

PRILOG METODOLOGIJI KVANTITATIVNE ANALIZE KVALITETA PRENOSA POŠTANSKIH POŠILJAKA

Vladeta Petrović¹, Milan Čeperković², Biljana Stojanović-Višić³

¹Visoka škola strukovnih studija za informacione i komunikacione
tehnologije, vladeta.petrovic@ict.edu.rs

²JP „Pošta Srbije“, mceperkovic@jp.ptt.rs

³JP „Pošta Srbije“, bilja33@ptt.rs

Sadržaj: *U radu je izložen predlog metodologije kvantitativne analize kvaliteta prenosa poštanskih pošiljaka. Osnovni postulat pristupa je zasnovan na utvrđivanju stepena nestacionarnosti poštanskih tokova. Mera odstupanja parametara toka od stacionarnog modela je koeficijent nestacionarnosti. Koeficijent nestacionarnosti definiše neophodni kapacitet poštanskih kanala i omogućava optimalno upravljanje resursima. Metodologija analize je prikazana na primeru merenja kvaliteta u JP „Pošta Srbije“.*

Ključne reči: *poštanski tokovi, koeficijent nestacionarnosti, kvalitet servisa, optimizacija resursa.*

1. Uvod

Izložena metodologija ocene kvaliteta prenosa poštanskih pošiljaka je u saglasnosti sa nestacionarnom prirodom poštanskih tokova. Metodologijom se utvrđuje srednja brzina promene stanja kanala i koeficijent nestacionarnosti poštanskog toka. Ova dva parametra toka definišu kvalitet servisa izražen vremenom prenosa i omogućavaju racionalno upravljanje resursima saglasno zadatim kriterijumima optimizacije.

Rad sadrži pet poglavlja. U uvodnom delu su navedeni cilj i sadržaj analize nestacionarnih poštanskih tokova. U drugom poglavlju je izložen metod utvrđivanja koeficijenta nestacionarnog toka. Modeli diskretnog i kontinualnog, jedno i višekanalnog toka su prikazani u trećem delu. Primena rezultata analize u upravljanju poštanskim tokovima je sadržaj četvrtog poglavlja. U vidu zaključaka su istaknute prednosti primene izložene metodologije.

Parametri poštanskih tokova se transformacijom merenih, imenovanih vrednosti, primenom koeficijenta nestacionarnosti, izražavaju u relativnim, neimenovanim vrednostima. Inverzna transformacija relativnih u apsolutne vrednosti parametara poštanskog toka se koristi pri implementaciji rezultata analize.

2. Utvrđivanje intenziteta poštanskih tokova

Rezultat merenja vremena prenosa pošiljaka u periodu T je vremenska serija sa X diskretnih vrednosti t_{ix} intervala vremena. Apsolutna, imenovana srednja vrednost intenziteta toka, brzine prenosa, frekvencije realizacije događaja $f_1=1/t_1$ je recipročna

srednja vrednost $t_1=1/f_1$ diskretnih intervala vremena prenosa pošiljke. Jedinica apsolutnog intenziteta je broj pošiljaka u jedinici vremena. Usled dinamične prirode poštanskog saobraćaja, neophodno je da se odredi i koeficijent nestacionarnosti toka. [1]

Utvrđivanjem intenziteta i koeficijenta nestacionarnosti se formira referentni stacionarni model nestacionarnog toka u frekventnom i vremenskom domenu. Slika 1. pokazuje odnos prvog i drugog običnog momenta X diskretnih vrednosti t_{1x} merenih intervala vremena prenosa, što je osnov utvrđivanja koeficijenta nestacionarnosti. Na slici je grafički prikazan odnos članova polinoma, nastalog od kvadrata srednje vrednosti intervala vremena t_1 prenosa X pošiljaka, utvrđene merenjem i konstantne diskretne vrednosti $t_0=1$ jedinice vremena realizacije suprotnog događaja, izostanka prenosa.

| | | | |
|-----------|-----------|---|--|
| $t_1 t_0$ | t_0^2 | Kvadrat srednje vrednosti intervala vremena odvijanja događaja: | |
| | | $t^2=(t_1+t_0)^2=t_1^2+2t_1t_0+t_0^2$ - površina kvadrata, jedinica je [vreme ² /pošiljka ²] | |
| t_1^2 | $t_1 t_0$ | $t_1=\sum t_{1x}/X$ - srednje vreme realizacije događaja, jedinica je [vreme/pošiljka] | |
| | | $t_0=\sum t_{0x}/X$ - srednje vreme izostanka događaja, jedinica je [vreme/pošiljka] | |

