

KLIMATSKE PROMENE I POJAVA SUŠA NA PODRUČJU JUŽNE BAČKE

Rajić M.¹, Štula S.²

REZIME

U radu je izvršena analiza osnovnih klimatskih elemenata, padavina, temperature vazduha, relativne vlažnosti vazduha, osunčavanja, brzine vetra i evapotranspiracije. Podaci su posebno analizirani za četiri perioda. Analiza je bazirana na meteorološkim podacima dobijenim sa MS Rimski Šančevi. Referentna evapotranspiracija je određena Penman-Monteith-FAO metodom. Za ocenu sušne godine korišćeni su: indeks suše De Martonne-a, kišni faktor Lang-a, hidrotermički koeficijent Seljaninova kao i koeficijenti odnosa sume padavina i evapotranspiracije za vegetacioni period i za godinu. Analiza osnovnih klimatskih elemenata ukazuje da su sušne godine mnogo češće u periodu posle 1981. godine. Takođe su vrednosti klimatskih elemenata ekstremnije u periodu 1990–2004. godina.

Ključne reči: klima, padavine, temperatura vazduha, evapotranspiracija, suša

UVOD

Jedan od osnovnih prirodnih resursa koji određuje ukupan razvoj privrede i društva na nekom području je klima. Povoljni prirodni uslovi, a pre svega klima i plodna zemljišta, omogućuju da poljoprivredna proizvodnja bude glavna grana privrede na području južne Bačke. Poslednjih godina na ovim prostorima sve je učestalija pojava suša, što ugrožava stabilnu poljoprivrednu proizvodnju. Problemom suše bave se mnogi naučnici i istraživači. Danas postoji veliki broj metoda za procenu i prognozu suše. Suša se obično analizira preko količine padavina, njihovog rasporeda, a zatim temperature vazduha i evapotranspiracije. Jedan od glavnih uzroka pojavi suše je nedostatak vode u toku vegetacije neophodne za normalan rast i razviće gajenih biljaka. Nedostatak vlage za biljke u letnjim mesecima, posledica je visokih temperatura vazduha, niske relativne vlažnosti vazduha, vrlo visoke evapotranspiracije i nedovoljne količine padavina. U toku vegetacione sezone javljaju se kraći ili duži sušni periodi (Berić i sar., 1990), te cela Vojvodina ponekad postaje aridna oblast sa izraženim manjkovima vode. Poslednjih godina suše su postale redovna pojava na ovim prostorima. Posle sušnih 80-tih i 90-tih je takođe bilo sušnih godina (Palfai i Darnai, 1990; Dragović i Labat, 1993). Suše u Vojvodini, a time i u južnoj Bačkoj su sve učestalije, a zavisno o intenzitetu i trajanju značajno smanjuju prinose poljoprivrednih kultura.

¹ Dr Milica Rajić, vanr. prof., Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad

² Snježana Štula, dipl.ing. poljoprivrede, Novi Sad

MATERIJAL I METOD RADA

U radu su analizirani osnovni klimatski elemenati, padavine, temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, osunčavanje, brzina vetra i evapotranspiracija za godinu i za vegetacioni period. Analiza je sprovedena za region južne Bačke i bazirana je na meteorološkim podacima dobijenim sa MS Rimski Šančevi u periodu 1966–2004. godina. Podaci su posebno analizirani za četiri perioda i to: 1966–2004 kao prvi period analize i unutar njega tri podperioda 1966–1990, 1980–2004 i 1990–2004. Periodi su odabrani na osnovu subjektivne procene imajući u vidu neke ranije analize (Palfai i Darnai, 1990) (Rajić, 2004), kao i analizu klimatskih činioca izvršenu u ovom radu za ceo analizirani period, 1966–2004. Referentna evapotranspiracija je određena Penman-Monteith-FAO metodom (Allen et.al., 1988). Za obračun je korišćen kompjuterski program CRIWAR 2.0 (Bos et al., 1996). Na osnovu ove analize izvršena je procena klimatskih uslova i pojave suša na analiziranom području. Za ocenu sušne godine korišćeni su: indeks suše De Martonne-a, kišni faktor Lang-a, hidrotermički koeficijent Seljaninova kao i koeficijenti odnosa sume padavina i evapotranspiracije za vegetacioni period i za godinu. Hidrotermički koeficijent Seljaninova uzima u obzir padavine i srednju mesečnu temperaturu vazduha tokom vegetacionog perioda, dok indeks suše De Martonne-a i kišni faktor Lang-a koriste godišnje vrednosti padavina i temperature vazduha.

