

Homogenizacija podataka o padavinama u Panonskoj regiji

NENAD Đ. MEDIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

DUŠAN M. SAKULSKI, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ĐORĐE I. ČOSIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

MIRJANA Đ. LABAN, Univerzitet u Novom Sadu,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Pregledni rad

UDC: 551.577.11:519.23(497.113)

Testiranje homogenosti podataka meteoroloških pojava je od velike važnosti radi obezbeđivanje pouzdanosti i tačnosti podataka koji će se kasnije koristiti u različitim istraživanjima vezanim za procenu i predviđanje budućih trendova klimatskih promena. U ovom radu je izvršena provera homogenosti podataka o prosečnim godišnjim padavinama sa 19 meteoroloških stanica u Panonskoj regiji. U tu svrhu su korišćena 4 različita statistička testa koji su primenjeni na svaku meteorološku stanicu pojedinačno. Utvrđeno je da na 4 od 19 meteoroloških stanica, odnosno u 21% slučajeva postoji nehomogenost podataka o padavinama.

Ključne reči: *homogenizacija, padavine, vremenska serija, statistički test*

1. UVOD

Izučavanje klimatskih uslova je oduvek bilo predmet interesovanja istraživača. Idealno, samo pouzdani podaci bi trebalo da se koriste u istraživanjima. Tačnost i pouzdanost procene klimatskih promena, modelovanja poplava i suša, planiranja vodnih resursa, modela za procenu rečnih tokova u velikoj meri zavisi od kvaliteta podataka koji se koriste. Faktori kao što su metodi merenja i prikupljanja podataka, uslovi u okruženju stanice, promena lokacije stanice ili samih instrumenata, pouzdanost opreme za merenje, zamena mernih instrumenata utiču na kvalitet podataka o padavinama. Poremećaji prouzrokovani ovim, antropogenim faktorima mogu da izobličie ili prikriju stvarni signal meteorološke pojave [1], [2], [3]. Upravo iz ovog razloga je potrebno podatke dobijene sa mernih stanica testirati i proveriti njihovu pouzdanost i homogenost pre upotrebe u istraživanjima.

Testiranje homogenosti vremenskih serija može se podeliti u dve grupe: testiranje apsolutnim metodom i relativnim metodom. Kod apsolutnog metoda se test

primenjuje na svaku stanicu posebno, dok se kod relativnog metoda uzimaju u obzir i stanice koje se nalaze u okolini stanice koja se testira.

Iako su testovi homogenosti podataka objektivni, postoji određen broj odluka koje je neophodno doneti, vezanih za definisanje procedura testiranja koje se subjektivne.

Ovakve odluke će svakako uticati na rezultate sprovedenih testova. To se pre svega odnosi na izbor testova koji će se koristiti, kao i na izbor nivoa značajnosti sa kojim će se tvrditi da su podaci sa određene meteorološke stanice homogeni ili nisu.

Mogućnost pravljenja izbora prilikom testiranja rezultuje različitim pristupom različitih istraživača. U literaturi postoji veliki broj testova koji su korišćeni za proveru homogenosti podataka o različitim klimatskim parametrima, između ostalih i o padavinama [4], [5], [6].

U [7] su korišćeni SNHT metod, Buishand-ov test, Pettitt-ov test i Von Neumann-ov test za testiranje vremenskih serija dnevnih padavina i temperatura.

U [8] je korišćen SNHT metod za testiranje homogenosti 75-ogodišnjih serija padavina u 165 stanica u Norveškoj.

U [9] je za testiranje homogenosti vremenskih serija padavina korišćen Kruskal-Wallis test.

Adresa autora: Nenad Medić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

Rad primljen: 01.10.2014.

Rad prihvaćen: 24.11.2014.

2. METOD TESTIRANJA HOMOGENOSTI VREMENSKIH SERIJA PADAVINA

Predmet ovog rada je homogenizacija podataka o padavinama u Panonskoj regiji. Podaci koji su korišćeni su prikupljeni sa 19 stanica koje se nalaze u Srbiji, odnosno Vojvodini, Hrvatskoj, Mađarskoj i Rumuniji. Najveći broj stanica je u Vojvodini, a ostale stanice se nalaze u navedenim zemljama uz granicu sa Vojvodinom. U tabeli 1 je dat pregled stanica kao i raspon godina za koje postoje podaci o padavinama.