Slika 1. Odnos parametara diskretnog toka u vremenskom domenu

Površine delova ukupne površine, manjih kvadrata, jednake su drugom običnom momentu, kvadratu srednjeg intervala vremena t_1^2 realizacije i $t_0^2=1$ izostanka prenosa, međusobno isključivih, suprotnih događaja. Površina oba identična pravogaonika $t_1 t_0$ je D_{tU} je apsolutna imenovana srednja vrednost disperzije intervala vremena, drugog centralnog momenta. Ukupna disperzija je zbir disperzije vremena stacionarnog toka $D_{tS}=(t_1^2-t_1)$ i disperzije vremena usled nestacionarnosti $D_{tN}=(t_2-t_1^2)$ razlike drugog i kvadrata prvog momenta intervala vremena. Apsolutna vrednost drugog običnog i centralnog momenta se izražava kvadratom jedinice vremena po pošiljci.

Količnik drugog i kvadrata prvog običnog momenta t_2/t_1^2 je takođe jednak zbiru apsolutnih frekvencija $f=f_1+f_0$ izraženih jedinicom brzine prenosa. Srednja vrednost zbiru apsolutnih frekvencija f suprotnih događaja, realizacije i izostanka prenosa, je mera nestacionarnosti poštanskog toka. Količnik drugog i kvadrata prvog običnog momenta diskretne vremenske serije je ocena koeficijenta nestacionarnosti.

$$f=t_2/t_1^2 \text{ [pošiljka/jedinica vremena]} \quad (1)$$

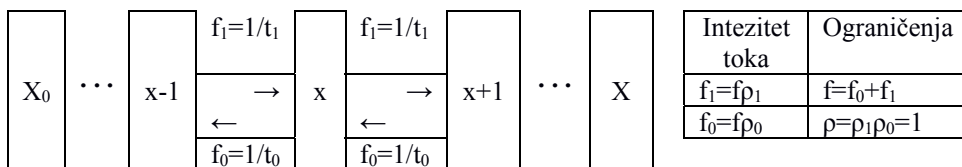
Stranica velikog kvadrata na slici 1. $t=t_1+t_0$ je jednaka zbiru srednjih vrednosti slučajnih intervala vremena realizacije t_1 i konstantne vrednosti $t_0=1$ suprotnog događaja izostanka prenosa pošiljaka. Relativna frekvencija izostanka događaja ρ_0 je količnik srednjeg intervala vremena t_0 i t_2 drugog običnog momenta vremenske serije. Količnik prvog t_1 i drugog t_2 običnog momenta intervala vremena je ρ_1 relativna frekvencija realizacije događaja.

$$\rho_1=t_1/t_2 \text{ [relativna, neimenovana vrednost u intervalu [0,1]]} \quad (2)$$

Odnos vrednosti površina i stranica geometrijskih figura na slici 1. je geometrijski dokaz tačnosti obe formule. Jednokanalnom diskretnom poštanskom toku odgovara model markovskog diskretnog procesa jedinične promene stanja kanala u diskretnim intervalima vremena. Intenzitetu jediničnog prelaza iz prethodnog u naredno

stanje, odgovara Bernulijev zakon raspodele relativnih frekvencija intervala vremena.

Na slici 2. je prikazan model diskretnog nestacionarnog markovskog procesa prenosa pošiljaka, sa apsolutnim frekvencijama jediničnog prelaza iz predhodnog stanja kanala u naredno. Broj mogućih vrednosti stanja kanala $X+1$ obuhvata i 0-to stanje. Identični model opisuje broj faza prenosa jedne pošiljke. Kada se apsolutne frekvencije f_1 i f_0 zamene relativnim ρ_1 i ρ_0 formira se diskretni stacionarni model teorije redova. [2]



