

Kratkoročno prognoziranje obima ekspres usluga primenom holt-winters metode

DARKO P. DRAŠKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

VALENTINA DŽ. RADOJIČIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

MOMČILO J. DOBRODOLAC, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

Originalni naučni rad

UDC: 656.834.3

DOI: 10.5937/tehnika1905697D

Uspeh poslovanja na poštanskom tržištu zavisi od velikog broja faktora i odvija se pod različitim uticajima na lokalnom i globalnom nivou. U ovom radu analizira se tržište ekspres usluga koje čini značajan segment poštanskog tržišta. Akcenat je stavljen na prognoziranje obima poslovanja ove usluge, kao ulazne veličine procesa planiranja resursa poštanske mreže. Pouzdana prognoza daje odgovor na potrebe za budućim kapacitetima i predstavlja ulazne podatke za kreiranje planova, što je za poslovanje kako poštanskih sistema, tako i za kurirske službe od izuzetnog značaja. Sam proces planiranja poslovanja u poštanskom sektoru podrazumeva veliki broj odluka tehničkog i komercijalnog tipa. Odluke se uglavnom baziraju na poznavanju broja trenutnih i potencijalnih korisnika, odnosno na poznavanju buduće tražnje za poštanskim uslugama. U ovom radu sprovedeno je prognoziranje obima ekspres usluga u međunarodnom saobraćaju u Srbiji, primenom multiplikativnog Holt-Winters modela. Sprovedeno je poređenje dobijenih rezultata sa Metodom pokretnih sredina.

Ključne reči: planiranje, prognoziranje, Holt-Winters model, sezonske varijacije, trend, vremenske serije

1. UVOD

Vodeće kompanije širom sveta shvataju važnost prognoziranja i pravovremenog planiranja i optimizacije proizvodnje, primenjujući integrisana procesna rešenja bazirana na adekvatnim modelima prognoziranja i optimizacionim rešenjima [1]. Planiranjem, organizacija bira ciljeve i načine postizanja istih, a kao deo planiranja, prognoza tražnje igra veoma važnu ulogu. Kroz adekvatno sproveden proces prognoziranja, organizacijama se nudi mogućnost da se prilagode promenama pre nego što se one zaista dogode, umesto da se suočavaju sa promenama za koje se nisu pripremili [2].

Prognoziranje vrednosti različitih promenljivih veličina predstavljaju ulazne veličine za proces planiranja i donošenje odluka o organizaciji proizvodnje, transporta, organizaciji osoblja i dr. Prognoza predsta-

vlja predviđanje ponašanja različitih razvojnih promenljivih u budućem periodu, sa određenim stepenom nezvesnosti događaja.

Prognoze bi trebalo da budu sastavni deo donošenja odluka menadžmenta, pošto mogu igrati važnu ulogu u poslovanju kompanije. Savremene organizacije zahtevaju kratkoročne, srednjoročne i dugoročne prognoze, u zavisnosti od specifične primene.

Prognoziranje je proces na osnovu koga se kompanije pripremaju za budućnost tj. predstavlja predviđanje budućeg izlaza različitih posmatranih pojava. Predviđanje može obuhvatati budućnost poslovanja u celini, budućnost postojeće ili predložene linije proizvoda/usluga, ili budućnost privredne grane u kojoj se nalazi kompanija i dr. [3]

Postoje brojne metode pogodne za prognoziranje u poštanskom sektoru, kao što su: ARMA (autoregressive moving average), ARIMA (autoregressive integrated moving average), eksponencijalno izgladivanje, pokretne sredine itd. [4].

Primena različitih modela prognoziranja ima najveći značaj u donošenju poslovnih odluka i sticanju konkurentne prednosti [2].

Adresa autora: Darko Drašković, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305
e-mail: drdd.93@gmail.com

Rad primljen: 22.09.2019.

Rad prihvaćen: 03.10.2019.

Na osnovu procesa prognoziranja kompanija može dobiti odgovore o profitu, kao i tražnji za određenim proizvodima i uslugama, koliko će koštati njihova proizvodnja, kao i šta kompanija mora pozajmiti od novčanih sredstava. Takođe, kompanija će dobiti odgovor na pitanje „Kako da se pripremi za budućnost?“, kao i „Kako da ostvari viziju i misiju kompanije?“ [3].