Tabela 1. Kod i naziv stanica, vremenski raspon podataka o padavinama

	Kod	Stanica	Godina
1.	WMO13180	Banatski Karlovac	1991 - 2014
2.	WMO15289	Banloc	1988 - 2002
3.	WMO13274	Beograd	1983 - 2014
4.	LYBE	Beograd – Surčin	1973 - 2014
5.	WMO14382	Gradište	1996 - 2014
6.	WMO13174	Kikinda	1975 - 2014
7.	WMO13168	Novi Sad – Rimski Šančevi	1986 - 2014
8.	WMO15338	Oravita	1979 - 2002
9.	LDOS	Osijek	2004 - 2014
10.	LHPP	Peccs	1973 - 2014
11.	WMO15119	Sinnicolau Mare	1984 - 2002
12.	WMO13160	Sombor	1982 - 2014
13.	WMO13266	Sremska Mitrovica	1983 - 2014
14.	WMO13067	Subotica – Palić	1973 - 2014
15.	LHUD	Szegedin	1973 - 2014
16.	LRTR	Timisoara	1976 - 2002
17.	WMO13285	Veliko Gradište	1983 - 2014
18.	LYVR	Vršac	1976 - 2014
19.	WMO13173	Zrenjanin	1990 - 2014

Za proveru homogenosti podataka o padavinama su korišćene prosečne godišnje padavine. U tu svrhu je odlučeno da se koriste četiri različita testa: Pettitt's Test (PT), Standard Normal Homogeneity Test (SNHT), Buishand's Range (BR) i Von Neumann's Ratio (VNR). Nivo značajnosti testova je definisan na 5%.

Kod sva četiri testa nulta hipoteza pretpostavlja da ne postoji promena srednje vrednosti vremenske serije podataka, iz čega se može zaključiti da je ista homogena. Alternativna hipoteza pretpostavlja da postoji promena srednje vrednosti vremenske serije, te se iz

tog razloga vremenska serija može smatrati nehomogenom.

PT, SNHT i BR su testovi koji su sposobni da detektuju u kojoj godini je došlo do promene srednje vrednosti vremenske serije, dok test VNR ima samo mogućnost da prepozna da li je vremenska serija homogena ili ne, ali ne i da detektuje u kojoj godini je došlo do promene, ukoliko promena postoji. Testovi PT, SNHT i BR su takođe testovi koji se međusobno razlikuju. Osnovna razlika je ta što je PT neparametarski test koji ne pretpostavlja kojoj raspodeli pripadaju podaci, dok testovi SNHT i BR pretpostavljaju da podaci pripadaju normalnoj raspodeli. Druga ključna razlika je u tome što testovi PT i BR bolje detektuju promene srednje vrednosti vremenske serije koje se nalaze u sredini serije, dok test SNHT bolje detektuje promene koje se nalaze u blizini početka i kraja serije.

To su ujedno i glavni razlozi zašto je odlučeno da se ovi testovi primenjuju zajedno. Kada se sve uzme u obzir, primena ova četiri testa istovremeno na jednu vremensku seriju podataka na najsveobuhvatniji način može da ukaže na to da li je ona homogena ili ne. Ovim testovima su pokrivena vremenske serije koje mogu pripadati različitim raspodelama, a pri tom se na kvalitetan način mogu detektovati promene srednje vrednosti u bilo kom delu vremenske serije.

3. REZULTATI TESTIRANJA HOMOGENOSTI VREMENSKIH SERIJA PADAVINA

Kao što je prethodno navedeno, za testiranje homogenosti vremenskih serija padavina u Panonskoj regiji korišćena su četiri testa paralelno za svaku meteorološku stanicu pojedinačno. Rezultati ovih testova dati su u tabeli 2. Zatamnjeni su oni rezultati koji su ispod nivoa značajnosti testa od 5%, odnosno rezultati koji ukazuju na nehomogenost podataka sa određene meteorološke stanice.

