ostali“.

**Tablica 1.** Grupirani tipovi vremena – vremenski režimi

GRUPA	TIP VREMENA
radijacijski režim	V1, V2, V4, g, mv, Ba, Bc
oborinski režim	N1, N2, Dol1, Dol2, WS, SWS, SS
advekcija iz SE Europe	V3, SES
advekcija iz NW Europe	NWS, Dol3
vjetrovni režim	N4, NS, NES, ES
ostali	N3, Nc, zodol1, zodol2, zodol3, Vc, Dol

## **Karakteristike analiziranih vremenskih režima**

Radijacijski režim karakterizira slabo strujanje promjenljiva smjera, te utjecaji lokalnih čimbenika (podloge, reljefa). Pojavljuje se na prednjoj (V1), donjoj (V2) i gornjoj (V4) strani anticiklone, u području grebena visokog tlaka zraka (g), u polju srednje izjednačenog tlaka zraka (Ba, Bc), te između dva ciklonalna polja – most visokog tlaka zraka (mv).

Iako greben visokog tlaka spada u radijacijski tip vremena, nema uvijek obilježja radijacijskog režima, pa se u nekim analizama promatra zasebno (Lončar i Vučetić, 2003.)

Oborinski režim karakterizira advekcija toplog i vlažnog zraka (pretežno uz ciklonalnu zakrivljenost izobara) uz procese dizanja zraka i stvaranje naoblake i oborine. Vremenski tipovi koji su povezani s takvim vremenom su prednja (N1) i donja (N2) strana ciklone, prednja strana doline (Dol1), os doline (Dol2) te zapadno (WS), jugozapadno (SWS) i južno stanje (SS).

Advekciju iz jugoistočne Europe karakterizira hladna advekcija u zimskom dijelu godine u uvjetima slabog strujanja pogodnog za održavanje stabilnih inverznih prilika duljeg trajanja. Pojavljuje se na stražnjoj strani anticiklone (V3), te uz jugoistočno stanje (SES).

Advekcija iz sjeverozapadne Europe je karakteristična po pritjecanju hladnog zraka, uglavnom u toplom dijelu godine, što pogoduje stvaranju konvektivne naoblake uz mjestimične pljuskove. Često je povezana s prolaskom frontalnog sustava. Takve vremenske prilike javljaju se u sjeverozapadnom stanju (NWS) i na stražnjoj strani doline (Dol3).

Vjetrovni režim povezan je s advekcijom hladnog zraka koja se odvija s velikim brzinama, pa je horizontalna i vertikalna razmjena zraka vrlo velika. Takve vremenske prilike pojavljuju se u sjevernom (NS), sjeveroistočnom (NES) i istočnom stanju (ES), te na gornjoj strani ciklone (N4).