Slika 2. Model promene stanja kanala za prenos pošiljaka

Elementarni događaj, jediničnu promenu stanja kanala, opisuje Bernulijev zakon raspodele sa jednim parametrom ρ_1 srednjom relativnom brzinom, odnosno, srednjom relativnom frekvencijom prenosa. Skup uzastopnih redno povezanih događaja opisuje Paskalov zakon sa parametrima ρ_1 i X brojem pošiljaka. Skup istovremenih paralelno povezanih događaja opisuje binomni zakon raspodele relativnih frekvencija sa parametrima ρ_1 i K brojem instalisanih kanala odnosno mogućih istovremenih događaja. [3]

Stepen skaliranja, koeficijent nestacionarnosti toka f se utvrđuje u skladu sa formulom (1), a referentni relativni intezitet toka ρ_1 po formuli (2). Vrednost relativne frekvencije, brzine prenosa ρ_1 sa utvrđenom apsolutnom vrednosti frekvencije f_1 realizacije događaja i f koeficijenta nestacionarnosti, može da se izrazi i formulom (3). Primenom formule (3) se apsolutna frekvencija f_1 utvrđena merenjem, transformiše u ρ_1 relativnu, deljenjem parametrom f izračunatom vrednošću koeficijenta nestacionarnosti.

$$\rho_1=f_1/f \quad (3)$$

Koeficijent nestacionarnosti je jedan od alternativnih parametara, kojima se izražava dinamika toka. Koeficijent spljoštenosti grafika raspodele frekvencija i koeficijent varijacije se utvrđuju na osnovu disperzije, centralnog momenta vremenske serije. Zamenom centralnih, običnim momentima dolazi se do iste vrednosti koeficijenta nestacionarnosti. [4]

3. Modeli poštanskih tokova

Elementarne događaje, osnovne komponente diskretnih tokova, opisuje model Bernulijevog zakona raspodele relativnih frekvencija. Model skupa redno povezanih događaja opisuje dvoparametarski diskretni Paskalov zakon raspodele sa parametrima ρ_1 relativnim intezitetom generisanja pošiljaka i instalisanim kapacitetom M memorije, privremenog skladišta pošiljaka, pasivne komponente poštanskog kanala.

Dvoparametarski Paskalov zakon raspodele, takođe, opisuje i jednokanalni višefazni prenos pošiljaka u kome je jedan isti parametar ρ_1 relativna brzina, a drugi N broj faza prenosa. Parametri identičnog opšteg modela Paskalovog zakona ρ_1 i X opisuje i prenos X pošiljaka u mreži, preko više pretovarno-sortirnih centara, kada se prenos od

mesta prijema do odredišta posmatra kao jedna jedinstvena faza.

Fizičko značenje veličine ρ_1 je relativni intenzitet diskretne promene stanja poštanskog kanala. Veličina $k=\rho_1/\rho_0$ je relativna srednja vrednost stanja kanala, brojno jednaka apsolutnom stanju kanala, izraženim brojem pošiljaka. Stanje kanala k izraženo količnikom frekvencija realizacije i izostanka događaja je oblik Litlovog zakona, koji je jedan od osnova formiranja modela teorije redova za opis stanja poštanskih kanala.

Poštanski tokovi sa koeficijentom nestacionarnosti intervala vremena manjim od jedan $f<1$ i intezitetom toka $f_1>1$ većim od jedan su rezultat merenja agregatnih, višekanalnih tokova u tačkama njihove koncentracije i difuzije. Višekanalne diskretne tokove u intervalu vremena T_0 opisuje binomna raspodela relativnih frekvencija stanja sistema sa parametrima K (brojem paralelno povezanih kanala) i $\alpha_1=\rho_1/K$ (srednjim intenzitetom toka u jednom kanalu).

Bernulijev zakon teži eksponencijalnoj gustini raspodele, kada relativna vrednost intervala vremena merenja $T_0 \rightarrow 0$ i frekvencija realizacije teži $f_1 \rightarrow f=f_1+f_0$ zbiru frekvencija. Elementarni događaj, jediničnu promenu stanja kanala sa kontinualnim tokom opisuje eksponencijalna gustina raspodele sa parametrom $\rho_1=\rho$ srednjom brzinom prenosa. Relativna frekvencija $\rho_0=1-\rho$ je verovatnoća da je kanal u pasivnom stanju.