Tabela 2. Rezultati testova homogenosti vremenskih serija padavina u Panonskoj regiji

Stanica	Pettitt's test	SNHT	Buishand's range	Von Neumann's ratio
Banatski Karlovac	0.572	0.719	0.765	0.941
Banloc	0.030	0.1	0.076	0.104
Beograd	0.299	0.131	0.110	0.667
Beograd – Surčin	0.180	0.345	0.150	0.938
Gradište	0.790	0.859	0.825	0.929
Kikinda	0.307	0.372	0.200	0.618
Novi Sad – Rimski Šančevi	0.222	0.475	0.309	0.879
Oravita	0.020	0.010	0.024	<0.001

Osijek	0.659	0.701	0.700	0.566
Pecs	0.009	0.133	0.015	0.205
Sinnicolau Mare	0.725	0.740	0.573	0.153
Sombor	0.161	0.199	0.078	0.777
Sremska Mitrovica	0.199	0.267	0.103	0.781
Subotica – Palić	0.201	0.382	0.256	0.931
Szegedin	0.131	0.181	0.110	0.345
Timisoara	<0.001	0.000	0.000	<0.001
Veliko Gradište	0.132	0.213	0.126	0.940
Vršac	0.563	0.837	0.813	0.962
Zrenjanin	0.195	0.419	0.207	0.837

Odmah nakon tabele sa rezultatima, kako bi se stekao bolji uvid u geografski položaj meteoroloških stanica, na slici 1 biće prikazana i karta sa ucrtanim meteorološkim stanicama. Crvenom bojom su obeležene meteorološke stanice za koje je utvrđeno da postoji nehomogenost podataka. Nakon prikaza geografskog položaja meteoroloških stanica, dodatno će biti prikazani i analizirani statistički podaci sa meteoroloških stanica za koje je utvrđeno da su nehomogeni.



Slika 1 – Geografski položaj meteoroloških stanica

Iz priloženog se može videti da barem jedan od testova na četiri meteorološke stanice pokazuje da podaci nisu homogeni. Drugim rečima, od ukupnog broja meteoroloških stanica statistički testovi su detektovali da na 21% stanica postoji nehomogenost.

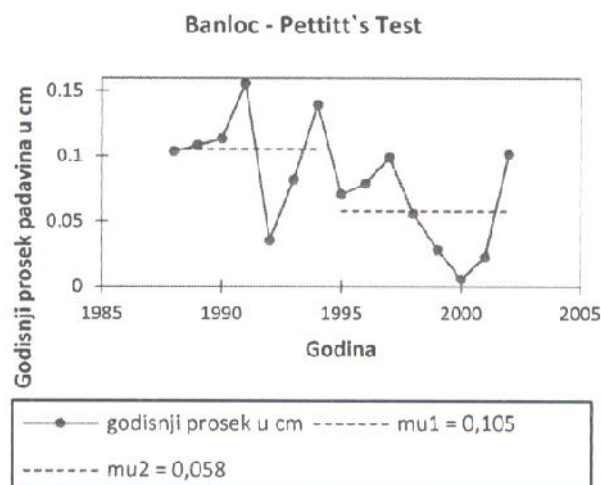
4. PRIKAZ I ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA SA STANICA KOJE NISU HOMOGENE

Za svaku meteorološku stanicu za koju je barem jedan od testova pokazao da nije homogena biće prikazani statistički podaci koji ukazuju na to da na datoj stanici u određenom momentu postoji promena srednje vrednosti. To su meteorološke stanice Banloc, Oravita i Timisoara u Rumuniji i Pecs u Mađarskoj. Za podatke

sa ostalih meteoroloških stanica se može smatrati da su homogeni.

4.1. Banloc

Podaci o padavinama na meteorološkoj stanici Banloc, koja se nalazi u Rumuniji, obuhvataju period od 1988-2002. godine. Za ovu meteorološku stanicu samo jedan od četiri testa je pokazao da su podaci nehomogeni. Verovatnoća da su podaci sa ove stanice homogeni je prema testu PT $p=0,03$ što je manje od nivoa pouzdanosti koji iznosi $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 3%. Na grafiku 1 je prikazana promena srednje vrednosti prema ovom testu.



Grafik 1 – Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Banloc

Sa grafika 1 se jasno vidi da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1994. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,105 cm, a nakon prekida 0,058 cm.

Obzirom da samo jedan od četiri testa pokazuje nehomogenost moglo bi se zaključiti, kada se u razmatranje uzmu i ostala tri testa, da se podaci čak mogu smatrati homogenim. Ipak, mišljenje je da to ne treba uraditi i da korišćenju podataka sa meteorološke stanice Banloc u istraživačke svrhe treba prići sa oprezom. Razlog za to upravo i leži u rezultatima testova koji pokazuju da su podaci homogeni.