## **Rezultati i diskusija**

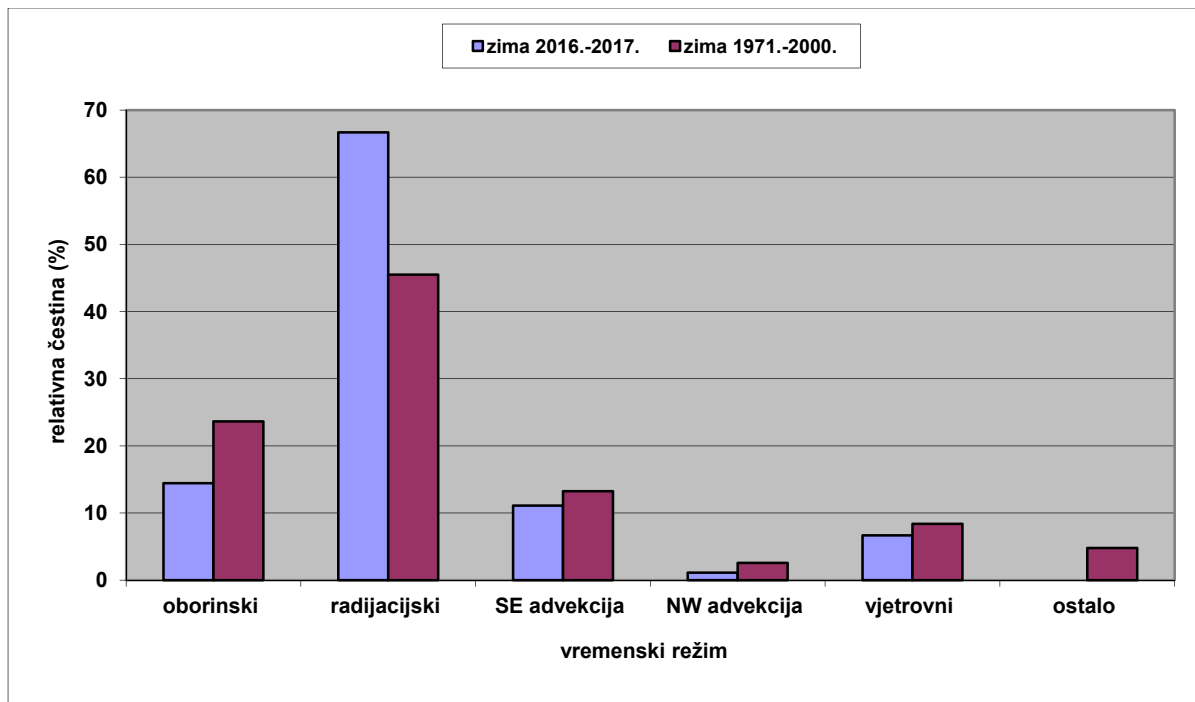
### **Unutrašnjost Hrvatske**

**Analiza vremenskih režima** za zimu 2016./2017. u unutrašnjosti Hrvatske (Slika 4.) pokazuje kako je relativna čestina radijacijskog režima bila najveća (oko 67 %). Dvije trećine dana tijekom sezone imalo je neki od tipova vremena koji pripadaju ovom režimu, što je i zamjetno više od srednjaka za razdoblje 1971. – 2000. (relativna čestina višegodišnjeg prosjeka je 46 %). Pritom je u prosincu i siječnju više od 20 dana imalo neki od tipova vremena koji pripadaju ovom režimu, a u veljači je učestalost ovog režima bila malo manja.

Relativna čestina oborinskog režima bila je zamjetno manja od srednjaku za razdoblje 1971. – 2000. Bilo je svega 13 dana s tipovima vremena ovog režima, pri čemu je u veljači bilo 10 dana s nekim od tipova vremena koji mu pripadaju, a u siječnju tri. To znači da u prosincu nije zabilježen niti jednom što je u skladu s klimatološkom ocjenom prosinca koji je posvuda u Hrvatskoj bio u kategoriji vrlo sušno i ekstremno sušno.

Pritom je u prosincu, uz radijacijski, čest bio vremenski režim advekcije s jugoistoka (SE advekcija) – čak je osam dana imalo neki od tipova vremena koji mu pripadaju. Uglavnom je to vezano uz djelovanje anticiklone, kada je njezino središte istočnije od Hrvatske, pri čemu u jugoistočnoj zračnoj struji k nama pritječe razmjerno topao zrak.

Relativna je frekvencija pojavljivanja vjetrovnog režima bila oko prosječne za zimsku sezonu, dok je režim advekcije sa sjeverozapada (NW advekcija) zabilježen samo jednom, a tipovi vremena iz grupe ostalo potpuno su izostali.