Brzi razvoj teorije o analizi vremenskih serija i njihova praktična primena počela je u drugoj polovini dvadesetog veka. Danas postoje različiti teorijski pristupi analizi vremenskih serija, a podsticaj njihovom razvoju leži u stvarnim problemima koji zahtevaju rešavanje. Glavni ciljevi analize vremenskih serija su razvojni modeli, koji će opisati zakonitosti posmatranja vremenskih serija i prognozirati buduće stanje događaja, zasnovano na poznatom stanju u sadašnjosti i prošlosti. Proces prognoziranja započinje definisanjem osnovnih ciljeva prognoze i prikupljanjem statističkih podataka iz prethodnog perioda na osnovu kojih se formuliše i ocenjuje odabrani model, koji se potom koristi za predviđanje budućih vrednosti vremenske serije [5].

U ovom radu predložen je Holt-Winters model za prognoziranje obima Ekspres usluga u međunarodnom poštanskom saobraćaju za naredne četiri godine. Primenjen je multiplikativni oblik Holt-Winters modela za vremensku seriju kvartalnih podataka od 2014. do 2018. godine. Ovaj model odabran je zbog izuzetnih mogućnosti modeliranja trenda i sezonskih varijacija koje su kod ove usluge veoma izraženi. Izvršeno je poređenje sa modelom 12-to mesečnih pokretnih sredina.

Post express usluga u međunarodnom saobraćaju kod javnog poštanskog operatora u Srbiji uvedena je oktobra 2003. godine i od tada predstavlja važnu visokoprofesionalnu uslugu Pošte Srbije. Post express usluga je dva puta za redom dobitnik međunarodne nagrade „Best Buy Award“ za najbolji odnos cene i kvaliteta po mišljenju potrošača što pokazuje veliku afirmaciju ove usluge.

U radu je izvršeno prognoziranje obima ekspres usluga u Srbiji primenom dve metode: Holt-Winters metode kao i poređenje sa metodom pokretnih sredina. Rad je podeljen u 6 celina.

Nakon uvodnog dela dat je pregled literature mogućih primena Holt-Winters metode za različite probleme u prognoziranju. U trećem delu data je teorijska postavka aditivnog i multiplikativnog Holt-Winters modela. U četvrtom delu rada prikazani su statistički podaci broja ekspres pošiljaka i dobijeni rezultati prognoziranja primenom Holt Winters i metode pokretnih sredina. U narednom delu rada izvršena je komparativna analiza dobijenih rezultata. Na kraju su data zaključna razmatranja.

2. PREGLED LITERATURE

Pregled literature obuhvata radove koji opisuju primenu Holt-Winters metode u različitim industrijskim granama i raznim oblastima, kao i poređenja drugih metoda sa Holt-Winters metodom, kao i zaključke brojnih autora o mogućim poboljšanjima metode. Takođe, pregledom literature može se doći do važnih zaključaka o Holt-Winters metodi, kao i mogućnostima primene za različite probleme u praksi.

Trenutno postoji preko 70 različitih modela među linearnim i nelinearnim metodama za kvantitativno prognoziranje tražnje [6]. Holt-Wintersova metoda pretežno je korišćena kod raznih istraživača za pitanja oko problema prognoziranja nivoa prodaje, zaliha, za poslovanje u maloprodajnim preduzećima sa prehrambenim proizvodima, procene kretanja troškova tražnje u raznim industrijama, kao i u zdravstvu [6] [7] [8].

