

Оригинални научни рад

UDC: 911.2:551.58(497.11)

DOI: 10.2298/IJGI1202001S

АНАЛИЗА ГОДИШЊИХ ПАДАВИНСКИХ СУМА НА ПРОСТОРУ СРБИЈЕ

Горица Станојевић^{*1}

*Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ

Примљено 3 августа 2012; рецензирано 8 августа 2012; прихваћено 14 августа 2012

Апстракт: У раду су анализирани серије годишњих падавинских сума за 27 станица у Србији за период 1951-2010. Најниже средње вишегодишње вредности падавина утврђене су за станице на северу Србије, односно генерално уочава се смањење количине падавина од запада ка истоку земље. Североисток, исток, југ и југоисток показује негативне вредности тренда, док је за остали део Србије утврђен позитиван тренд падавина са највишим вредностима на западу и југозападу Србије. Истакнута је предност примене метода кумулативних сума и „bootstrapping“ у анализи временских серија у односу на метод линеарног тренда. Утврђени су периоди када су падавине биле испод просека, односно изнад просека за цео анализирани период. Такође, уочена је и просторна диференцијација промене падавина за период од 60 година на простору Србије.

Кључне речи: годишње падавинске суме, Србија, линеарни тренд, метод кумулативних сума

Увод

Анализа падавинских трендова за последњих неколико деценија у склопу климатских промена представља предмет истраживања многих студија. Познавање режима падавина и уопште хидролошког циклуса има велики научни, али и практични значај. Ова студија настоји да да одговор на питање да ли и како су се мењале падавине на простору Србије у периоду од 60 година (1951-2010) анализом годишњих падавинских сума за 27 станица.

Истраживањем промена вредности климатских елемената у току друге половине XX века на простору Србије бавило се неколико аутора (Радовановић & Дуцић, 2004; Дуцић & Луковић, 2005; Миловановић, 2005; Дуцић, Луковић & Миловановић, 2009; Миловановић, Радовановић &

¹ g.stanojevic@gi.sanu.ac.rs

Јојић-Главоњић, 2010; Unkašević & Tošić, 2011). У овом раду настојало се утврђивању временских периода када су падавинске суме биле испод, односно изнад просека за цео анализирани период и временског тренутка када се промена догодила. Како би се то постигло коришћене су метода кумулативних сума и „bootstrapping“ метода и истакнута је њихова предност у анализи временских серија у односу на метод линеарног тренда. Станојевић (2011) користи поменуте методе у анализи сезонских температура на простору Србије за период 1949-2009.

Коришћени подаци и методологија истраживања

У раду су анализирани годишње падавинске суме за 27 станица на простору Србије у периоду 1951-2010 (табела 1). Изабране су станице које имају статус Главних метеоролошких станица на простору Србије према Метеоролошком годишњаку из 2010. године², и за које су доступни временски низови у трајању од 60 година. Недостајуће вредности за поједине станице су интерполиране методом две суседне станице и комплетирани су временске серије. У првом кораку су израчунате просечне падавинске суме за цео период, као и стандардна девијација, коефицијент варијације и коефицијент асиметрије за низове годишњих падавинских сума. Израчунате су и средње годишње падавине за период климатске нормале 1961-1990 и утврђена је разлика у односу на цео период. Такође, издвојене су годишњи падавински минимуми и максимуми, односно године са највећом и најмањом падавинском сумом. Циљ је да се стекне детаљнији увид са каквим се скупом података располаже, да би се у другом кораку приступило израчунавању трендова како би се утврдило да ли је у посматраном периоду дошло до повећања или опадања годишњих падавина.

Резултати тренд анализе дају једнозначну оцену о променама које су се догодиле (+ за раст, односно – за пад). Како би се стекао даљи увид у промене током времена примењен је метод кумулативних сума, односно израчунати су низиви кумулативних сума разлика свих вредности у низу од аритметичке средине целог низа. Опадање (раст) вредности у низу кумулативних сума указује да су вредности тј. падавине биле испод (изнад) просека за цео период. Такође, израчунава се и разлика између максималне и минималне вредности у низу кумулативних сума (S_{diff}). Овакав метод је погодан за детектовање временског тренутка у коме наступа промена, односно почиње пад (раст) вредности. Статистичка верификација тог

² <http://www.hidmet.gov.rs>

тренутка утврђује се методом „bootstrapping”. Под овим се подразумева генерисање нових узорака од постојећег низа (у овом случају број нових узорака добија се као факторијел броја 60, односно 60!), а затим се поново рачунају нивои кумулативних сума и добијене разлике (S_{diff}^0) се пореде са утврђеном разликом у оригиналном низу. Испуњеност услова да је ново добијена разлика мања у односу на разлику из оригиналног низа ($S_{diff}^0 < S_{diff}$) служи за одређивање нивоа поверења да се промена догодила, при чему се у однос ставља број случајева када је разлика мања према укупном броју случајева (добијени однос се множи са 100 и изражава се у %). У раду је за ово израчунавање коришћен програм Change-Point Analyzer 2.3³.