REZULTATI I DISKUSIJA

Klimatski uslovi južne Bačke, kao i Vojvodine pokazuju odlike umereno kontinentalne klime. Režim padavina tokom svih analiziranih perioda se ne menja, odnosno svi periodi imaju maksimum i minimum u isto vreme. Primarni maksimum se javlja u junu, a primarni minimum u februaru (tabela 1). Količina padavina često varira, pogotovo tokom vegetacione sezone. Godišnje sume padavina u periodu 1966–2004, su varirale u širokom rasponu, od 288 mm (2000) do 999 mm (2001), a višegodišnji prosek iznosi 624 mm (tabela 10). Prosečna godišnja suma padavina u periodu 1966–1990 iznosi 593 mm, 1980–2004, 631 mm, 1990–2004, 663 mm (tabela 7). Posle 1978. češće su godine sa sumom padavina manjom od proseka, s tim da se izdvaja jedan vlažan period od 1995 do 1999, kada su padavine bile iznad proseka (tabela 10). Pojava ekstremno vlažnih godina može se pripisati povećanju količine padavina u periodu 1990–2004 u odnosu na period 1966–1990. Smenjivanje ekstremno vlažnih i sušnih godina, najuočljivije je 1999, 2000, i 2001. kada su se smenile ekstremno vlažne i sušna godine (tabela 9). Visine padavina u vegetacionom periodu, kretale su se od 148 mm (2000) do 742 mm (2001), a višegodišnji prosek iznosi 369 mm, (tabela 10). Visine padavina se povećavaju tokom analiziranih perioda i to u periodu 1966–1990, suma padavina iznosi 360 mm, 1980–2004, 371 mm, 1990–2004, 389 mm (tabela 8).

Srednje mesečne temperature vazduha najviše su u julu, najniže u januaru (tabela 2), a višegodišnji prosek iznosi 11,2°C. Prosečna višegodišnja temperatura vazduha u periodu 1966–1990, iznosi 11,0°C, 1980–2004, 11,3°C, a 1990–2004, 11,5°C (tabela 7). U periodu 1966–1990, temperature nisu znatnije odstupale od višegodišnjeg proseka. U periodu 1990–2004, javljaju se godine sa ekstremnijim odstupanjima od proseka. Prosečna temperatura tokom vegetacionog perioda iznosi 17,9°C, dok u periodima 1966–1990, iznosi 17,6°C, 1980–2004, 18,1°C, a 1990–2004, 18,3°C (tabela 8).

Tabela 1. Srednje mesečne visine padavina, P (mm) za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 1. Average monthly precipitation, P (mm) for the different analysed periods, Meteorological station Rimski Sancevi

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966–2004	35.2	32.2	37.1	51.2	58.9	87.4	69.2	57.3	44.9	54.4	49.9	46.2
1966–1990	34.5	34.5	41.2	49.7	57.0	87.7	62.3	60.2	33.6	47.6	42.5	42.3
1980–2004	37.9	28.8	39.8	55.3	62.9	85.6	64.6	50.4	51.8	53.2	54.6	45.8
1990–2004	34.4	28.7	30.1	52.6	59.3	85.8	78.0	49.5	64.1	65.5	61.4	53.9

Tabela 2. Srednje mesečne temperature vazduha, t (°C) za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 2. Average monthly air temperatures, t (°C) for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966–2004	-0.3	2.0	6.4	11.3	16.9	19.7	21.4	21.0	16.7	11.5	5.8	1.4
1966–1990	-0.6	2.0	6.3	11.2	16.7	19.3	21.1	20.5	16.8	11.4	5.5	1.7
1980–2004	0.0	1.6	6.3	11.4	17.0	20.0	21.7	21.5	16.9	11.8	5.6	1.3
1990–2004	0.3	2.2	6.8	11.5	17.3	20.5	21.9	22.0	16.5	11.8	6.3	0.9

Višegodišnji prosek sume osunčavanja u periodu 1966–2004 iznosi 2069,3 časova (tabela 7), dok u vegetacionom periodu prosečna suma iznosi 1438,9 časova (tabela 8). Posle 1990. su učestalije godine sa sumom osunčavanja većom od proseka u toku godine, a posle 1984. u toku vegetacionog perioda. Najsunčaniji meseci su jul, avgust i jun (tabela 3).