U radu [9] primenjena je Holt-Winters metoda u vodovodnim preduzećima za strateško upravljanje kroz pitanje predviđanja potrošnje vode. Autori su opravdali primenu Holt-Winters metode kao pogodnog modela kratkoročne tražnje za vodom. Takođe, zaključuje se da je potrebno dalje istraživanje kako bi se poboljšao učinak predviđanja u dugoročnom periodu. U radu [4] autori analiziraju radno opterećenje volonterske mreže korišćenjem Holt-Winters metode sa sezonalnošću. Analizira se trend i sezonsko opterećenje mreže. Autori su zaključili da se prognoza radnog opterećenja može poboljšati variranjem parametara izgladivanja (α, β, γ) u zavisnosti od dostupnog originalnog skupa podataka i oblika Holt-Winters modela. U radu [10] autori rada predviđanje maksimalne i minimalne temperature koristeći Holt-Winters metodu. Autori sugerišu da je Holt-Winters metoda pogodna za predviđanje meteorološkog procesa kao što su vremenske serije temperature. U radu [11] autori predviđaju softverske kvarove i poredbe dva odabrana modela, Holt-Winters i ARIMA regresioni model. Iznose se zapažanja da Holt-Winters metoda ima bolje performanse. Takođe, označava se Holt-Wintersov model kao najpogodniji za kratkoročno predviđanje. Takođe, isto poređenje koristi se u radu [6], gde autori razmatraju poređenje tražnje u maloprodaji hrane i dolaze do istog zaključka o boljim performansama Holt-Winters metode. Zaključuje se da je Holt-Winters model jednostavan, može da obezbedi tačne rezultate prognoziranja kao i modeli sa znatno složenijim tehnikama. Navode i da je ovaj metod popularan, jednostavan za upotrebu i generalno dobro funkcioniše u praktičnim primenama. U radu [12] prikazana je primena Holt-Winters metode za prognoziranje IP/TCP saobraćaja. Istaknute su pogodnosti ove metode kod modeliranja vremenske serije sa sezonskim i drugim varijacijama.

Predviđanje vremena tražnje koje je predstavljeno u radu [1], veoma je bitno za planiranje proizvodnje kako bi se na vreme zadovoljile potrebe kupaca u industriji proizvodnje hrane. Autori pored model analize trenda, dekompozicije i Holt-Wintersovog modela za predviđanje vremenskih serija u proizvodnji džema i voćnih sokova. Za planiranje tražnje autori navode dva modela, Holt-Winters i model dekompozicije. Takođe, potvrđuje se da model, koji može dati napreciznije rezultate prognoziranja uporedive sa rezultatima složenih tehnika, je Holt-Winters.

Primena Holt-Winters metode može se naći i u zdravstvu. Odluke o kupovini i pružanju zdravstvenih usluga zavise upravo od sposobnosti da se analiziraju različiti podaci i predvide buduća opažanja.

U radu [13] potvrđuje se da Holt-Winters metoda može da prilagodi promene na tržištu trendu statističkih podataka. Na primer, ako zahtevi prodaje automobila usporavaju godinu dana, a sledeće godine prodaja automobila raste, ova metoda će prilagoditi sve te promene, ažuriranjem procene parametara čim bi se zabeležila nova vrednost prodaje.

Iz pregledane literature može se doći do zaključka da je metoda Holt-Winters, metoda ravnjanja vremenske serije sa sezonalnošću koja se koristi za prognoziranje budućih trendova. Kompanije i preduzeća koriste ovu metodu najčešće za izradu kratkoročnih prognoza, i to uglavnom na području prognoziranja tražnje i prodaje. Uglavnom se koristi kada postoje statistički podaci sa trendom i sezonskim varijacijama. Metoda je pogodna za primenu, jer je jednostavna i pouzdana. Poboljšanjem ove metode proširiće se i uslovi u kojima se ova metoda može primenjivati u budućnosti.

3. PRIMENA HOLT-WINTERS METODE I METODE POKRETNIH SREDINA NA PROGNOZIRANJE EKSPRES POŠILJAKA

Holt-Winters model prikladan je za prognoziranje vremenskih serija gde se pretpostavlja da postoji trend i sezonska varijacija, koji se menjaju tokom vremena [13]. Holt-Winters metoda je kratkoročna metoda predviđanja [4] [14]. Ona koristi originalne podatke sa trendom i sezonskim obrascem. Ova metoda predstavlja proširenje eksponencijalne metode izgladivanja, u koju grupu metoda i sama spada.