Табела 1. Станице са географским координатама, надморском висином (н.в.) у m и временски период коришћен у анализи.

Станица	λ	φ	н.в.	Период
Палић	46 ° 06 ’	19 ° 46 ’	102	1951-2010
Кикинда	45 ° 51 ’	20 ° 28 ’	81	1951-2010
Сомбор	45 ° 46 ’	19 ° 09 ’	87	1951-2010
Зрењанин	45 ° 24 ’	20 ° 23 ’	80	1951-2010
Римски Шанчеви	45 ° 20 ’	19 ° 51 ’	86	1951-2010
Вршац	45 ° 09 ’	21 ° 19 ’	84	1951-2010
Сремска Митровица	45 ° 01 ’	19 ° 33 ’	82	1951-2010
Београд	44 ° 48 ’	20 ° 28 ’	132	1951-2010
Велико Градиште	44 ° 45 ’	21 ° 31 ’	80	1951-2010
Лозница	44 ° 33 ’	19 ° 14 ’	121	1951-2010
Смедеревска Паланка	44 ° 22 ’	20 ° 57 ’	121	1951-2010
Ваљево	44 ° 17 ’	19 ° 55 ’	176	1951-2010
Неготин	44 ° 14 ’	22 ° 33 ’	42	1951-2010
Крагујевац	44 ° 02 ’	20 ° 56 ’	185	1951-2010
Њуприја	43 ° 56 ’	21 ° 22 ’	123	1951-2010
Зајечар	43 ° 53 ’	22 ° 17 ’	144	1951-2010
Пожега	43 ° 50 ’	20 ° 02 ’	310	1951-2010
Златибор	43 ° 44 ’	19 ° 43 ’	1028	1951-2010
Краљево	43 ° 43 ’	20 ° 42 ’	215	1951-2010
Крушевац	43 ° 34 ’	21 ° 21 ’	166	1951-2010
Ниш	43 ° 20 ’	21 ° 54 ’	204	1951-2010
Копаноник	43 ° 17 ’	20 ° 48 ’	1711	1951-2010
Сјеница	43 ° 16 ’	20 ° 00 ’	1038	1951-2010
Куршумлија	43 ° 08 ’	21 ° 16 ’	383	1951-2010
Димитровград	43 ° 01 ’	22 ° 45 ’	450	1951-2010
Лесковац	42 ° 59 ’	21 ° 57 ’	230	1951-2010
Врање	42 ° 33 ’	21 ° 55 ’	432	1951-2010

Извор: Метеоролошки годишњаци, Републички хидрометеоролошки завод Србије.

³ <http://www.variation.com/>

Резултати истраживања

Просечне вредности годишњих падавинских сума у периоду 1951-2010 крећу се од 554 mm за станицу Кикинда до 972.5 mm за станицу Златибор и 977.1 mm за Копаоник (табела 2). Највише вредности су утврђене за станице које се налазе на већим надморским висинама те је сасвим јасно зашто су то Копаоник и Златибор. Кикинда и генерално друге станице које се налазе на северу Србије (Палић 560.3 mm, Сомбор 607.2 mm, Зрењанин 583.7 mm, Римски Шанчеви 625.6 mm, Вршац 659.6 mm и Сремска Митровица 629.2 mm), имају најниже вредности падавина, прате их станице на истоку и југоистоку Србије (Велико Градиште 637 mm, Неготин 652.6 mm, Зајечар 611.1 mm, Ниш 592.9 mm, Димитровград 645.7 mm, Лесковац 627.7 mm, Врање 611.8 mm), док релативно веће вредности бележе станице на простору централне Србије (Београд 698.2 mm, Крагујевац 635.8 mm, Смедеревска Паланка 646 mm, Краљево 763.7, Крушевац 648.4 mm), а највише на западу и југозападу Србије (Лозница 844.8 mm, Ваљево 806.6 mm, Пожега 737.1 mm, Сјеница 734.5 mm). Уједно и вредност стандардне девијације је најнижа за станицу са најмањим средњим вишегодишњим падавинама (106.6 mm за Кикинду) док су највише вредности за Копаоник (171.9 mm), Златибор (142.7 mm), Ваљево (165.1) и Римске Шанчеве (150.3 mm). Међутим, доста уједначене вредности коефицијента варијације (у интервалу од 0.15 за Лозницу и Краљево до 0.24 за Римске Шанчеве) говоре да је за све станице просечно одсупање износило око 20% аритметичке средине (табела 2). Коефицијент асиметрије не прелази апсолутну вредност од 0.50 што значи да све станице показују симетричан распоред односно имају нормалну расподелу. Разлике у односу на нормалу (1961-2010) крећу се од релативно малих негативних вредности за три станице (Ваљево -2.7 mm, Пожега -2.4 mm и Врање -2.3 mm) до позитивних вредности које се у највећем броју станица крећу у распону од 2.4 mm (Краљево) до 27.1 mm (Зрењанин), са максимумом од 48.6 mm за Римске Шанчеве. Стиче се утисак да су за већину станица занемарљиве или релативно мале промене у просечним вишегодишњим падавинама у периоду 1951-2010 у односу на нормалу 1961-1990.

