

# MODELI IZGLAĐIVANJA U FUNKCIJI PREDVIĐANJA UPOTREBE H2 BLOKATORA

## SMOOTHING MODELS IN FUNCTION OF PREDICTING THE USE OF H2 RECEPTOR ANTAGONIST

Samir Mukinović

### SAŽETAK

Visoko učešće u ukupnim izdacima za lijekove sa liste esencijalnih lijekova imaju lijekovi za liječenje bolesti probavnog sistema i metabolizma, u koje spada lijek ranitidin, u obliku tableta jačine 300 mg i pakovanju od 20 tableta. Učešće pomenute skupine lijekova iznosi oko 30 %. Potrošnja lijekova tokom vremena ima obilježja pojave sa trendom. Prognoza upotrebe lijekova iz ove skupine je bitna za donošenje odluka na makro i mikro razini. Predmet rada je primjena modela izgladivanja u svrhu prognoze upotrebe lijekova čija upotreba tokom vremena sadrži trend. Analiza ima za cilj izbor prikladnog modela izgladivanja za pojave sa linearnim trendom. Osnovna hipoteza rada je da su Holtov i Brownov modele podjedanko precizni u prognozi upotrebe H2 blokatora, lijekova u okviru grupe A02.

**Ključne riječi:** jednostavno eksponencijalno izgladivanje, dvostruko eksponencijalno izgladivanje, Holtov model eksponencijalnog izgladivanja, Brownov model eksponencijalnog izgladivanja, MAPE – prosječna postotna apsolutna pogreška.

**Key words:** single exponential smoothing, double exponential smoothing, Holt's models exponential smoothing, Brown's models exponential smoothing, MAPE - mean absolute percentage error.

### ABSTRACT

High proportion of total expenditure on medicines from the list of essential drugs are medications for the treatment of diseases of the digestive system and metabolism, which includes drug ranitidine in tablets dosage 300 mg pack of 20 tablets. Participation of the aforementioned group of drugs is about 30%. Consumption of drugs over time has the characteristics of phenomena with the trend. Forecast use of drugs in this group is important for decision making at the macro and micro level. The subject of the application model smoothing to forecast the use of drugs whose use over time contains trend. The analysis aims to select appropriate models for smoothing the appearance of the linear trend. The basic assumption is that Holt's and Brown's models are in equal precision in forecasting the use of H2 blockers, drugs within the group A02.

### UVOD

Lijekovi iz skupine H2 blokatora označavaju lijekove grupisane na drugom nivou klasifikacije iz skupine A lijekova. U okviru skupine A lijekove nalaze se lijekovi za liječenje bolesti probavnog sistema i metabolizma. Šta je ustvari ATC klasifikacija?

Anatomsko – terapijsko – hemijska klasifikacija (ATC) je međunarodno prihvaćeni klasifikacioni sistem za medicinske proizvode, koji propisuje Svjetska zdravstvena organizacija (WHO). Svakom nezaštićenom imenu lijeka (ili kombinaciji lijekovitih supstanci) odovara šifra od sedam

alfanumeričkih karaktera razvrstanih u 5 nivoa klasifikacije.

Za ATC klasifikaciju je zadužen Kolaborativni centar WHO za metodologiju statistike lijekova, čije je sjedište u Norveškom institutu za javno zdravlje u Oslu. Gdje god je moguće, koriste se međunarodna nezaštićena imena. ATC oznaka svih novih lijekova se revidira nakon 3 godine, a može doći i do revizije šifre lijekova koji su i duže u upotrebi.

Praćenje potrošnje lijekova je od izuzetne važnosti za mikro i makro razinu. Na mikro razini posebno moramo istaći javne zdravstvene ustanove, gradove, kantone, županije, apoteke, dok se na makro razini pojavljuju državne organi i agencije koji prate potrošnju lijekova na nacionalnoj razini. Praćenje upotrebe, odnosno potrošnje lijekova ima za svrhu postizanje nekoliko ciljeva:

Racionalna farmakoterapija, koja podrazumjeva upotrebu pravog lijeka u pravoj dozi, za pravog pacijenta tokom potrebnog vremenskog perioda uz minimalne troškove za društvo i pojedinca.

Utvrđivanje uzroka potrošnje lijekova

Usporedba potrošnje lijekova između ustanova, regija i između država

Poduzimanje potrebnih mjera i aktivnosti u slučaju neracionalne potrošnje lijekova.