Najjednostavniji specijalni slučaj metoda eksponencijalnog ravnjanja je upravo jednostavna eksponencijalna metoda ravnjanja kada imamo seriju bez sistemskog trenda i sezonskih komponenata. U slučajevima kada imamo linearan trend, a ne postoji nikakav sezonski obrazac, primenjuje se Holtova eksponencijalna metoda ravnjanja sa korekcijom trenda. Treći slučaj je kada postoji i trend i sezonska komponenta. U ovom radu opisane su dve osnovne Holt-Winters metode:

- Aditivna Holt-Winters metoda: koristi se za vremenske serije sa konstantnim (aditivnim) sezonskim varijacijama i može se opisati pomoću sledećih formula:

Nivo :

$$L_t = \alpha(x_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

Trend (Nagib):

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2)$$

Sezonski efekat:

$$S_t = \gamma(x_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad (3)$$

Jednačina prognoziranja:

$$F_{t+1} = L_t + b_t + S_{t+1-s}$$

za

$$t = s + 1, s + 2, \dots \quad (4)$$

gde su:

s - broj meseci ili kvartala,

L_t - nivo serije u trenutku t ,

b_t - trend u trenutku t ,

S_t - sezonska komponenta u trenutku t ,

x_t - opservacija u trenutku t ,

S_{t-s} - sezonska komponenta ocenjena za prethodni period,

F_{t+1} - prognoza za jedan period unapred,

$\alpha, \beta, \gamma \in [0,1]$ – parametri izgladivanja.

- Multiplikativna Holt-Winters metoda - koristi se za vremenske serije sa rastućim (multiplikativnim) sezonskim varijacijama. Iz tog razloga, ova metoda je odabrana za primenu u ovom radu. Bazirana je na tri jednačine izgladivanja; prvom se izgladuje nivo pojave, drugom trend komponenta a trećom sezonska komponenta.

Holt-Winters model se može predstaviti sledećim formulama:

Nivo:

$$L_t = \alpha \frac{x_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5)$$

Trend (Nagib):

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (6)$$

Sezonski efekat:

$$S_t = \chi \frac{x_t}{L_t} + (1 - \chi)S_{t-s} \quad (7)$$

Jednačina prognoziranja:

$$F_{(t+m)} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (8)$$

gde su:

- s – broj meseci ili kvartala,
 L_t – nivo serije,
 b_t – trend,
 S_t – sezonska komponenta i
 $F_{(t+m)}$ – prognoza za m perioda unapred,
 m – broj perioda za koji se radi prognoza i
 $\alpha, \beta, \gamma \in [0,1]$ – parametri izgladavanja.

Izbor konstanti u Holt-Winters modelu zahteva posebnu pažnju. Problem ovog modela je u određivanju vrednosti za tri konstante izgladavanja koje daju najmanju prosečnu sumu kvadrata odstupanja. Svaka od njih može uzeti vrednosti od 0 do 1, tako da je za iznalaženje optimalnih vrednosti neophodna primena računara.

Moguć je i drugačiji pristup, zadavanje veoma niskih početnih vrednosti za konstante izgladavanja (od 0,1 do 0,2). Prognostički sistem u tom slučaju reaguje sporo, ali stabilno na promene u komponentama. Glavni nedostatak Holt-Winters-ovog modela je nemogućnost određivanja intervala poverenja prognoziranih vrednosti.

Sve tri komponente je moguće proceniti na osnovu vremenskih serija, koristeći jedan od statističkih kriterijuma. Kao kriterijum uglavnom se koristi srednja kvadratna greška procene. Postoje dve popularne mere za određivanje tačnosti prognoze, predstavljene jednačinama (9) i (10) respektivno: srednja apsolutna devijacija (Mean absolute deviation - MAD) i srednja kvadratna vrednost (Root Mean Square Error - RMSE) koje su primenjene u ovom radu. Pomoću njih i excel solvera dobijene su komponente α, β i γ .

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |\hat{X}_t - X_t|}{N} \quad (9)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (\hat{X}_t - X_t)^2}{N}} \quad (10)$$

gde su:

- N – broj ciklusa,
 X_t – greška ocenjene serije i
 \hat{X}_t – greška izravnanje serije.