Анализа линеарног тренда показује негативне вредности за станице које се у највећем делу налазе на североистоку, истоку и југоистоку Србије (Кикинда -0,247 mm/година, Велико Градиште -0.657 mm/година, Неготин -1.878 mm/година, Зајечар -1,38 mm/година, Крушевац -0.807 mm/година, Куршумлија mm/година, Врање -1.055 mm/година, Димитровград -0.022 mm/година), док остале станице показују пораст падавина за анализирани

Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије

период (табела 3). Међутим, у већини случајева тренд је слабо изражен и без статистичког значаја. Статистички значајан позитиван тренд на нивоу ризика од 0.05 добијен је за станице Палић (1.906 mm/година), Лозница (1.951 mm/година), Златибор (3.751 mm/година) и Сјеница (1.944 mm/година). Међутим, поставља се питање да ли су промене у анализираном периоду слабо изражене, односно да ли се нешто значајније догађало са падавинама на простору Србије у периоду од 6 деценија.

Табела 2. Средња вредност (X) за период 1951-2010 у mm, средња вредност (x) за период 1961-1990 у mm, разлика просека за цео период и нормалу ($d=X-x$), стандардна девијација (S), коефицијент варијације (Cv) и коефицијент асиметрије (Cs) за анализирани годишње низове падавинских сума у периоду 1951-2010.

Станица	X	x	d	S	Cv	Cs
Палић	560.3	539.2	21.1	123.9	0.22	0.46
Кикинда	554.0	535.3	18.7	106.6	0.19	-0.25
Сомбор	607.2	583.5	23.8	128.4	0.21	0.65
Зрењанин	583.7	556.6	27.1	120.1	0.21	0.17
Римски Шанчеви	625.6	577.0	48.6	150.3	0.24	0.55
Вршац	659.6	647.2	12.4	137.3	0.21	0.20
Сремска Митровица	629.2	615.0	14.3	126.1	0.20	0.16
Београд	698.2	685.0	13.2	131.4	0.19	0.10
Велико Градиште	637.0	615.0	22.0	126.0	0.20	-0.23
Лозница	844.8	819.6	25.1	125.0	0.15	-0.08
Смедеревска Паланка	646.0	638.5	7.5	113.9	0.18	-0.06
Ваљево	806.6	809.3	-2.7	165.1	0.20	1.84
Неготин	652.6	642.9	9.7	126.8	0.19	-0.21
Крагујевац	635.8	632.5	3.3	111.3	0.18	0.10
Ђуприја	662.6	649.5	13.1	118.5	0.17	0.35
Зајечар	611.1	600.1	11.0	120.8	0.18	0.11
Пожега	737.1	739.6	-2.4	116.2	0.20	-0.05
Златибор	972.5	963.2	9.3	142.7	0.16	0.08
Краљево	763.7	761.4	2.4	122.5	0.15	0.22
Крушевац	648.4	634.7	13.8	135.4	0.16	0.90
Ниш	592.9	588.2	4.7	97.4	0.21	0.01
Копоник	977.1	963.9	13.2	171.9	0.16	1.03
Сјеница	734.5	707.1	27.4	122.1	0.18	0.25
Куршумлија	660.0	639.9	20.0	119.8	0.17	0.30
Димитровград	645.7	636.9	8.8	108.5	0.18	-0.45
Лесковац	627.7	602.8	24.9	108.3	0.17	0.29
Врање	611.8	614.0	-2.3	110.8	0.17	-0.06

Уколико се погледају издвојене годишње максималне и минималне падавинске суме за период од 60 година запажа се да је за највећи број станица 2000. година са најмањом сумом падавина, односно године у последњим декадама анализираног периода, док код максималних годишњих вредности падавина то су почетне декаде анализираног периода

(скице 1 и 2). Поставља се питање да ли се ради о изолованим годинама или наговештају да су за прву декаду карактеристичне веће падавинске суме у односу на последњу декаду анализираниог периода. Неки од одговора добијени су у даљем истраживању.