Tabela 3. Srednje mesečne vrednosti osunčavanja, n (časova) za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 3. Average monthly sunshine hours, n (hour) for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966–2004	66.8	99.7	154	181	234	259	287	276	202	164	86.1	59.7
1966–1990	67.3	89	148	175	220	244	280	267	201	167	85	59
1980–2004	63.4	102	155	182	237	264	293	284	207	159	88	61
1990–2004	67	122	168	190	260	282	302	294	202	160	87.6	60.1

Relativna vlažnost vazduha opada od januara do maja, u junu je povećana usled primarnog maksimuma padavina, a zatim raste od jula do decembra kada ima najveće vrednosti tokom svih perioda analize (tabela 4). Prosečna vrednost u periodu 1966–2004, za godinu iznosi 75 % (tabela 7), a za vegetacioni period 69 % (tabela 8). Prosečna godišnja, kao i prosečna vrednost relativne vlažnosti za vegetacioni period nije se bitnije menjala tokom analiziranih perioda (tabele 7 i 8).

Tabela 4. Srednja mesečne vrednosti relativne vlažnosti vazduha, RH (%) za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 4. Average monthly relative air humidity, RH (%) for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966–2004	86	79	71	68	67	70	68	69	73	76	83	86
1966–1990	86	81	73	69	68	70	68	70	73	76	83	86
1980–2004	85	78	71	68	66	69	67	67	72	75	82	86
1990–2004	85	77	68	68	65	68	67	66	73	76	82	86

Najveće brzine vetra zabeležane su tokom marta meseca u svim periodima analize, a najmanje tokom leta (tabela 5). U periodu 1990–2004, izraženije je smanjenje brzine vetra u odnosu na period 1966–1990 (tabele 7 i 8). Nakon 2000. sledi izrazito smanjenje brzine vetra sa tendencijom daljeg smanjenja.

Tabela 5. Srednja mesečne vrednosti brzine vetra, u (m/s) za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 5. Average monthly wind speed, u (m/s) for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966–2004	2.9	3.2	3.5	3.1	2.6	2.2	2.1	2.0	2.1	2.6	2.9	2.9
1966–1990	3.2	3.5	3.7	3.2	2.7	2.3	2.1	2.1	2.1	2.6	2.9	3.0
1980–2004	2.5	2.9	3.2	2.9	2.5	2.1	2.0	1.9	2.1	2.6	2.8	2.7
1990–2004	2.3	2.7	3.0	2.9	2.4	2.0	2.0	1.8	2.2	2.6	2.8	2.7

Vrednosti evapotranspiracije su varirale u zavisnosti od ostalih klimatskih elemenata. Meseci sa najvećim vrednostima evapotranspiracije su jul, jun i avgust (tabela 6). U periodu 1966–2004 vrednosti su se kretale od 725 mm (1980) do 1039 mm (2000), sa prosekom od 835 mm. Tokom vegetacije, vrednosti su varirale od 572 mm (1980) do 823 mm (2000), sa prosekom od 661 mm. Povećanje evapotranspiracije uočava se tokom analiziranih perioda. U periodu 1966–1990, 820 mm, 1980–2004, 846 mm i 1990–2004, 863 mm (tabela 7). Tokom vegetacije, u periodu 1966–1990, 647 mm, 1980–2004, 673 mm, a u periodu 1990–2004, 686 mm (tabela 8). Znatnije povećanje evapotranspiracije tokom godine, javlja se posle 1981, kada dolazi do povećanja sume osunčavanja što uslovljava rast temperature vazduha, a slede i godine sa sumom padavina manjom od višegodišnjeg proseka (tabela 10).

Tabela 6. Srednje mesečne vrednosti referentne evapotranspiracije ET_0 (mm) za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 6. Average monthly reference evapotranspiration, ET_0 (mm) for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1966–2004	14	25	53	80	116	128	139	122	76	47	22	13
1966–1990	15	24	52	79	114	123	137	119	75	47	21	14
1980–2004	14	25	52	80	117	129	142	127	78	48	21	13
1990–2004	14	26	55	81	123	134	143	129	76	47	22	13

Tabela 7. Srednje godišnje vrednosti klimatskih elemenata za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 7. Average annual values of climatic elements for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	t (°C)	ΣP (mm)	Σn (časova)	RH (%)	u (m/s)	ET_0 (mm)
1966–2004	11.2	624	2069.3	75	2.7	835
1966–1990	11.0	593	2002.1	75	2.8	820
1980–2004	11.3	631	2177.5	74	2.5	846
1990–2004	11.5	663	2194.6	74	2.5	863