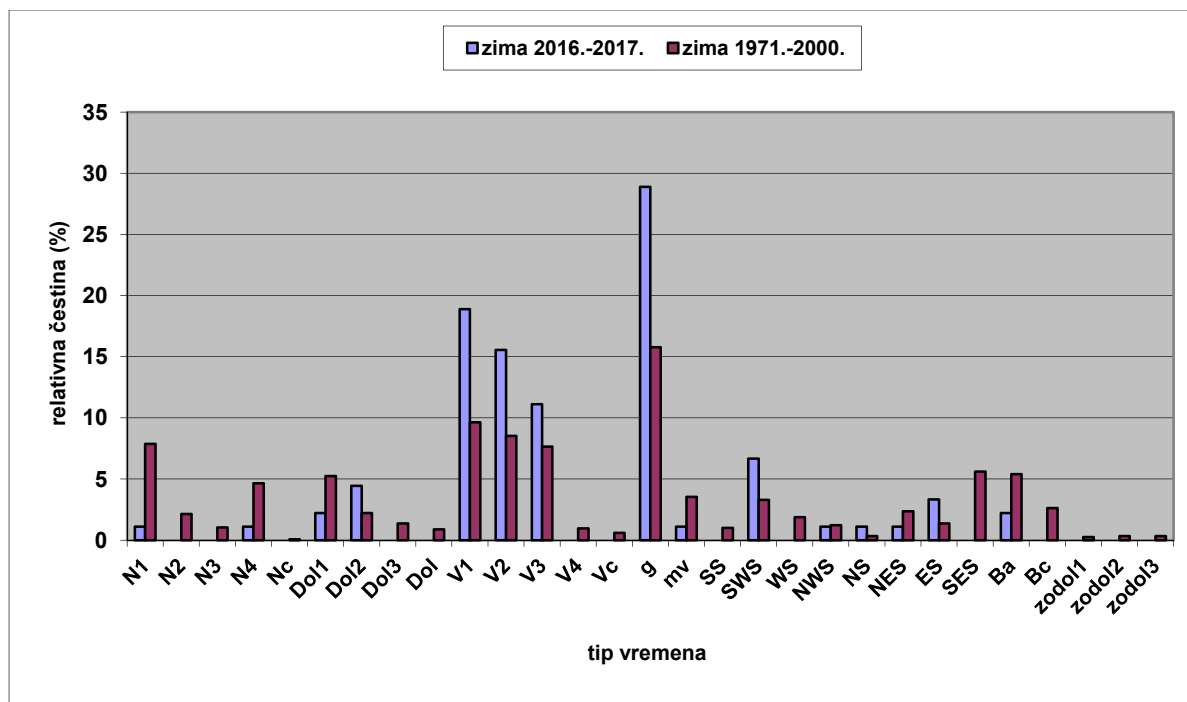


**Slika 4.** Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za zimu 2016. - 2017. i za zimsko razdoblje 1971. - 2000. za unutrašnjost Hrvatske

**Analiza vremenskih tipova** (Slika 5.) pokazuje da je, kao i u prošlim sezonama, najveću relativnu čestinu imao greben visokog tlaka (g), gotovo dvostruko veću od klimatološkog srednjaka. Utjecaj grebena bio je najčešći u veljači – utjecao je na vrijeme tijekom 13 dana. Veća relativna čestina od uobičajene tijekom zime zabilježena je i kod tipova vremena vezanih uz djelovanje anticiklone, posebice prednje (V1) i donje (V2) strane, a relativna čestina stražnje strane anticiklone (V3) bila je malo rjeđa. To upućuje na zaključak da su se anticiklone uglavnom zadržavale malo sjevernije od Hrvatske. Bezgradijentno anticiklonalno (Ba) i ciklonalno (Bc) polje, tipovi koji također pripadaju radijacijskom režimu, bili su razmjerno rijetki.

Na temelju analize zime prema tipovima vremena u unutrašnjosti gotovo je posve izostao utjecaj ciklona. Samo je jednom u cijeloj sezoni i to početkom veljače sinoptička situacija odgovarala utjecaju prednje strane ciklone (N1). Zato je, od oborinskih režima, veću učestalost nego u referentnom razdoblju 1971. - 2000. imao tip jugozapadno prijelazno stanje (SWS) koje je zabilježeno šest puta i to u veljači. Isto tako, razmjerno je čest bio tip os doline (Dol2), dok je prednja strana doline (Dol1) bila rjeđa nego što je uobičajeno.

Tipovi vremena gornja (sjeverna) strana ciklone (N4) te sjeverno (NS), sjeveroistočno (NES) i osobito istočno (ES) prijelazno stanje doprinijeli su razmjerno velikoj učestalosti vjetrovnog režima tijekom zime i to posebice u siječnju.