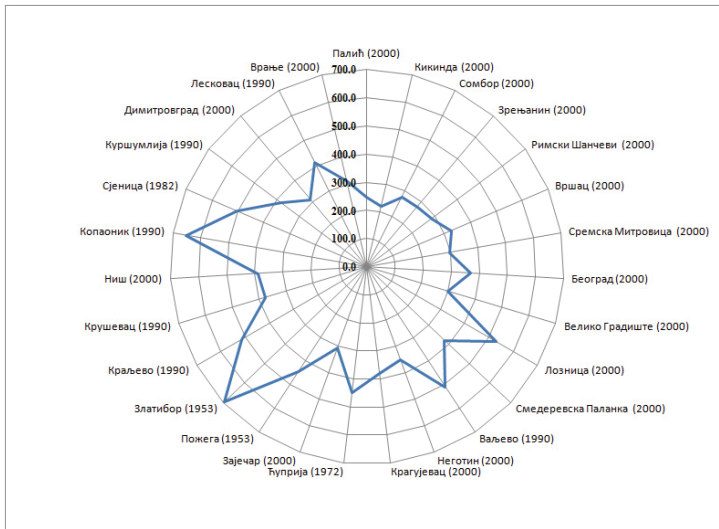
Табела 3. Линеаран тренд годишњих падавинских сума за период 1951-2010. Звездице поред имена станице указују да је за ту станицу статистички значајан тренд за ниво ризика од 0.10(*) и 0.05 (**) према Студентовом тесту (т-тест).

Станица	Линија тренда	R ²
Палић**	$y = 1.906x + 502.1$	0.072
Кикинда	$y = -0.247x + 561.4$	0.001
Сомбор	$y = 1.044x + 575.3$	0.020
Зрењанин	$y = 0.483x + 568.9$	0.005
Римски Шанчеви	$y = 1.719x + 573.1$	0.039
Вршац	$y = 0.130x + 655.6$	0.000
Сремска Митровица	$y = -0.352x + 640$	0.002
Београд	$y = 0.516x + 682.4$	0.004
Велико Градиште	$y = -0.657x + 657.0$	0.008
Лозница**	$y = 1.951x + 785.2$	0.074
Смедеревска Паланка	$y = 0.640x + 626.4$	0.009
Ваљево	$y = 0.622x + 787.6$	0.004
Неготин*	$y = -1.878x + 709.9$	0.067
Крагујевац	$y = 0.220x + 629.0$	0.001
Ђуприја	$y = 0.743x + 639.8$	0.012
Зајечар	$y = -1.385x + 653.3$	0.040
Пожега	$y = 0.230x + 730.1$	0.001
Златибор**	$y = 3.751x + 858.0$	0.210
Краљево	$y = -1.019x + 794.8$	0.021
Крушевац	$y = -0.807x + 673.0$	0.010
Ниш	$y = 0.378x + 581.3$	0.004
Копаоник	$y = 1.657x + 926.5$	0.028
Сјеница**	$y = 1.944x + 675.2$	0.077
Куршумлија	$y = -0.063x + 661.9$	0.000
Димитровград	$y = -0.022x + 646.3$	0.000
Лесковац	$y = 0.690x + 606.6$	0.012
Врање	$y = -1.055x + 643.9$	0.027