Tabela 8. Srednje vrednosti klimatskih elemenata tokom vegetacione sezone za različite periode analize, za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 8. Average values of climatic elements during growing period for the different analysed periods, for Meteorological station Rimski Sancevi

Period	t (°C)	ΣP (mm)	Σn (časova)	RH (%)	u (m/s)	ET_0 (mm)
1966–2004	17.9	369	1438.9	69	2.4	661
1966–1990	17.6	360	1387.0	70	2.5	647
1980–2004	18.1	371	1467.5	68	2.3	673
1990–2004	18.3	389	1530.2	68	2.2	686

Tabela 9. Srednje godišnje vrednosti klimatskih elemenata za ekstremno sušnu godinu (2000.) i za ekstremno vlažne godine (1999. i 2001.), za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 9. Average annual values of climatic elements for extreme dry year (2000.) and for extreme wet years (1999. and 2001.) for Meteorological station Rimski Sancevi

Godina	t (°C)	ΣP (mm)	Σn (časova)	RH (%)	u (m/s)	ET_0 (mm)
1999	11.5	944	2074.3	78	2.7	804
2000	13.0	288	2529.3	68	2.8	1039
2001	11.5	999	2140.2	77	2.0	801

Odnosom sume padavina i evapotranspiracije, izdvojene su 3 godine u periodu 1966–2004, kada je njihov odnos bio izrazito nepovoljan, odnosno, koeficijent odnosa sume pa-

padavina i evapotranspiracije manji od 0,5. Za isti analizirani period, izdvojeno je 15 godina u kojima je odnos sume padavina i evapotranspiracije u vegetacionom periodu, bio manji od 0,5 (tabela 10). Prema indeksu suše De Martonne-a, bilo je 15 sušnih godina, od čega su 3 bile pre 1981, a 12 posle 1981. Kišni faktor Lang-a nije dovoljno precizan pokazatelj suše i zato se ovim pokazateljem izdvajaju 23 sušne godine, od čega 9 pre 1981, a 14 posle 1981. Prema hidrotermičkom koeficijentu Seljaninov-a, izdvojeno je 14 sušnih godina, od čega 4 pre i 10 posle 1981. godine (tabela 11).

Prema svim pokazateljima suše, uočava se učestalija pojava sušnih godina nakon 1981. godine, a ekstremno sušna je bila 2000, kada je zabeležena najveća srednja godišnja temperatura od 13,0°C i najmanja količina padavina od 288 mm, što je uslovalo i najveću evapotranspiraciju, 1039 mm, u periodu 1966–2004 (tabela 9). Takođe, vegetacioni period, 2000. je bio sušan, sa temperaturom vazduha 19,8°C, najmanjom količinom padavina, 148 mm, najvećom sumom osunčavanja, 1791,3 časova i najnižom relativnom vlažnosti vazduha, 59 %, što se odrazilo i na najveću vrednost evapotranspiracije od 823 mm.

Tabela 10. Padavine i referentna evapotranspiracija i njihov odnos za godinu i za vegetacioni period za meteorološku stanicu Rimski Šančevi

Table 10. Sum of precipitation and reference evapotranspiration and their ratio for whole year and for the growing period for Meteorological station Rimski Sancevi

Godina	Padavine (mm/god.)	Padavine (mm/veg.p.)	ET (mm/god.)	ET (mm/veg.p.)	$P_{\text{god.}}/ET_{\text{god.}}$	$P_{\text{veg.p.}}/ET_{\text{veg.p.}}$
1966	566	362	845	654	0.67	0.55
1967	663	436	821	647	0.81	0.67
1968	516	304	875	710	0.59	0.43
1969	680	341	799	639	0.85	0.53
1970	692	392	741	598	0.93	0.66
1971	384	196	848	700	0.45	0.28
1972	693	484	834	622	0.83	0.78
1973	488	306	817	656	0.60	0.47
1974	596	362	790	606	0.75	0.60
1975	554	439	786	602	0.70	0.73
1976	654	421	788	619	1.04	0.60
1977	868	386	834	647	0.83	0.68
1978	606	399	759	601	0.80	0.66
1979	606	296	833	642	0.73	0.46
1980	602	331	725	572	0.83	0.58
1981	840	462	823	640	1.02	0.72
1982	516	288	804	636	0.64	0.45
1983	520	364	859	674	0.61	0.54
1984	587	365	811	641	0.72	0.57
1985	592	334	844	679	0.70	0.49
1986	481	280	858	694	0.56	0.40
1987	698	406	840	682	0.83	0.60
1988	470	240	869	704	0.54	0.34
1989	507	354	799	615	0.63	0.58
1990	451	217	922	712	0.49	0.30
1991	779	487	778	614	1.00	0.79
1992	532	230	994	797	0.54	0.29
1993	498	250	864	713	0.58	0.35
1994	569	345	899	716	0.63	0.48
1995	739	465	823	648	0.90	0.72
1996	815	510	804	642	1.01	0.80
1997	764	433	844	673	0.91	0.64
1998	755	491	853	673	0.89	0.73
1999	944	549	804	636	1.17	0.86
2000	288	148	1039	823	0.28	0.18
2001	999	742	802	627	1.25	1.18
2002	482	279	866	666	0.56	0.42
2003	502	237	890	746	0.56	0.32
2004	836	459	772	617	1.08	0.74
Prosek	624	369	835	661	0.75	0.56