*Slika 5. Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za zimu 2016. - 2017. i za zimsko razdoblje 1971. – 2000. za unutrašnjost Hrvatske*

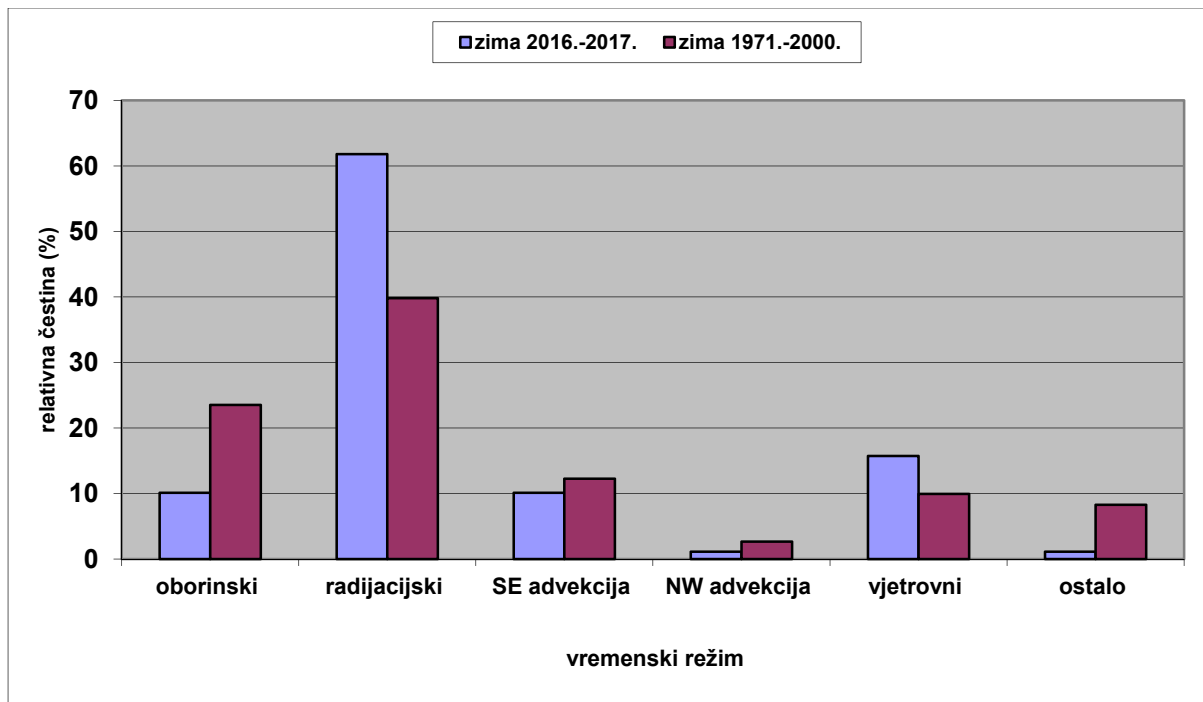
## Sjeverni Jadran

I na sjevernom Jadranu analiza **vremenskih režima** pokazuje da je radijacijski režim bio najčešći i zabilježen je tijekom gotovo dvije trećine dana ove zime (Slika 6.). Njegova učestalost bila je za 20-tak % veća od uobičajene u razdoblju 1971. – 2000. Pritom je u siječnju i veljači bio malo manje čest nego u prosincu kada je čak 21 dan u mjesecu imao neki od tipova vremena koji pripadaju ovom režimu.

Relativna učestalost oborinskog režima bila je zamjetno manja od višegodišnjeg srednjaka u razdoblju 1971. – 2000. Umjesto uobičajene relativne čestine pojavljivanja od 24 % tijekom sezone, ove zime oborinski režim zabilježen je s relativnom učestalošću od samo 10 %. Ovakvi rezultati ne čude, osobito ako se uzme u obzira da je prema klimatološkoj ocjeni oborinskih prilika prosinac na sjevernom Jadranu bio u kategoriji ekstremno sušno, a siječanj u kategoriji normalno i sušno, a tek je u veljači zabilježen višak oborine.