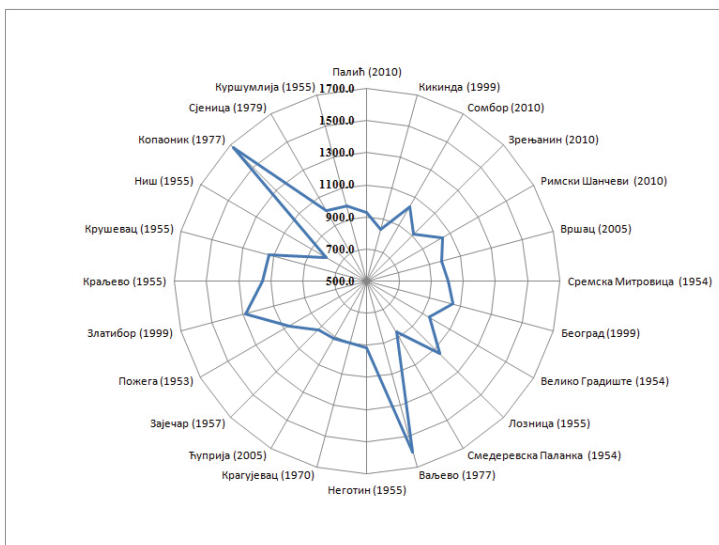
Применом метода кумулативне суме и „bootstrapping“ омогућен је увид шта се дешавало са падавинским серијама током времена. Резултати примене ових метода су приказани тако што су станице груписане и то на следећи начин: на скици 3 су приказани резултати за станице које с налазе на северу Србије (Палић, Сомбор, Кикинда, Зрењанин, Римски Шанчеви, Вршац, Сремска Митровица), затим станице на истоку, југу и југоистоку Србије на скици 4 (Велико Градиште, Неготин, Зајечар, Ниш, Куршимлија, Лесковац, Димитровград и Врање), станице које се у највећем броју налазе у централној Србији (Београд, Смедеревска Паланка, Ђуприја, Крагујевац,

Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије

Краљево и Крушевац) на скици 5 и на скици 6 станице највећим делом на западу и југозападу Србије (Лозница, Ваљево, Пожега, Златибор, Копаоник и Сјеница).

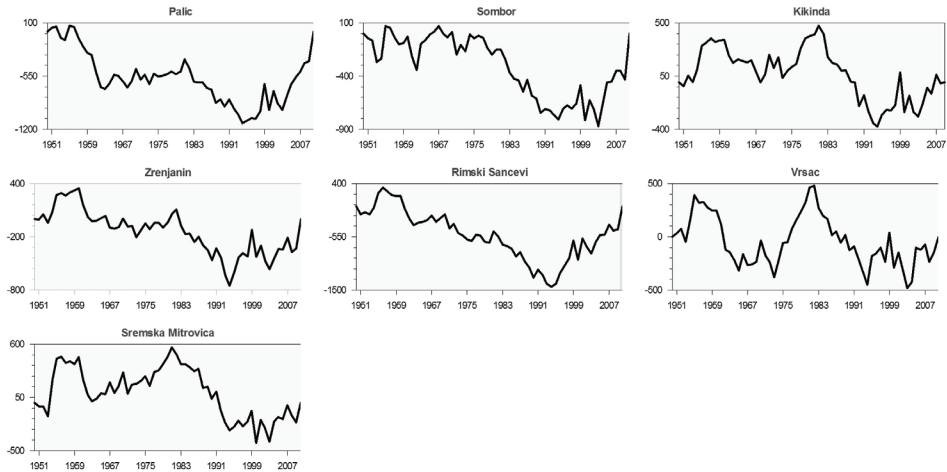


Скица 1. Минимуми годишњих падавинских сума (mm) са годином појаве, период 1951-2010.



Скица 2. Максимуми годишњих падавинских сума (mm) са годином појаве, период 1951-2010.

Уочава се да су за станице на северу Србије годишње падавинске суме веће или су расле у односу на просек за цео период током првих неколико декада, са максимумима током прве декаде и током 1970-их после чега је уследио значајан пад праћен поновним наглим повећањем од средине 1990-их (скица 3).