Zbir apsolutnih vremena aktivnog t_1 i t_0 pasivnog stanja kanala $t=t_1+t_0$ je recipročna vrednost koeficijenta nestacionarnosti. Koeficijent nestacionarnosti kontinualnog poštanskog toka f je količnik kvadrata prvog i drugog običnog momenta frekvencije odvijanja događaja.

$$f=1/t=f_1^2/f_2 \quad [\text{pošiljaka /jedinica vremena}] \quad (4)$$

Konačnom broju redno povezanih uzastopnih događaja sa eksponencijalnom gustinom raspodele intervala vremena odgovara model hipo-eksponencijalne, Erlangove gustine raspodele. Tip hiper-eksponencijalne gustine raspodele je model konačnog broja paralelno povezanih istovremenih događaja sa eksponencijalnom gustinom raspodele. U slučaju kontinualnog toka za ocenu srednje vrednosti i koeficijenta nestacionarnosti, operacija sabiranja diskretnih vrednosti u obliku niza diskretnih Dirakovih jediničnih funkcija, zamenjuje se operacijom integrisanja gustine raspodele po vremenskoj t -osi. [5]

Kao ilustracija metoda u tabeli 1. je prikazano merenje kvaliteta servisa, brzine prenosa pošiljaka na primeru javnog poštanskog operatora JP „Pošta Srbije“. U skladu sa važećim Zakonom o poštanskim uslugama u Pošti Srbije je uveden sistem merenja rokova prenosa koji uključuje konkretne vrednosti standarda kvaliteta. Usvojena mera kvaliteta je evropski standard, kumulativno vreme $T_1=1$ dan za prenos 80% i $T_3=3$ dana za prenos 97% primljenih pošiljaka u unutrašnjem saobraćaju. U tabeli 1. su prikazani rezultati merenja srednje brzine prenosa pošiljaka javnog poštanskog operatora JP „Pošta Srbije“ u januaru 2017. godine. Merenjem vremena prenosa je obuhvaćen statistički uzorak od 987 pošiljaka.

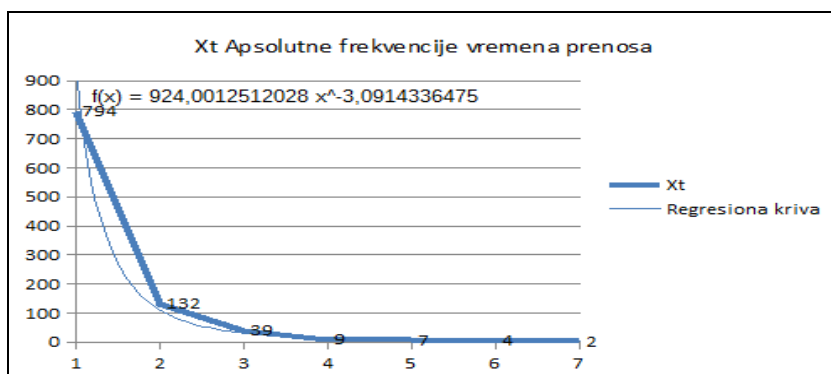
Tabela 1. Merenje brzine prenosa pošiljaka u januaru 2017. godine

| Vreme prenosa t_x u danima | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Σ |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Broj pošiljaka X_t | 794 | 132 | 39 | 9 | 7 | 4 | 2 | 987 |
| Zakon raspodele brzine prenosa $f_t=X_t/X$ | 0,804 | 0,134 | 0,040 | 0,009 | 0,007 | 0,004 | 0,002 | 1 |
| Funkcija raspodele brzine prenosa F_t | 0,804 | 0,938 | 0,978 | 0,987 | 0,994 | 0,998 | 1,000 | |

Vremenska serija prikazana u prva dva reda tabele, radi kraćeg zapisa, sadrži grupisane podatke o broju pošiljaka X_t prenetih u intervalu vremena t_x izraženog u danima. Izvorna vremenska serija nastala statističkim eksperimentom, odnosno, brojanjem intervala vremena u danima, sadrži $X=987$ podataka o trajanju prenosa. Uočene su vrednosti od minimalno 1 do maksimalno 7 dana prenosa. Nije uočena moguća vrednost $t_x=0$ odnosno uručenje pošiljaka u danu prijema, jer lokalni saobraćaj nije ni bio predmet testiranja kvaliteta.

Zakon raspodele relativnih frekvencija broja pošiljaka $f_t=X_t/X$ je prikazan u trećem redu tabele 1. U četvrtom redu prikazane su vrednosti F_t funkcije raspodele. Kumulativna frekvencija za jedan dan iznosi $F_1=0,804>0,8$ a za tri dana $F_3=0,978>0,97$ što potvrđuje da su ispunjeni standardi kvaliteta u januaru 2017. godine.