Vjetrovni režim bio je češći nego što je uobičajeno. Gledajući po mjesecima najviše ga je bilo u siječnju kada je čak 8 dana imalo ovaj režim pri čemu je u dane od 16. do 20. siječnja zabilježen niz od 5 uzastopnih dana s tipom vremena koji pripada ovom režimu.

Režim advekcije sa sjeverozapada (NW advekcija) tijekom zime zabilježen je samo jednom, ali je zato režim advekcije s jugoistoka (SE advekcija) imao relativnu učestalost sličnu uobičajenoj u razdoblju 1971. – 2000. (10 % ove zime u odnosu na prosječnih 12 %). Pritom je najčešći bio u prosincu kada je čak 8 dana u mjesecu imalo neki od tipova vremena koji pripadaju ovom režimu, u siječnju je zabilježen samo jednom, a u veljači niti jednom.



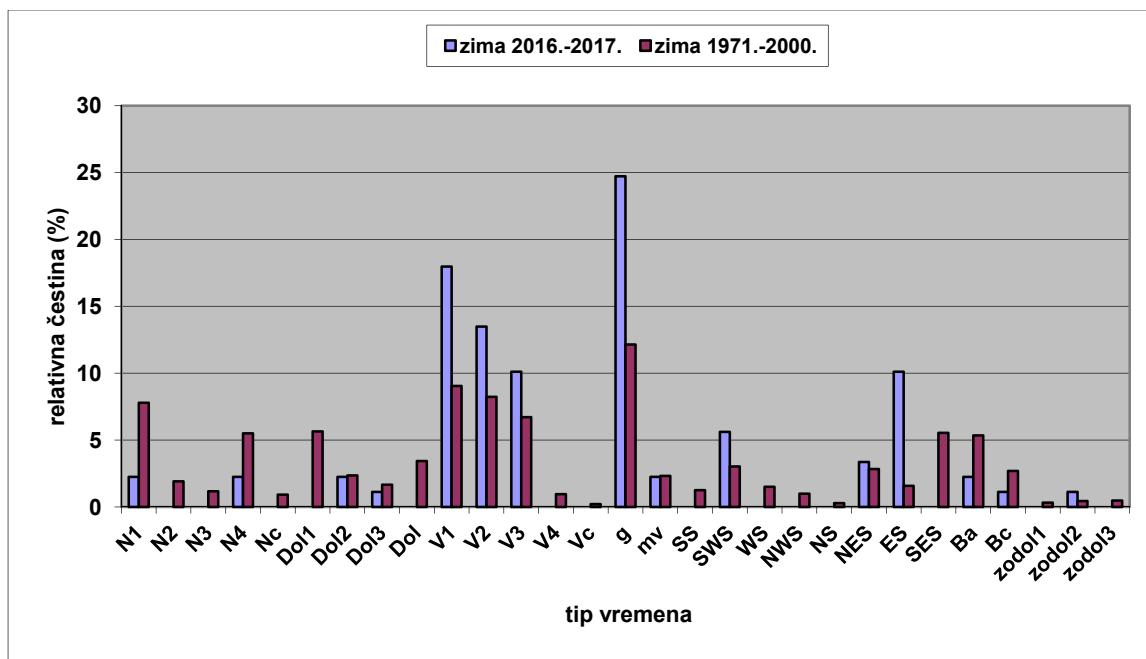
**Slika 6.** Usporedba relativnih čestina vremenskih režima za zimu 2016. - 2017. i za zimsko razdoblje 1971. - 2000. za sjeverni Jadran

Slično kao i u unutrašnjosti, analiza učestalosti **vremenskih tipova** na sjevernom Jadranu (slika 7.) tijekom zime, daje očekivane rezultate – najčešći, odnosno dominantni su bili tipovi vremena koji pripadaju radijacijskom režimu. Najveću učestalost imao je tip vremena greben visokog tlaka (g) čija je relativna čestina bila dvostruko veća od prosječne, odnosno one u razdoblju 1971. – 2000. Ukupno su 22 dana ove zime imala ovaj tip vremena.