Nakon odabira komponenti α, β i γ , sledeći korak je izračunavanje komponenti, na osnovu podataka iz vremenskih serija. Kao još jedna metoda koja je veoma pogodna za kratkoročno prognoziranje i kada je primetan sezonski uticaj i kada se zahteva visoka preciznost u prognoziranim podacima, predlaže se Metoda pokretnih sredina [15].

Predviđeni broj pošiljaka po pojedinim mesecima dobija se množenjem odgovarajuće trend vrednosti sa odgovarajućim vrednostima sezonskih indeksa i deljenjem sa 100. U ovim prognoziranim vrednostima obuhvaćen je uticaj trenda i sezonski uticaj.

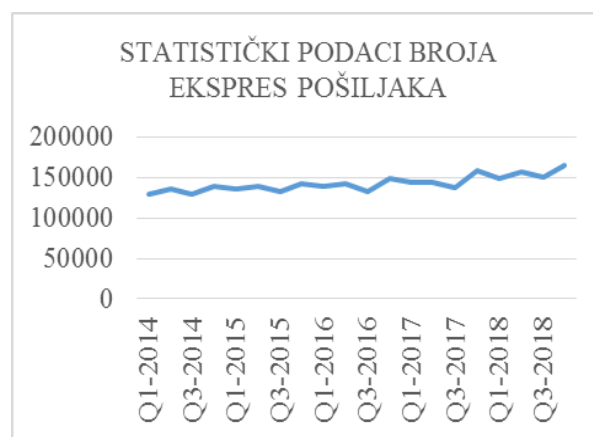
4. NUMERIČKI PRIMER ILI STUDIJA SLUČAJA

U tabeli 1 dat je prikaz statističkih podataka ekspres usluga u međunarodnom poštanskom saobraćaju u Srbiji po kvartalima, od 2014. do 2018. godine. Podaci u prvoj koloni predstavljaju kvartal i godinu za koju su prikupljeni. Podaci u drugoj koloni predstavljaju obim ekspres pošiljaka na kvartalnom nivou.

Tabela 1. Pregled ulaznih podataka po kvartalima

Kvartal i godina	Broj ekspres pošiljaka
Prvi kvartal/2014	130200
Drugi kvartal/2014	135340
Treći kvartal/2014	130123
Četvrti kvartal/2014	140000
Prvi kvartal/2015	135620
Drugi kvartal/2015	138670
Treći kvartal/2015	132000
Četvrti kvartal/2015	143333
Prvi kvartal/2016	140000
Drugi kvartal/2016	142109
Treći kvartal/2016	133000
Četvrti kvartal/2016	148400
Prvi kvartal/2017	144239
Drugi kvartal/2017	144895
Treći kvartal/2017	138000
Četvrti kvartal/2017	158974
Prvi kvartal/2018	149793
Drugi kvartal/2018	156550
Treći kvartal/2018	149900
Četvrti kvartal/2018	165846

Na slici 1 dat je grafički prikaz prikupljenih statističkih podataka.

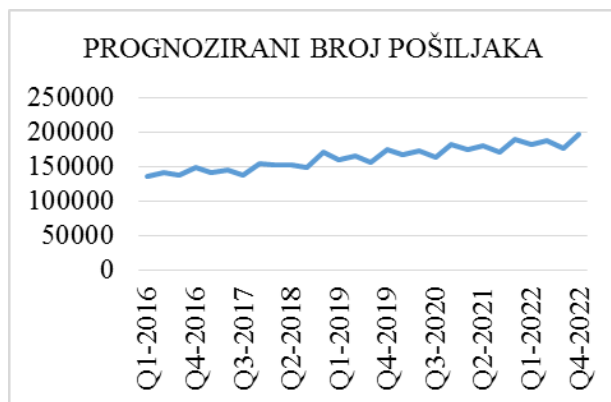


Slika 1 - Broj ekspres pošiljaka po kvartalima

Analizom prikupljenih podataka uočava se da pored permanentnih oscilacija iz meseca u mesec, iz kvartala u kvartal, broj ekspres pošiljaka raste iz godine u godinu. Pored toga, primetan je pad broja ekspres pošiljaka uvek u periodima između drugog i

trećeg kvartala, a najveća tražnja za ekspres uslugom javlja se u periodima novogodišnjih praznika u decembru.