Na slici 3. su prikazani zakon raspodele frekvencija $f_t=X_t/X$ broja dana prenosa koja odgovara podacima iz tabele 1. Radi poređenja izloženog sa alternativnim metodološkim pristupom prikazana je eksponencijalna regresiona kriva.



Slika 3. Zakon raspodele frekvencija $f_t=X_t/X$ broja pošiljaka po danima prenosa

Uслед nestacionarnosti toka relativne frekvencije f_t ne čine statistički stacionaran geometrijski red. Za ocenu kvaliteta poštanskih servisa, po izloženom metodu, neophodna je transformacija apsolutnih vrednosti parametara vremenske serije u relativne. U tabeli 2. su prikazani broj pošiljaka X obuhvaćenih merenjem, t_1 srednja apsolutna izmerena brzina prenosa i t_2 drugi obični moment vremenske serije. Navedeni podaci su potrebni i dovoljni da se utvrdi koeficijent nestacionarnosti f po formuli (1) i ρ_1 srednja relativna frekvencija, odnosno, relativna brzina prenosa po formuli (2).

Tabela 2. Rezultati merenja brzine prenosa pošiljaka u januaru 2017. godine

| Parametar | X | $t_1=X_t t_x/X$ | $t_2=\sum X_t t_x^2/X$ | $f=t_2/t_1^2$ | $\rho_1=f_1/f$ |
|-----------|-----|-----------------|------------------------|---------------|----------------|
| Vrednost | 987 | 1,30091 | 2,26342 | 1,33743 | 0,97269 |

Koeficijent nestacionarnosti, apsolutni intenzitet ulaznog toka $f=1,33743$ izražen u pošiljaka po danu, je validan pokazatelj dinamike toka oscilacija trenutne brzine prenosa oko srednje vrednosti nezavisno od toga da li je uzrok varijacije toka determinističke ili stohastičke prirode. Ocena koeficijenta nestacionarnosti ne zahteva dodatne složene proračune kao u slučaju pristupa zasnovanih na alternativnim parametrima i modelima kompleksnih tipova raspodela. [6]

Osnov izloženog pristupa analizi kompleksnih procesa je redna i paralelna agregacija jednostavnih jednoparametarskih funkcija raspodele frekvencija u složene višeparametarske modele. Izložena metodologija analize vremena prenosa, ocenom koeficijenta nestacionarnosti, je pogodna za transformaciju složenog nestacionarnog toka u sistem jednostavnijih referentnih stacionarnih modela sa srednjim relativnim vrednostima intenziteta ulaznih tokova stanja i kapaciteta poštanskih kanala.

Primena izloženih modela nije ograničena samo na analizu skupova elementarnih događaja, već je validna i za analizu agregatnih tokova, odnosno, skupove redno ili paralelno povezanih elementarnih tokova. Agregatni tokovi poseduju svojstvo sekundarne nestacionarnosti. Uzrok sekundarne nestacionarnosti je neregularnost srednjeg relativnog intenziteta, odnosno nehomogenost srednjeg vremena prenosa u elementarnim kanalima. Transformacijom srednjih vrednosti intenziteta elementarnih tokova, utvrđuje se koeficijent sekundarne nestacionarnosti višekanalnih i višefaznih tokova u poštanskoj mreži. [7]

Višim vrednostima koeficijenta nestacionarnosti intervala vremena $f > 1$ odgovara „pljosnat“ (flat), hipo, odnosno razvučen oblik funkcije raspodele apsolutnih frekvencija intervala vremena. Nižim vrednostima koeficijenta nestacionarnosti intervala vremena $f < 1$ odgovara „strmi“ (steep), hiper, odnosno zbijeni oblik funkcije raspodele apsolutnih frekvencija intervala vremena.

4. Optimizacija poštanskih kapaciteta

Osnov izloženog pristupa analizi i upravljanju skupovima tokova u saobraćajnoj mreži je redna i paralelna agregacija jednostavnih jednoparametarskih funkcija raspodele frekvencija u složene višeparametarske modele. Saobraćajne tokove u mreži opisuje kvadratna matrica $\{\rho_{ij}(t)\}$ čiji su elementi nestacionarni intenziteti tokova između parova ij izvora i odredišta pošiljaka. Intenziteti tokova u mreži su primarno i sekundarno nestacionarni, odnosno zavisni od promenljive t vremena. Transformacija apsolutnih u relativne brzine omogućava racionalno upravljanje mrežnim saobraćajem.