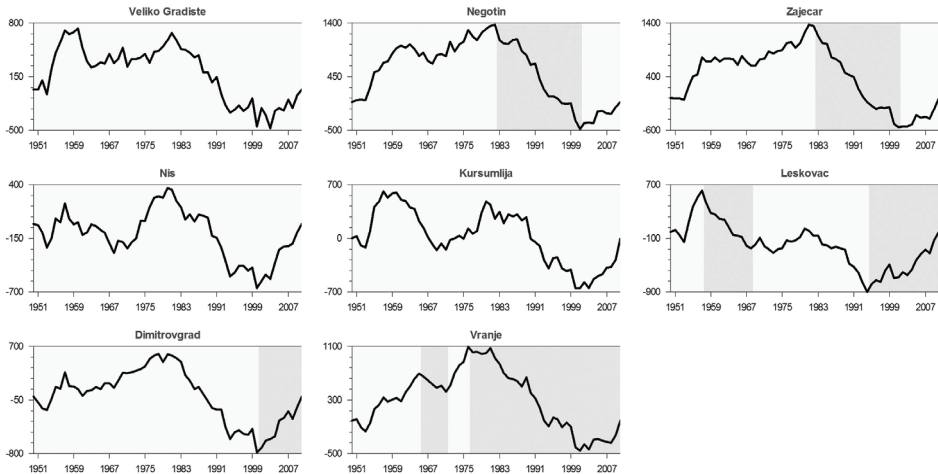


Скица 3. Кумулативне суме за станице на северу Србије, период 1951-2010

Станице на истоку и југ/југоистоку Србије (скица 4) одликују ниже од просека падавине на почетку периода, прећене растом са максимумом током 1970-их година, после чега су уследиле ниже од просечних вредности падавина до краја 1990-их и почетка 2000-их, и поновно наглог раста до краја анализираниог периода. На графикону 4 за поједине станице уочавају се сиви делови који указују да је промена у одређеном временском тренутку статистички значајна. Тако, за станицу Неготин за временски тренутак када су се промене догодиле издвојене су две године, 1983. и 2002. година. Просечна годишња вредност падавина до 1983. године износила је 695.7 mm, у периоду од 1983. до 2002. 555 mm, да би до краја периода вредност била 705.3 mm. Ниво значајности за прву годину је 99%, а за другу 92%. За Зајечар издвојене су такође исте године; до 1983. просечно је било 653.3 mm, од 1983. до 2002. 511.4 mm, а до краја периода 641.4 mm. Ниво значајности је 100% и 98%. За Лесковац издвојене су године 1958. (промена од 715.2 mm до 549.3 mm, ниво поверења 98%), 1969. (промена са 549.3 mm на 602.8 mm, ниво поверења 95%) и 1995. година (са 602.8 mm на 683 mm, ниво поверења 97%). За Димитровград статистички значајан тренутак промене 2001. година, дотадашњи просек

Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије

падавина од 630.1 mm порастао је на 723.9 mm до краја периода (ниво поверења 97%). За станицу Врање најзначајнија промена догодила се 1977. године када су падавине смањене са до тада 744.8 mm у просеку на 567.1 mm (93% ниво поверења). Тренд повећања падавина је тек у другој половини последње декаде.

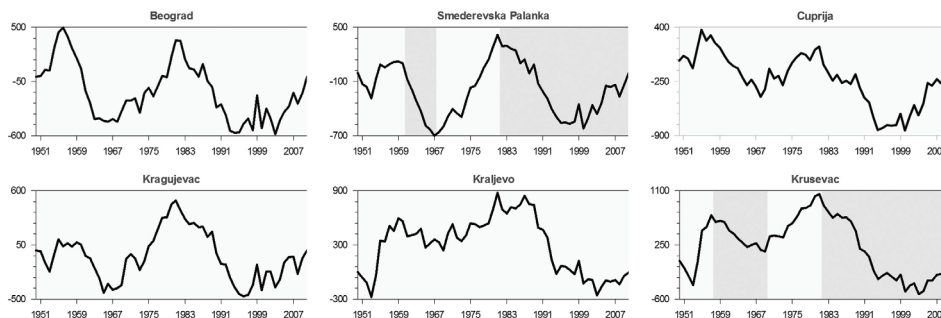


Скица 4. Кумулативне сума за станице на истоку, југу и југоистоку Србије, период 1951-2010.

На простору централне Србије јасно се диференцира неколико периода; раст до средине прве декаде, затим ниже од просека падавине до средине 1960-их, потом поновни раст до средине 1980-их праћен опадањем годишњих падавинских сума све до средине односно краја 1990-их када наступа раст падавинских сума (скица 5). Статистички значајни временски тренутак промена утврђен је за Смедеревску Паланку и Крушевац. У случају прве издвојене су године 1961., 1968. и 1982. година (за све три године ниво поверења 100%), док за Крушевац 1961. (поверење 98%), 1966. (100% ниво поверења) и 1982. година (ниво поверења од 100%).