Ako bi te rezultate malo detaljnije analizirali, videli bi da test SNHT daje vrednost $p=0,1$ što nije mnogo iznad nivoa značajnosti od $p=0,05$. Pritom je ranije navedeno da SNHT bolje detektuje promene srednje vrednosti na početku i na kraju vremenske serije, a u ovom slučaju je promena baš na sredini serije pa se rezultat testa može dovesti u sumnju.

Druga stvar koju je važno istaći je rezultat testa BR. Ovo je test koji, kao što smo ranije napomenuli, bolje detektuje promenu srednje vrednosti u sredini

vremenske serije, a rezultat ovog testa je $p=0,076$ što je veoma blizu nivoa značajnosti od $p=0,05$ i takođe izaziva sumnju u homogenost podataka sa ove meteorološke stanice.

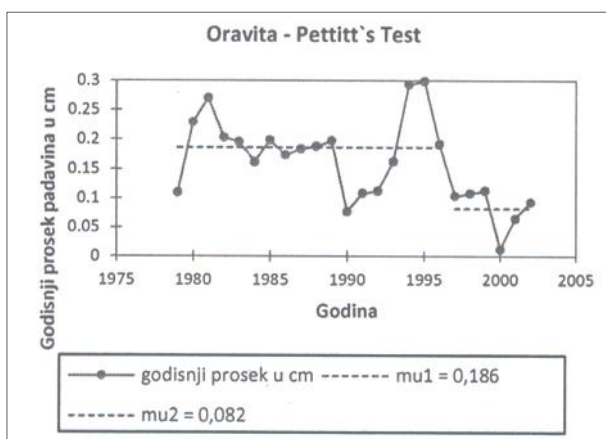
Sve gore navedeno predstavlja dovoljan razlog da se podacima sa meteorološke stanice Banloc priđe sa određenom dozom obazrivosti, jer bi njihovo korišćenje u istraživačke svrhe bez prethodnih korekcija moglo dovesti do pogrešnih zaključaka.

4.2. Oravita

Podaci o padavinama na meteorološkoj stanici Oravita, koja se nalazi u Rumuniji, obuhvataju period od 1979-2002. godine. Za ovu meteorološku stanicu sva četiri testa su pokazala da postoji nehomogenost podataka.

Pettitt's test

Prema ovom testu, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,02$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 2%.



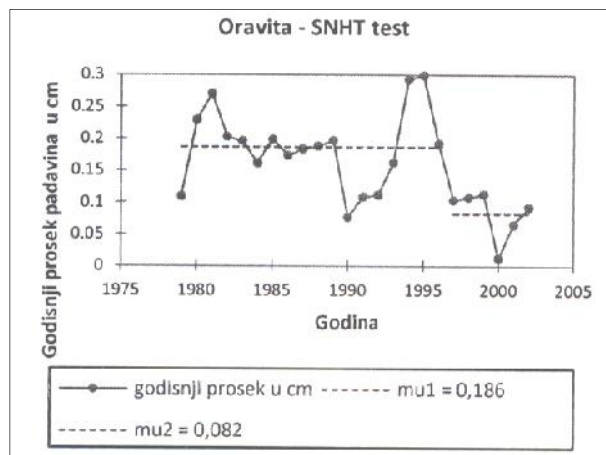
Grafik 2 – Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Oravita prema testu PT

Sa grafika 2 se može videti da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1996. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,186 cm, a nakon prekida 0,082 cm.

SNHT

Prema ovom testu, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,01$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 1%.

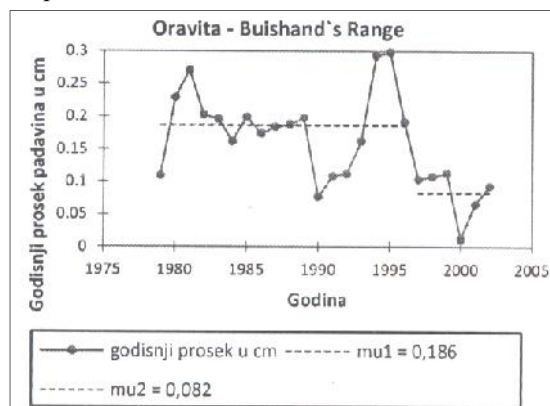
Sa grafika 3 se može videti da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1996. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,186 cm, a nakon prekida 0,082 cm.



Grafik 3 – Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Oravita prema testu SNHT

Buishand's Range

Prema ovom testu, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,024$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 2,4%.