Tabela 11. Sušne godine prema indeksu suše De Martonne-a, kišnom faktoru Lang-a hidrotermičkom koeficijentu Seljaninova

Table 11. Dry years according to hydrotermic coefficient by Seljaninov, index of aridity by De Martonne, rain factor by Lang

Godina	De Martonne	Lang	Seljaninov
1966			
1967			
1968			
1969			
1970			
1971			
1972			
1973			
1974			
1975			
1976			
1977			
1978			
1979			
1980			
1981			
1982			
1983			
1984			
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			
2001			
2002			
2003			
2004			
Sušne godine	15	23	14

ZAKLJUČAK

Izvršena analiza ukazuje da se klimatske promene dešavaju i na području južne Bačke. U periodu 1990–2004 godine, vrednosti klimatskih elemenata su ekstremnije, odnosno, više ili manje odstupaju od višegodišnjeg proseka. Najveće razlike prosečnih vrednosti klimatskih elemenata, uočene su između dva perioda analize, i to perioda 1966–1990 i 1990–2004 godine. Prema svim pokazateljima suše, uočava se učestalija pojava sušnih godina posle 1981. godine. Uzrok ovome su manje količine padavina, manja relativna vlažnost vazduha, veće temperature vazduha i sume osunčavanja, što utiče i na veću evapotranspiraciju.

LITERATURA

1. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., (1998), Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56, Rome, 1998.
2. Berić, M., Zelenhasić, E., Srđević, B., (1990), Extreme Dry Weather Intervals of the Growing Season in Bačka, Yugoslavia, Water Resources Management 4, Dordrecht, The Netherlands, 1990, pp 79–95.
3. Bos, M.G., Vos, J., Feddes, R. A., (1996), CRIWAR 2.0 A Simulation model on Crop Irrigation Water Requirements, ILRI Publication 46, Wageningen, The Netherlands, 1996
4. Dragović, S., Labat, A., (1993), Vodni bilans zemljišta, posledice suše i efekti navodnjavanja u 1992 godini, Zbornik radova XXVII seminara agronoma, sv. 21, Novi Sad, 1993, str. 95–102.
5. Palfai, I., Darnai, S., (1990), Suša u 1990. godini, Vode Vojvodine 19, Novi Sad, str. 185–192.
6. Rajić Milica: Klimatske promene i potrebe za vodom u regionu Južne Bačke, Letopis naučnih radova, Godina 28 (2004), broj 1, str. 137–145, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2004.

CLIMATIC CHANGES IMPACT ON TENDENCY OF DROUGHT IN SOUTH BACKA REGION

by
Rajić Milica, Stula S.

SUMMARY

This paper presents the research of precipitation, air temperature, sunshine hours, relative air humidity, wind speed and evapotranspiration during growing and annual period from 1966 to 2004 for the region of southern Backa in Vojvodina Province. The data is separately analyzed in four periods. The analysis is based on climatic data obtained from Meteorological station Rimski Sancevi. The Penman-Monteith Method calculated the reference crop evapotranspiration. In order to determine dry years, following criteria have been used: hydrotermic coefficient by Seljaninov, index of aridity by De Martonne, rain factor by Lang and coefficient and ratio between precipitation and evapotranspiration for the growing period and for whole year. Analysis of basic climatic data revealed that the

dry years were more common for the period after 1981. The period after 1994 had the significant occurrence of moderate, and wet years. The values of climatic elements are more extreme in period 1990–2004 and they more or less are different from multiyear average values.

Key words: climate, precipitation, air temperature, evapotranspiration, drought

Primljeno: 24.09.2007.

Prihvaćeno: 01.10.2007.