Utjecaj bezgradijentnog anticiklonalnog (Ba) i ciklonalnog (Bc) polja bio je rjeđi nego što je uobičajeno. No, zato su tipovi vremena vezani uz utjecaj anticiklone bili češći. Već je prije rečeno da su se anticiklone premještale sjevernije, pa su i na području sjevernog Jadrana tipovi vremena prednja (V1), donja (V2) i stražnja (V3) strana anticiklone imali veću relativnu frekvenciju pojavljivanja od višegodišnjeg srednjaka.

I na sjevernom Jadranu ciklonalna aktivnost bila je puno manja od uobičajene. Svega su dva dana u sezoni imala tip vremena N1 (prednja (istočna) strana ciklone). Oborinske prilike više su bile vezane uz prolazak fronti, odnosno premještanje dolina, te osobito uz trajno jugozapadno strujanje (SWS) na prednjoj strani prostranog ciklonalnog polja koje je zabilježeno tijekom 5 dana u veljači.

Prijelazna stanja koja pripadaju vjetrovnom režimu bila su razmjerno česta, osobito u siječnju i to tip ES (istočno prijelazno stanje), a nešto je manje čest bio tip NES (sjeveroistočno prijelazno stanje). U veljači je dva puta zabilježen tip N4 (gornja (sjeverna) strana ciklone) koji također pripada vjetrovnom režimu.



**Slika 7.** Usporedba relativnih čestina vremenskih tipova za zimu 2016. - 2017. i za zimsko razdoblje 1971. – 2000. za sjeverni Jadran

### Srednji i južni Jadran

Analiza **vremenskih režima** pokazuje da je relativna čestina radijacijskog režima na srednjem i južnom Jadranu također velika, odnosno veća je od 50 % (Slika 8.). Pritom je najčešći bio u prosincu, kao i u ostalim područjima Hrvatske, a najmanja mu je učestalost bila u siječnju.

Potom prema relativnoj frekvenciji slijedi vjetrovni režim kojega je tijekom zimske sezone bilo oko 20 % što je više nego na sjevernom Jadranu i zamjetno više nego u unutrašnjosti. Ponajprije je tome doprinio siječanjanj kada je čak 12 dana u mjesecu bilo obilježeno nekim od tipova vremena koji pripadaju ovom režimu. To su uglavnom bili dani s jakom i olujnom burom.

I režim advekcija s jugoistoka (SE advekcija) u ovim krajevima Hrvatske bio je češći nego drugdje te je, kao i u ostalim područjima, najčešći bio u prosincu kada je na srednjem Jadranu 8, a na južnom 7 dana imalo neki od tipova vremena koji pripadaju ovom režimu.