Grafik 4 – Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Oravita prema testu BR

Sa grafika 4 se može videti da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1996. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,186 cm, a nakon prekida 0,082 cm.

I četvrti test Von Neumann's Ratio, koji ne može da prikaže godinu prekida vremenske serije, pokazuje da je verovatnoća da su podaci na stanici Oravita homogeni $p=0,001$ što je manje od nivoa značajnosti testa od 0,05. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 0,1%.

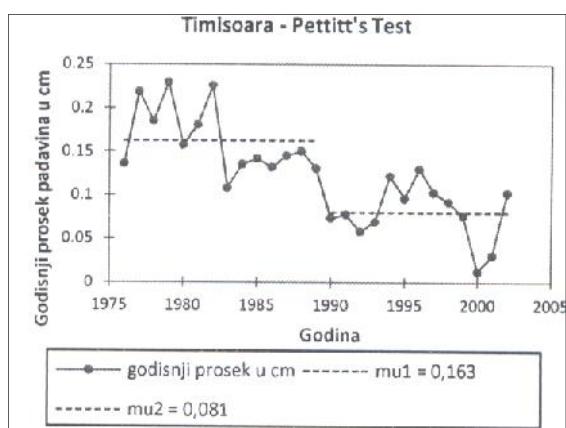
Iz svega gore navedenog, može se zaključiti da su podaci sa meteorološke stanice Oravita nehomogeni i da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1996. godine. Zbog toga, ove podatke treba ili odbaciti ili korigovati pre upotrebe u istraživačke svrhe.

4.3. Timisoara

Podaci o padavinama na meteorološkoj stanici Timisoara, koja se nalazi u Rumuniji, obuhvataju period od 1976-2002. godine. Za ovu meteorološku stanicu sva četiri testa su pokazala da postoji nehomogenost podataka.

Pettitt's test

Prema ovom testu, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,001$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 0,1%.

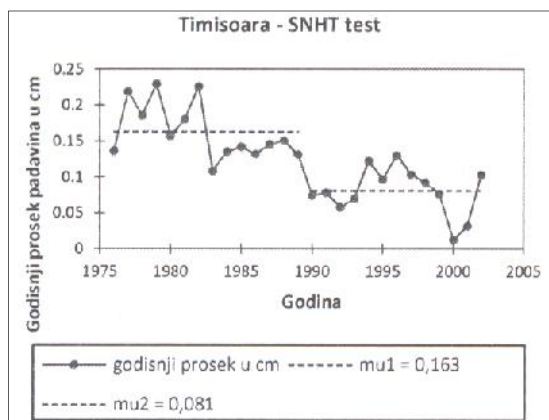


Grafik 5 - Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Timisoara prema testu PT

Sa grafika 5 se može videti da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1989. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,163 cm, a nakon prekida 0,081 cm.

SNHT

Prema ovom testu, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,001$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 0,1%.

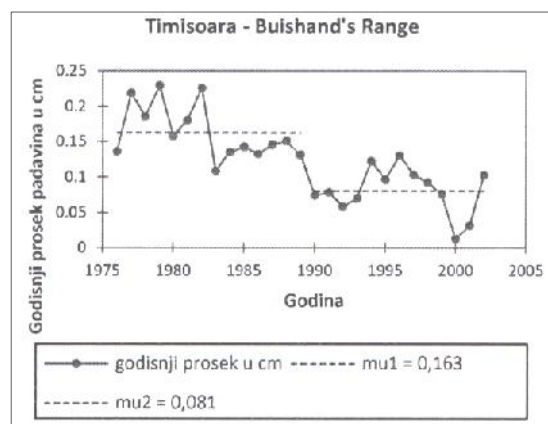


Grafik 6 - Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Timisoara prema testu SNHT

Sa grafika 6 se može videti da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1989. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,163 cm, a nakon prekida 0,081 cm.

Buishand's Range

Prema ovom testu, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,001$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 0,1%.



Grafik 7 - Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Timisoara prema testu BR

Sa grafika 7 se može videti da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1989. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina pre prekida iznosi 0,163 cm, a nakon prekida 0,081 cm.

I četvrti test Von Neumann's Ratio, koji ne može da prikaže godinu prekida vremenske serije, pokazuje da je verovatnoća da su podaci na stanici Timisoara homogeni $p=0,001$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 0,1%.