Na osnovu jednačine (8), za $m=4$ kvartala i parametre izglađavanja: α, β, γ (0.55, 0.48, 0.90) sproveden je postupak prognoziranja ekspres usluga. Na slici 2. dat je grafički prikaz statističkih podataka kao i prognoziranih obima ekspres pošiljaka zaključno sa četvrtim kvartalom 2022. godine, dobijenih Holt – Winters metodom.



Slika 2 - Prognozirani obim ekspres pošiljaka dobijen metodom Holt – Winters

Takođe u radu pre izračunavanja srednje kvartalne vrednosti, RMSE (4275.4), izračunata je greška pri prognoziranju Holt-Winters metode i predstavljena na grafikonu na slici 3 koja pokazuje u kojem opsegu se pojavljuje greška pri prognoziranju u odnosu na statističke podatke.



Slika 3 - Greška pri prognoziranju kod metode Holt-Winters

Pažljiva analiza poslovanja ekspres usluge u proteklom i budućem periodu treba da posluži kao osnova za donošenje pravovremenih aktivnosti kako bi se zadržali postojeći korisnici i pridobili novi korisnici usluge. Primena dinamične tarifne politike u periodima smanjenog obima poslovanja, bi mogla da bude rešenje za pad broja pošiljaka između drugog i trećeg kvartala

u godini. Takođe, reorganizacija voznog parka i optimizacija operatera u pozivnim centrima mogu doprineti poboljšanju kvaliteta usluge krajnjim korisnicima.

Tabela 2. Broj ekspres pošiljaka po mesecima

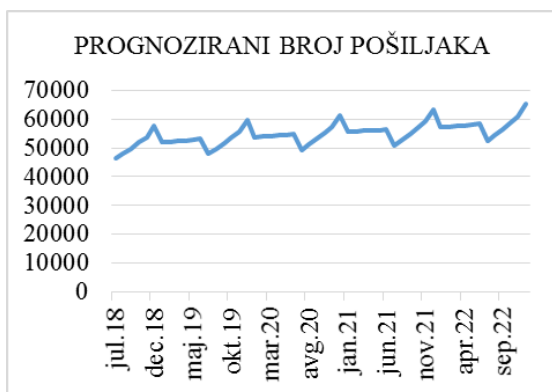
Mesec i godina	Broj ekspres pošiljaka
Jun-15	45000
Jul-15	42000
Aug-15	44000
Sep-15	46000
Oct-15	46200
Nov-15	47000
Dec-15	50133
Jan-16	46500
Feb-16	46600
Mar-16	46900
Apr-16	47000
May-16	47200
Jun-16	47909
Jul-16	43000
Aug-16	44500
Sep-16	45500
Oct-16	46000
Nov-16	48000
Dec-16	54400
Jan-17	48000
Feb-17	48100
Mar-17	48139
Apr-17	48200
May-17	48250
Jun-17	48445
Jul-17	44000
Aug-17	46000
Sep-17	48000
Oct-17	51500
Nov-17	53200
Dec-17	54274
Jan-18	48000
Feb-18	50000
Mar-18	51793
Apr-18	52000
May-18	54000
Jun-18	59846

U tabeli 2 dati su statistički podaci prikupljeni za primenu 12-to mesečnih pokretnih sredina, na celokupnom ekspresnom poštanskom tržištu u Republici Srbiji. Obuhvataju period od juna 2015. godine do juna 2018. godine. Prikupljeni su u mesečnim intervalima i

prikazuju tražnju za poštanskim uslugama u međunarodnom saobraćaju.

Na osnovu prikupljenih statističkih podataka o broju ekspresnih pošiljaka jasno se mogu uočiti kolebanja veličina u toku vremena, odnosno sezonski uticaj koji umnogome određuje broj ekspres pošiljaka. Primenom metode dvanaesto-mesečnih pokretnih sredina [15], moguće je utvrditi osnovni pravac razvoja posmatrane pojave, kao i sezonski uticaj po mesecima.