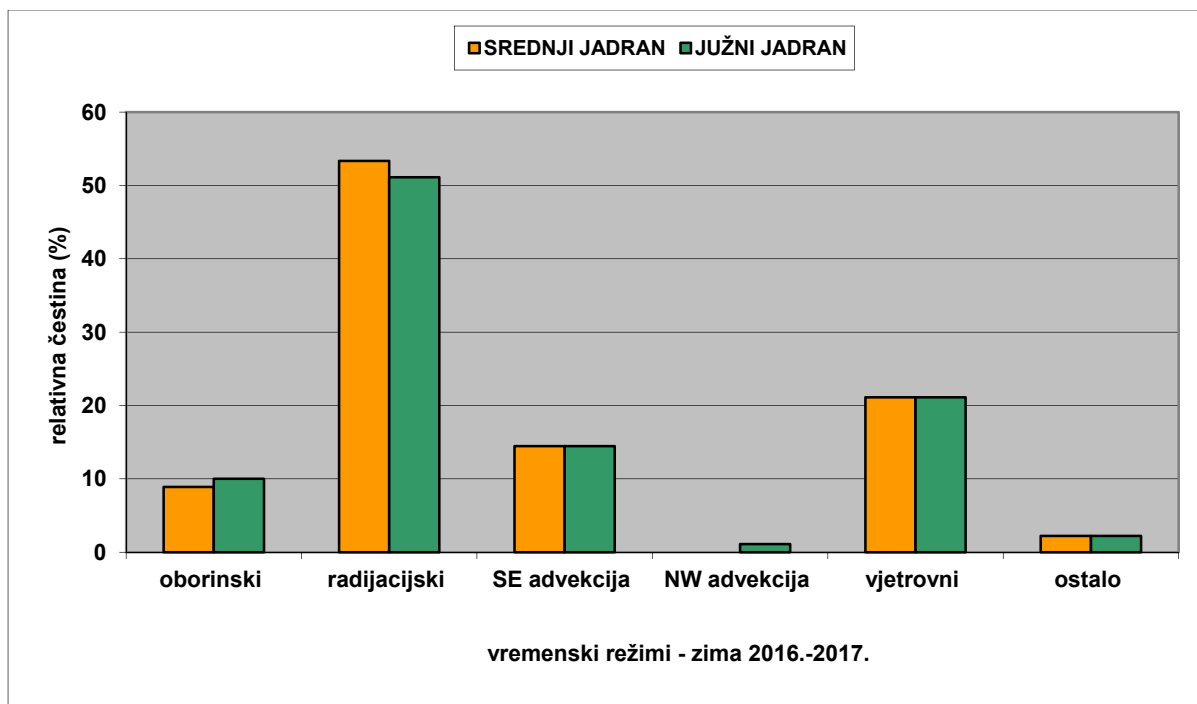
Učestalost je oborinskog režima bila razmjerno mala (oko 10 %) što je u skladu s ocjenom oborinskih prilika tijekom zime na ovome dijelu Jadrana. U veljači je pritom zabilježen 5 puta, u siječnju 2 puta na srednjem te 3 puta na južnom Jadranu, a u prosincu je samo 1 dan imao neki od tipova iz ovog režima.

Od **vremenskih tipova** na srednjem i južnom Jadranu najveću je učestalost, kao i drugdje, imao greben visokog tlaka (g), što je u skladu s analizom režima. Potom slijede tipovi vremena vezani uz premještanje anticiklone - njezinu donju (V2), prednju (V1) i stražnju (V3) stranu. Ostali su tipovi koji pripadaju radijacijskom režimu bili rijetki.