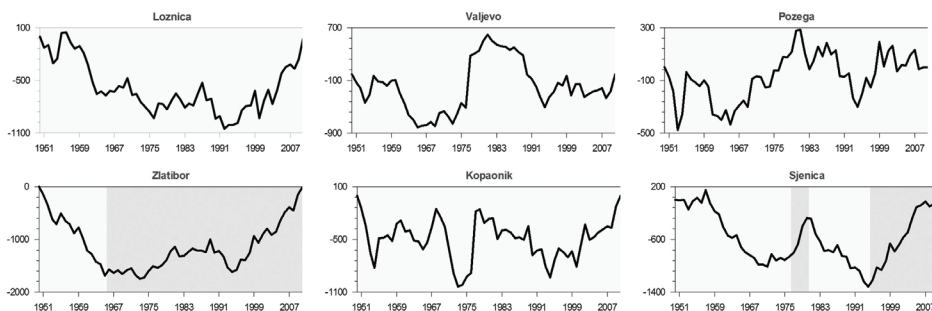
Запад и југозапад Србије одликују ниже од просека годишње падавинске сума од почетка периода са слабије израженим растом током средине 1980-их и даљим падом до 1990-их после чега следи повећање падавина у односу на просек 1951-2010 (скица 6). За станицу Златибор издвојена је 1966. година када су се просечне падавине са дотадашњих 860.1 mm повећале на 1009.9 mm до краја периода (96% ниво поверења). У Сјеници временски тренуци промена су 1977. (98% поверење), 1981. (95%) и 1995.

година (99%). Најзначајнија промена се догодила 1995. године када су се просечне падавине повећале са 659.4 mm до 1995., на 816.9 mm после ове године.



Скица 5. Кумулативне суме за станице у централној Србији, период 1951-2010.

Овакви резултати указују на предност коришћења метода кумулативних сума у разумевању промена које су се догодиле у току времена. Такође, битно је напоменути да се овакав приступ међусобно не искључује са методом линеарног тренда, већ обе методе могу бити комплементарне у анализи временских серија.



Скица 6. Кумулативне суме за станице на западу и југозападу Србије, 1951-2010.

Дискусија и закључак

На основу анализе годишњих падавинских сума на простору Србије у периоду од 60 година (1951-2010), може се извести неколико закључака. Најниже вредности средњих вишегодишњих падавинских сума добијене су за станице на северу Србије, док највише вредности су за станице на већим

надморским висинама и на простору западне и југозападне Србије. Генерално укупна годишња сума падавина се смањује од запада ка истоку, односно прати просторну расподелу на простору Србије коју дају Дуцић и Радовановић (2005) анализирајући податке за период 1961-1990. Коефицијент варијације за низове годишњих падавина указује на у просеку 20% одступање података од средње вредности за цео период (1951-2010). Анализа линеарног тренда указује на негативне вредности тренда за станице на североистоку, истоку, југу и југоистоку Србије, док за остали део Србије показује повећање падавина. Међутим, метод кумулативних сума је показао да метод линеарног тренда генерализује промене које су се догодиле. Израчунавање низова кумулативних сума и примена „bootstrapping“ омогућила је детаљнији увид у промене током времена и утврђивање временских тренутака када је одређена појава наступила. Тако, за станице на северу Србије почетне декаде анализираних периода имају изнад просечне вредности годишњих падавина, да би после 1970-их уследио пад са најнижим вредностима током 1990-их и наглим растом у последњој декади. Станице на истоку и југ/југоистоку Србије после највиших вредности током 1970-их у односу на просек целог периода показују значано ниже вредности, а да би раст уследио у последњим годинама анализираних периода. Падавинске суме изнад просека током прве декаде, затим током средине и на крају анализираних периода, а осетно смањење у декади 1960-е и 1990-е одлика је временских серија за станице на простору централне Србије. Запад и југозапад Србије одликују ниже од просека годишње падавинске суме од почетка периода са слабије израженим растом током средине 1980-их и даљим падом до 1990-их после чега следи повећање падавина у односу на просек 1951-2010. Имајући у виду овакве резултате израчунате вредности линеарног тренда постају јасније: пораст падавина за станице на истоку и југ/југоистоку (станице код којих падавине имају негативне трендове) забележен је тек последњих неколико година анализираних периода, односно нешто касније у односу на остале станице где раст падавина је присутан од средине 1990-их. Такође, за највећи део станица на западу и југозападу Србије током 1980-их није забележен тако интензиван пад падавина као код осталих станица, те су за овај део Србије и највише позитивне вредности линеарног тренда. За станице (Копаник, Златибор) на већим надморским висинама падавине имају другачији ток промена.