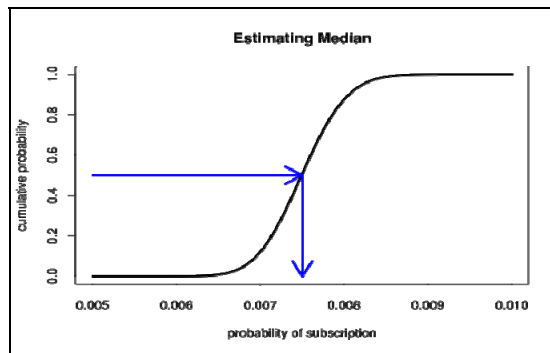
Transformacijom apsolutnih imenovanih u relativne neimenovane vrednosti parametara nestacionarnih tokova se omogućava poređenje kvaliteta poštanskih servisa sa referentnim stacionarnim modelom. Izlazni parametar modela koji je rezultat analize ulaznog toka je vreme prenosa izraženo u relativnim vrednostima. Za potrebe implementacije upravljanja procesima, relativne vrednosti parametara toka se transformišu u apsolutne.

Cilj upravljanja tokovima je optimizacija odnosa kvaliteta servisa izraženog brzinom prenosa i angažovanih resursa izraženih kapacitetom kanala. Brzina prenosa nestacionarnog toka je funkcija koeficijenta nestacionarnosti. Veća relativna vrednost instalisanog kapaciteta $c_{inst} > f$ omogućava viši kvalitet servisa, kraće vreme prenosa, uz manju iskorišćenost poštanskih kapaciteta. Posledica manje vrednosti instalisanog kapaciteta $c_{inst} < f$ je niži kvalitet servisa, odnosno, duže vreme prenosa. Kvalitet servisa izražen brzinom prenosa nema optimalnu vrednost. Brzina prenosa je ograničena tehničkom karakteristikom tj. maksimalnim kapacitetom kanala.

Nedovoljni kapacitet memorije M privremenog skladišta pošiljaka, pasivnog elementa kanala, dovodi do pojave prelivnog saobraćaja pri asinhronom načinu prenosa pošiljaka bez prioriteta sa dopustivim neizbežnim kašnjenjem usled jedinične obrade pošiljaka. Nedovoljan broj paralelnih kanala K dovodi do pojave nedopustivog kašnjenja

prioritetnih pošiljaka sa zadatim rokovima prenosa za koje je neophodan višekanalni sinhroni način prenosa sa ograničenim vremenom skladištenja u prihvatnoj memoriji.

Kapacitet memorije privremenog skladišta M i broj paralelnih kanala K nemaju konačnu optimalnu vrednost i mogu da se definišu isključivo prema zadatom standardu u vidu dopustivog sniženja nivoa kvaliteta servisa izraženog maksimalnim dopustivim vremenom kašnjenja i minimalnom pouzdanošću prenosa. Pogodan način ocene granične prihvatljive vrednosti kapaciteta memorije i broja kanala je kvantil, koji deli zakon raspodele apsolutnih vrednosti ukupnog ponuđenog saobraćaja F_{pon} na dva nejednaka dela, ostvareni F_{ostv} i F_{izg} izgubljeni saobraćaj. Vrednost ostvarenog toka F_{ostv} je vrednost funkcije raspodele diskretnog toka F_M jednokanalnog toka sa kapacitetom memorije M , odnosno F_K paralelne veze K kanala. Na slici 4. je ilustrovan metod ocene kvantila. [8]



Slika 4. Metod ocene kvantila

Dopustiva vrednost izgubljenog saobraćaja, odnosno pouzdanosti prenosa pri dimenzionisanju kapaciteta memorije i broja kanala, se izražava u vidu norme, aksioma ili standarda, koji uvodi administrator poštanske mreže, uzimajući u obzir tehničko-tehnološke i ekonomske faktore, potrebe korisnika usluga i druge okolnosti. Ulazni poštanski tokovi u opštem slučaju imaju ograničen opseg vrednosti frekvencija, brzine prenosa i intervala vremena odvijanja događaja. Postoji mogućnost da konačna vrednost memorije M ili broja kanala K obezbedi potpunu pouzdanost nestacionarnog prenosa.