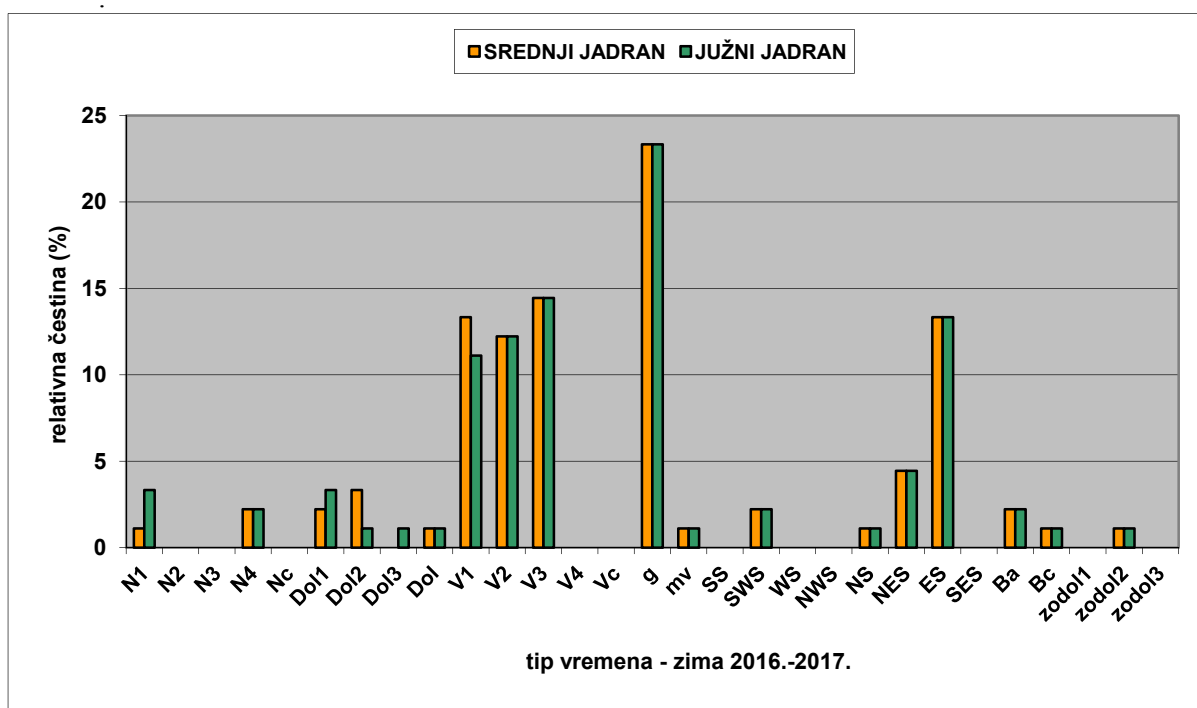
Tip koji se izdvaja svojom učestalosti ove zime je istočno prijelazno stanje (ES). Imao je relativnu frekvenciju pojavljivanja od oko 13 % što znači da je u prosjeku ove zime zabilježen skoro jednom tjedno. Tome je najviše doprinio siječanjanj kada je oko jedne trećine mjeseca imalo ovaj tip vremena. Posljedica je to sinoptičke situacije u kojoj jača greben anticiklone sa zapada Europe, a na Jadranu su veliki gradijenti u polju tlaka između spomenute anticiklone i ciklone sa središtem jugoistočno od Jadrana, odnosno iznad Jonskog ili Egejskog mora. Slično vrijedi i za pojavu tipa sjeveroistočno prijelazno stanje (NES), koji je također vjetrovni tip, kao i gornja (sjeverna) strana ciklone (N4) koji se pojavio 2 puta u cijeloj sezoni prilikom premještanja ciklone preko Jadrana ili blizu njega.

Stoga su i tipovi koji pripadaju oborinskom režimu, a vezani su uz prolazak ciklone, zabilježeni svega jednom na srednjem i dva puta na južnom Jadranu i to u veljači. Dani s oborinom su, kao i na sjevernom Jadranu, bili uzrokovani premještanjem fronte, odnosno doline (Dol1 i Dol2).





Slika 8. Relativne čestine vremenskih režima za zimu 2016. - 2017. za srednji i južni Jadran



Slika 9. Relativne čestine tipova vremena za zimu 2016. - 2017. za srednji i južni Jadran

## **Zaključak**

Zimska sezona 2016. – 2017. u unutrašnjosti i na sjevernom Jadranu karakteristična je po povećanoj učestalosti radijacijskog režima te grebena anticiklone, a na uštrb oborinskog režima čija je učestalost za oko dva puta manja od uobičajenog višegodišnjeg prosjeka.

Pritom je gotovo izostao utjecaj ciklona u svim predjelima. Veće količine oborine na riječkom području u veljači posljedica su utjecaja jugozapadnog strujanja kada je na prednjoj strani prostrane ciklone s jugozapada pritjecao topao i vlažan zrak sa Sredozemlja.

Zanimljivo je da je vjetrovni režim najzastupljeniji bio na srednjem i južnom Jadranu, a manje ga je bilo na sjevernom Jadranu. Uzrok je tome bio utjecaj grebena anticiklone sa zapada i sjeverozapada kontinenta te zadržavanje ciklone iznad Jonskog ili Egejskog mora što je pojačalo gradijente u polju tlaka na Jadranu, osobito prema jugu Jadrana.

Također se uočava da je zbog razmjerno čestog utjecaja istočnoeuropske anticiklone režim advekcija s jugoistoka (SE advekcija) bio češći nego što je uobičajeno i to uglavnom u prosincu. Pritom je u jugoistočnoj struji pritjecao topao zrak po visini te je u unutrašnjosti bilo izraženih temperaturnih inverzija čija je posljedica bio povećan broj dana s maglom i niskom naoblakom, uglavnom u nizinama.

## **LITERATURA :**

DWD, 2016.-2017., 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.