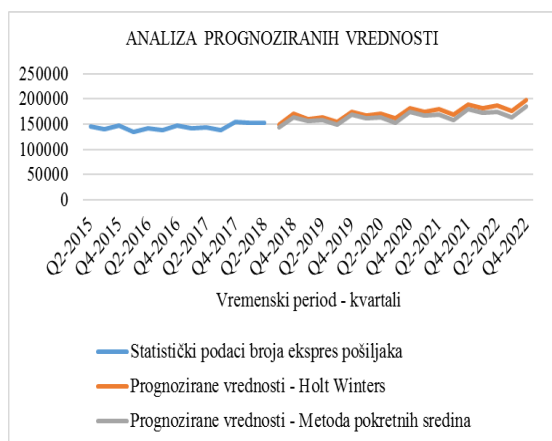
Na slici 4 dat je grafički prikaz prognoziranog obima ekspres pošiljaka dobijen metodom pokretnih sredina.



Slika 4 - Prognozirani obim ekspres pošiljaka dobijen metodom pokretnih sredina

5. UPOREDNI PRIKAZ REZULTATA

Na slici 5 dat je uporedni grafički prikaz prognoziranog obima ekspres pošiljaka za period od trećeg kvartala 2018. do četvrtog kvartala 2022. godine. Prognozirane vrednosti su određene primenom Holt-Winters metode i metode pokretnih sredina.



Slika 5 - Uporedni prikaz prognoziranih vrednosti ekspres usluga dobijenih metodom pokretnih sredina i Holt-Winters metodom

Grafički prikaz uporednih rezultata metode pokretnih sredina i Holt-Winters metode, ukazuje da će budući obim ekspres usluga beležiti rast u periodu za koji je prognoza sprovedena.

Obe metode daju gotovo identične rezultate za period od narednih godinu dana, nakon čega Holt-Winters metoda predviđa malo brži rast tražnje.

6. ZAKLJUČAK

Usluga ekspres prenosa je eksponencijalnim razvojem elektronske trgovine postala značajan deo nacionalne ekonomije. Poslednjih godina tražnja za ekspres uslugama u Republici Srbiji iz godine u godinu raste i za posledicu ima razvoj novih usluga. Šire posmatrano, ekspres prenos pošiljaka predstavlja veoma važnu delatnost za svaku državu jer doprinosi razvoju ostalih sektora privrede. Stoga postoji interes, ne samo za poštansku organizaciju i poštanske operatore, već i za državu u celini, da analizira tržišna kretanja u ovoj oblasti. Prognoziranje stanja na tržištu poštanskih usluga od interesa je i za Regulatornu agenciju za elektronske komunikacije i poštanske usluge – RA-TEL. Na osnovu dobijenih prognoza, može se analizirati obim ekspres pošiljaka javnog poštanskog operatora u Srbiji, a ista metodologija primeniti i na ostale poštanske operatore.

Na osnovu adekvatno sprovedenog procesa prognoziranja, može se uticati na efikasniji tehnološki proces, a mogu se izvući i zaključci u smislu kvaliteta usluge. Takođe, prognoziranje doprinosi donošenju pravovremenih odluka u smislu ispunjenja zahteva i očekivanja korisnika, planiranju i obezbeđivanju neophodnih kapaciteta, kao i obezbeđenju potrebnog broja stručnih kadrova.

Pouzdana kratkoročna prognoza tražnje ekspres prenosa pošiljaka u Srbiji može biti važna donosiocima odluka kao neophodna ulazna veličina za planiranje resursa mreže. U ovom radu predstavljene se dve metode prognoziranja kao naročito pogodne za primenu u poštanskom sektoru. Odabrane su iz razloga što je na poštanskom tržištu pored trenda, sezonalnost izuzetno izražena. Rezultati rada opravdavaju primenu obe metode, uz konstataciju da je Holt-Winters metoda neznatno pouzdanija i jednostavnija za upotrebu.

Uvođenje novih politika, adekvatno prognoziranje i planiranje značajno može ubrzati razvoj kompanija za ekspres prenos pošiljaka, poboljšati konkurentnost preduzeća, a tržište učiniti vitalnijim.