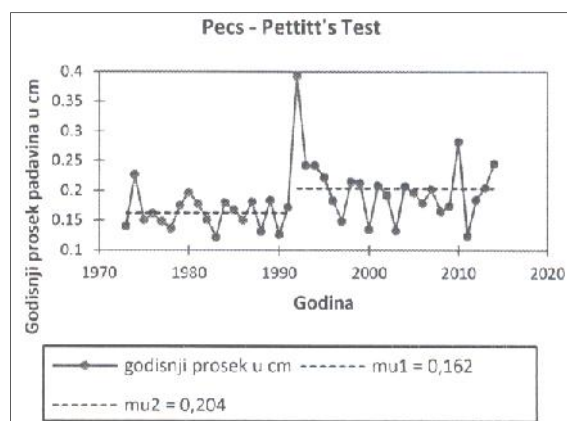
Iz svega gore navedenog, može se zaključiti da su podaci sa meteorološke stanice Timisoara nehomogeni i da do prekida vremenske serije dolazi nakon 1989. godine. Zbog toga, ove podatke treba ili odbaciti ili korigovati pre upotrebe u istraživačke svrhe.

4.4. Pecs

Podaci o padavinama na meteorološkoj stanici Pecs, koja se nalazi u Mađarskoj, obuhvataju period od 1973-2014. godine. Za ovu meteorološku stanicu dva testa su pokazala da postoji nehomogenost podataka, dok su dva testa pokazala da su podaci homogeni.

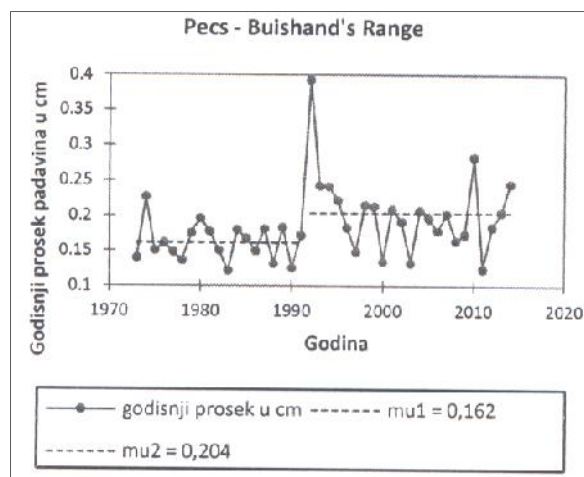
Na meteorološkoj stanici Pecs je slična situacija kao na meteorološkoj stanici Banloc. Testovi PT i BR koji bolje detektuju promenu srednje vrednosti u sredini vremenske serije su pokazali da postoji nehomogenost podataka. Test SNHT koji bolje detektuje promenu srednje vrednosti na početku ili na kraju serije i

test VNR su pokazali da su podaci na meteorološkoj stanici Pecs homogeni.



Grafik 8 - Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Pecs prema testu PT

Prema testu PT verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,009$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 0,9%.



Grafik 9 - Nehomogenost podataka na meteorološkoj stanici Pecs prema testu BR

Prema testu BR verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,015$ što je manje od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$. Rizik da se odbaci hipoteza da su podaci sa ove meteorološke stanice homogeni, a da je ona ipak tačna iznosi 1,5%.

Sa grafika 8 i 9 se može videti da kod oba testa do prekida vremenske serije dolazi nakon 1991. godine. Srednja vrednost prosečnih godišnjih padavina kod oba testa pre prekida iznosi 0,162 cm, a nakon prekida 0,204 cm.

Prema testu SNHT, za koji napominjemo da bolje detektuje promenu srednje vrednosti vremenske serije na njenom početku i kraju, verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,133$ što je veće od nivoa zna-

čajnosti testa od $p=0,05$. Prema testu VNR verovatnoća da su podaci homogeni iznosi $p=0,205$ što je veće od nivoa značajnosti testa od $p=0,05$.

Uzimajući u obzir da do promene srednje vrednosti vremenske serije dolazi u njenoj sredini, zaključujemo da korišćenju podataka sa ove meteorološke stanice u istraživačke svrhe treba prići sa određenom dozom obazrivosti, bez obzira na to što dva testa pokazuju da su podaci homogeni. Predlaže se da se pre korišćenja ovih podataka u istraživačke svrhe na njima uradi korekcija, kako bi se izbegla mogućnost donošenja pogrešnih zaključaka usled neadekvatnih podataka.

5. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada urađena je analiza homogenosti podataka o padavinama sa 19 meteoroloških stanica koje se nalaze na teritoriji Srbije, odnosno Vojvodine, Hrvatske, Mađarske i Rumunije. U te svrhe su korišćena četiri testa istovremeno za svaku stanicu pojedinačno, za koje je pokazano da na najsveobuhvatniji način mogu da detektuju nehomogenost vremenskih serija. Utvrđeno je da barem jedan test na četiri meteorološke stanice, odnosno na 21% stanica pokazuje da postoji nehomogenost podataka o padavinama. To su meteorološke stanice Banloc, Oravita i Timisoara u Rumuniji i meteorološka stanica Pecs u Mađarskoj.

Kako bi se sprečilo donošenje pogrešnih zaključaka o meteorološkim pojavama, zaključujemo da su podaci o padavinama sa ove četiri meteorološke stanice u svom originalnom obliku ne mogu koristiti u istraživačke svrhe. Iz tog razloga se sa ovim podacima može uraditi jedna od sledeće dve stvari. Podaci o padavinama sa ovih meteoroloških stanica se mogu zanemariti i odbaciti kao neadekvatni za korišćenje u istraživačke svrhe, ili se na njima mogu izvršiti korekcije, odnosno prilagođavanje, kako bi se stekli uslovi da se oni mogu koristiti u istraživačke svrhe. Naravno, predlaže se da se podaci o padavinama sa ove četiri meteorološke stanice koriguju, kako bi se mogli koristiti u istraživačke svrhe, jer je jasno da je potrebno što više kvalitetnih podataka kako bi i zaključci koji se na osnovu njih donose bili što kvalitetniji.

Za ostale meteorološke stanice se može smatrati da su podaci o padavinama homogeni i da se mogu koristiti u istraživačke svrhe u svom originalnom obliku.

LITERATURA

- [1] Moberg, A. i Alexandersson, H., Homogenization of Swedish temperature data, Part I: Homogeneity test for linear trends, *Int. J. Climatol.* 17, p. 25-34, 1997.
- [2] Moberg, A. i Alexandersson, H., Homogenization of Swedish temperature data, Part II: Homogenized

- gridded air temperature compared with a subset of global gridded air temperature since 1861, *Int. J. Climatol.* 17, p. 35-54, 1997.
- [3] Tuomenvirta, H., Homogeneity adjustments of temperature and precipitation series – Finnish and Nordic data, *Int. J. Climatol.* 21, p. 495-506, 2001.
- [4] [Ducr'e-Rubitalle, J F., Vincent, L A., Boulet, G., Comparison of techniques for detection of discontinuities in temperature series, *Int. J. Climatol.* 23, p. 1087–1101, 2003.
- [5] Klingbjer, P., Moberg, A. (2003). A composite monthly temperature record from Tornedalen in northern Sweden, 1802–2002, *Int. J. Climatol.* 23(12), p. 1465–1493, 2003.
- [6] Modarres, R. Regional frequency distribution type of low flow in north of Iran by L-moments, *Water Resources Management* 22, p. 823–841, 2008.
- [7] Wijngaard, J., Klein Tank, A., Konnen, G., Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series, *Int. J. Climatol.* 23, p. 679–692, 2003.
- [8] Hanssen–Bauer, I., Førland, E., Homogenizing long Norwegian precipitation series, *J. Climate* 7, p. 1001–1013, 1994.
- [9] Yıldırım, Y. E., Turkes, M., Tekiner, M., Time-series analysis of long-term variations in stream-flow data of some stream-flow stations over the Gediz basin and in precipitation of the Akhisar station, *Pakistan J. Biol. Sci.* 7(1), p. 17–24, 2004.

SUMMARY

HOMOGENIZATION OF PRECIPITATION DATA IN PANNONIAN REGION

Testing the homogeneity of data of meteorological occurrences is very important for ensuring the reliability and accuracy of the data that will later be used in a variety of research related to the assessment and prediction of future trends of climate changes. This paper presents the verification of homogeneity of data on average annual precipitations from 19 meteorological stations in the Pannonian region. For this purpose, it has been used four different statistical tests that are applied on each meteorological station individually. It was found that 4 out of 19 meteorological stations or in 21% of the cases there are inhomogeneities of precipitation data.

Key words: *homogenization, precipitation, time series, statistical test*