О могућим узроцима колебања падавина на простору Србије говори неколико студија. Дуцић, Луковић и Станојевић (2010) анализирају повезаност између промена падавина на сезонском и годишњем нивоу са циркулацијом атмосфере представљеном Хес-Брезовски циркулационим

типовима. Један од закључака је и да циркулација атмосфере представља значајан фактор колебања падавина и регионалних климатских разлика. Тошић (2004) анализира главне карактеристике просторне и временске варијабилности зимских и летњих температура и падавина на примеру 30 станица у Србији и Црној Гори за период 1951-2000. Указано је на значај атмосферске циркулације за промене падавина, односно јаку корелацију између NAO (North Atlantic Oscillation) индекса и зимских падавина. Такође, спектралном анализом утврђени су квази-циклуси колебања падавина у трајању од 16 година за зимску сезону, односно 3 године за летњу сезону. Ђорђевић (2008) анализира трендове за годишње и сезонске падавине и температуре, као и индексе екстремности ових елемената за станицу Београд у периоду 1888-2006., односно Србију за период 1961-2006. Утврђено је да годишње падавинске суме за Београд показују пораст, док је број дана са падавинама смањен за све сезоне осим лета када је повећан. Такође, утврђено је повећање учесталости догађаја са екстремним падавина за станице Београд, Златибор, Кикинда, Сомбор, Крагујевац, Лозница, Смедеревска Паланка, Пожега, Нови сад, Ниш и Ђуприја. Ункашевић и Радиновић (2000) у статистичкој анализи месечних падавина и дневних падавинских максимума за Београд у периоду 1888-1995 указују на значај временских типова за ове догађаје; најучесталији максимални дневни падавински догађаји повезани су са хладним фронтовима праћеним пљусковима и олујним временом и циклонима изнад Источног Медитерана са центрима у области југозападне обале Црног мора. Дусић, Лукковић, Бургић, Станојевић и Мустафић (2012) индексе екстремности падавина на станици Црквице (Кривошије, Црна Гора) повезују са одређеним трајекторијама ваздушних маса и положајем акционих центара на простору Европе.

Ово истраживање, као и истраживања других аутора, указује на комплексност саме проблематике утврђивања промена у падавинским серијама током времена, али и откривање узрока промена. У том смислу од великог значаја је познавање промена како на годишњем, тако и на сезонском, односно месечном нивоу, али и у правцу истраживања промене броја дана са падавинама, односно интезитета падавинских догађаја.

Захвалност

Рад је резултат пројекта број 47007 који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије

Литература

- Дуцић, В., & Луковић, Ј. (2005). Могуће везе између Ел Нињо јужне осцилације (ENSO) и промена количине падавина у Србији. *Зборник радова- Географски факултет Универзитета у Београду*, 53, 13-22.
- Dučić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., & Mustafić, S. (2012). Precipitation extremes in the wettest Mediterranean region (Кривошије) and associated atmospheric circulation types. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12 (3), 687-697.
- Дуцић, В., Луковић, Ј., & Миловановић, Б. (2009). Промене температура и падавина у Србији у другој половини XX века у склопу глобалних климатских промена. *Заштита природе*, 60 (1-2), 641-652.
- Дуцић, В., Луковић, Ј., & Станојевић, Г. (2010). Циркулација атмосфере и колебање падавина у Србији у периоду 1949-2004. *Гласник Српског географског друштва*, 90 (2), 85-107.
- Дуцић, В., & Радовановић, М. (2005). Клима Србије. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Ђорђевић, V. S. (2008). Temperature and Precipitation Trends in Belgrade and Indicators of Changing Extremes for Serbia. *Geographica Pannonica*, 12 (2), 62-68.
- Миловановић, Б. (2005). Резултати примене статистичких поступака у истраживању падавина на Старој планини. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 54, 33-44.
- Миловановић, Б., Радовановић, М., & Јојић-Главоњић, Т. (2010). Повезаност температуре воде субтропског Атлантика, Азорског максимума и температуре ваздуха у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 90 (2), 69-84.
- Радовановић, М., & Дуцић, В. (2004). Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. *Гласник Српског географског друштва*, 84 (1), 19-28.
- Станојевић, Г. (2011). Анализа варијабилности сезонских температура ваздуха на простору Србије. *Зборник радова, Трећи конгрес српских географа*, 171-181.
- Tošić, I. (2004). Spatial and temporal variability of winter and summer precipitation over Serbia and Montenegro. *Theoretical and applied climatology*, 77 (1-2), 69-78.
- Unkašević, M., & Radinović, Đ. (2000). Statistical analysis of daily maximum and monthly precipitation at Belgrade. *Theoretical and applied climatology*, 66 (1-2), 69-78.
- Unkašević, M., & Tošić, I. (2011). A statistical analysis of the daily precipitation over Serbia: trends and indices. *Theoretical and applied climatology*, 106 (1-2), 69-78.
- Wayne, A.T. Change-Point Analyzer (Version 2.3) (Software). Available from <http://www.variation.com/cpa/>