Izložena metodologija omogućava agregaciju i dekompoziciju vremenskih serija. Agregacija vremenskih serija obezbeđuje kontinuitet upravljanja. Parcijalnom analizom poštanskog toka se obuhvata period vremena ΔT koji na funkciji raspodele ima takozvane pikove, pozitivna ili negativna odstupanja u odnosu na srednju vrednost.

5. Zaključak

Analiza elementarnih i složenih nestacionarnih poštanskih procesa, primenom koeficijenta nestacionarnosti je praktičnija i tačnija u odnosu na metode zasnovane na utvrđivanju vrednosti alternativnih parametara. Efikasnost se ogleda u manjem broju i jednostavnosti neophodnih računskih operacija i brzini dolaženja do rezultata.

Uloga koeficijenta nastacionarnosti je podrška upravljanju i realizaciji ciljeva, izvedenih iz analize poštanskih procesa. Neophodne korekcije angažovanih resursa, kapaciteta i broja kanala, utvrđuju se u međusobno jednakim uporedivim relativnim jedinicama. Neophodno je da se pri implementaciji rezultati obavljene analize izraze u apsolutnim jedinicama.

Definisane vrednosti parametara kvaliteta poštanskih servisa, odnosno, vremena prenosa pošiljaka se realizuju promenama vrednosti angažovanih kapaciteta u apsolutnim vrednostima, koje se dobijaju inverznom transformacijom relativnih vrednosti. Analizom poštanskih tokova se sagledava mogućnost ušteda ili gubitaka u pogledu korišćenja instaliranih resursa i pruža mogućnost optimalnog upravljanja u skladu sa zadatim standardima kvaliteta.

Literatura

- [1] T. Srivastava. (2015, Dec 16). *A Complete Tutorial on Time Series Modeling in R*. [Online]. Available at: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2015/12/complete-tutorial-time-series-modeling/> (pristup 23.09.2017.)
- [2] *Queueing Theory Applications, Articles, and Video Tutorials*. [Online]. Available at: <http://www.shmula.com/queueing-theory/> (pristup 23.09.2017.)
- [3] D. Montgomery. *Statistical Quality Control: A Modern Introduction, 7th Edition International Student Version*. [Online]. Available at: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118322576.html> (pristup 23.09.2017.)
- [4] *Probability and Statistics - from Wolfram MathWorld*. [Online]. Available at: <http://mathworld.wolfram.com/topics/ProbabilityandStatistics.html> (pristup 23.09.2017.)
- [5] *Random Variables, Distributions, Expectation, And Variance*. [Online]. Available at: <https://www.britannica.com/topic/probability-theory/Applications-of-conditional-probability#toc32771> (pristup 24.09.2017.)
- [6] K. Veljković, *Kontrola kvaliteta praćenjem centralne tendencije negausovskih slučajnih veličina*, doktorska disertacija, Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu, 2016.
- [7] M. Bakmaz, B. Bakmaz, *Tokovi Koksove raspodele u modelima telekomunikacionog saobraćaja*, Zbornik radova XXIII Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2005, Saobraćajni fakultet u Beogradu, 2005.
- [8] *Parameter Estimation - The PDF, CDF and Quantile Function*. (2015, April 14). [Online]. Available at: <https://www.countbaysie.com/blog/2015/4/4/parameter-estimation-the-pdf-cdf-and-quantile-function> (pristup 24.09.2017.)

Abstract: *The paper presents a proposal of the methodology for the quantitative analysis of the quality regarding the postal items transfer. The basic postulate of this type of access is based on determining the degree of non-stationary postal flows. The degree of the variation of the flow parameters from the stationary model is the coefficient of the non-stationary state. The non-stationary state coefficient defines the necessary capacity of the postal channels and enables optimum resource management. The methodology of the analysis is presented through the example of quality measurement in the PE Post of Serbia.*

Keywords: *postal flows, non-stationarity coefficient, quality of service, resource optimization.*

ANNEX TO THE METHODOLOGY OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE QUALITY REGARDING THE POSTAL ITEMS TRANSFER

Vladeta Petrović, Milan Čeperković, Biljana Stojanović-Višić