LITERATURA

- [1] Tirkeş G, Güray C, Çelebi N. Demand forecasting: A comparison between the Holt-Winters, trend analysis and decomposition models, *Tehnicki Vjesnik*, Vol. 24, No. 2, pp.503-509, 2017
- [2] Milutinović J, Radojičić V. The importance of forecasting in the process of developing a new postal service, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, Vol. 6, No.4, pp. 474-494, 2016

- [3] Nebojša Bojović, *Stohasticki modeli prognoziranja*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni Fakultet, 2016
- [4] Rubab S, Hassan M, Mahmood A, Shah S. *Forecasting volunteer grid workload using Holt-Winters' method*, International symposium on technology management and emerging technologies, Langkawi, Kedah, Malaysia, pp. 422-426, 2015
- [5] Lepojević V, Pešić M, Forecasting electricity consumption by using Holt-Winters and seasonal regression models, *Facta Universitatis*, Vol. 8, No 4, pp. 421-431, 2011
- [6] Veiga C, Catapan A, Tortato U, Silva W, Demand forecasting in food retail: a comparison between the Holt -Winters and ARIMA models, *WSEAS transactions on business and economics*, Vol 11, pp. 608-614, 2014.
- [7] Salkić S, Dedić S, Procena kretanja troškova termoelektrskog objekta Holt-Wintersovim modelom eksponencijalnog izgladivanja i naivnim modelom, *Časopis za ekonomiju i biznis*, No 15, pp. 58-71, 2010.
- [8] Holt-Winters Forecasting. A Study of Practical Applications for Healthcare Managers [Internet], [citirano 20.08.2019], Dostupno na: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a473648.pdf>
- [9] Kozłowski E, Mazurkiewicz D, Kowalska B, Kowalski D, Application of Holt-Winters method in water consumption prediction, Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, *Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją*, pp.627-634, 2018
- [10] Gundalia. M, Dholakia M, Prediction of maximum/minimum temperatures using Holt Winters method with Excel Spread Sheet for Junagadh Region, *International journal of engineering research & technology*, Vol 1, No 6 pp. 1-8, 2012
- [11] Yakovyna V, Bachkai O, The Comparison of Holt – Winters and Box – Jenkins Methods for Software Failures Prediction, in CEUR Workshop Proceedings, Vol 2136, [Internet], [citirano 20.08.2019], Dostupno na: <http://ceur-ws.org/Vol-2136/10000090.pdf>
- [12] Paulo Cortez, Miguel Rio, Pedro Sousa and Miguel Rocha. Forecasting Internet Traffic by Neural Networks Under Univariate and Multivariate Strategies, *Expert systems*, Vol. 29, No. 2, pp.143-155, 2012
- [13] Exponential Smoothing Methods. [Internet], [citirano 20.08.2019], Dostupno na: <http://personal.cb.cityu.edu.hk/msawan/teaching/ms6215/Exponential%20Smoothing%20Methods.pdf>
- [14] Holt Winters. [Internet], [citirano 20.08.2019], Dostupno na: <http://www.matf.bg.ac.rs/p/files/1508-839531-69-HoltWinters.pdf>
- [15] Radojičić V, Bakmaz B, *Primena kvantitativnih metoda prognoziranja u telekomunikacijama*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010

SUMMARY

SHORT-TERM FORECASTING OF EXPRESS SERVICE VOLUME USING HOLT WINTERS MODEL

The success of the postal business depends on the large number of factors and takes place under different influences on the local and global level. This paper focuses on the express market as a very significant segment of the Postal market. The accent was placed on forecasting the scope of operations of this service, as the input size of the planning process for the postal network resources. Reliable forecast responds to the needs for future capabilities and presents input data for creating plans, which is of great importance for mail business. The planning process of the postal system implies a large number of technical and commercial type decisions. The decisions are mainly based on knowledge of the number of current and potential users, in other words, on knowledge future demand for postal services. In this paper, the multiplicative Holt-Winters model is used to forecast the express services in international traffic in Serbia. A comparison of the obtained results with the Method of Moving Averages was conducted.

Key words: *planning, forecasting, Holt-Winters model, seasonal variations, trend, time*