Na području Tuzlanskog kantona, prema izvještaju Zavoda zdravstvenog osiguranja Tuzlanskog kantona (ZZO TK) ukupna potrošnja lijekova na teret zavoda iznosila je 37.862.295 KM. U okviru ukupne potrošnje lijekova relativno učešće lijekova grupe A iznosi 27,33 %.

## **METODOLOGIJA I CILJ ISTRAŽIVANJA**

Istraživanje je usmjereno na utvrđivanje efikasnosti upotrebe jednostavnih prognostičkih postupaka u predviđanju upotrebe lijekova na drugom nivou klasifikacije A02-Antacidi i lijekovi za liječenje ulkusne bolesti. Budući da upotreba lijekova izražava kontinuiranu

tendenciju rasta, cilj je analizirati efikasnost primjene modela eksponencijalnog izgladivanja: jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja i dvostrukog eksponencijalnog izgladivanja.

Kao što smo istakli, praćenje potrošnje lijekova u cjelini, a naročito lijekova sa esencijalne liste lijekova čija se potrošnja najvećim dijelom finansira sredstvima doprinosa za zdravstveno osiguranje, od velike važnosti je za subjekte na mikro i makro razini. Shodno predmetu i cilju istraživanja osnovna istraživačka hipoteza glasi: Modeli eksponencijalnog izgladivanja za pojave sa linearnim trendom, Holtov i Brownov, podjednako su precizni u prognozi upotrebe H2 blokatora, lijekova u okviru grupe A02.

Analiza podataka se zasniva na analizi vremenskog niza o potrošnji lijekova, prikupljenim kod Zavoda zdravstvenog osiguranja Tuzlanskog kantona. Podaci se odnose na vremenski period od 01.01.2011. do 01.07.2012. godine. Dakle, analizom je obihvaćeno 18 mjesečnih frekvencija. Obzirom na predmet, cilj i hipotezu istraživanja metodologija istraživanja je bazirana na primjeni regresijske analize, dinamičke analize, i jednostavnim prognostičkim postupcima. Za ocjenu efikasnosti analiziranih prognostičkih postupaka korištene su mjere uspješnosti.

Značaj istraživanja u teorijskom smislu ogleda se u tome što daje osnovu za pravilan izbor i primjenu prognostičkih modela za vremenske serije koje sadrže linearni trenda. U empirijskom smislu doprinos istraživanja se odnosi na izgradnju modela za prognoziranje potrošnje lijeka nezaštićenog naziva ranitidin, u obliku tableta, jačine 300 mg koji pripadi podgrupi H2 blokatora.

## **PROGNOSTIČKE METODE I MODELI**

Brojne su situacije u kojima je predviđanje nužno u cilju donošenja odluka. Postoje

dvije glavne grupe prognostičkih metoda: kvalitativne i kvantitativne [Dumičić, K., Bahovec, V., 2012., 398]. Kod kvalitativnih prognostičkih metoda procjena budućih stanja, kao i procjena buće razine posmatrane pojave predstavlja rezultat rada stručnjaka. Koristi se u situacijama kada nemamo dovoljno podataka o realizaciji posmatrane pojave u prošlosti i uslučaju kada uopšte neraspoložemo podacima.

Za razliku od kvalitativnih metoda, kvantitativne metode koriste empirijske podatke i prognostičke modele. Razlikujemo nekoliko prognostičkih modela, među kojima se najčešće upotrebljavaju:

modeli izgladivanja (engl. smoothing modles).

modeli vremenskih serija (engl. general time series models), i

regresijski modeli (engl. regression modles)

### MODELI EKSPONENCIJALNOG IZGLADIVANJA

Modeli eksponencijalnog izgladivanja mogu biti jednostruki i dvostruki. Izgladivanje vrijednosti vremenskog niza se vrši ponderisanjem članova niza nejednakim ponderima (konstantama). Ponderi predstavljaju eksponencijalno opadajući niz. Osnovna razlika između modela eksponencijalnog izgladivanja i metode pomičnih prosjeka je u tome što metoda pomičnih prosjeka daje jedanke pondere svim analiziranim podacima. Kod modela eksponencijalnog izgladivanja vrijednost vremenskog niza, hronološki uređenog, koja je najbliža tekućem trenutku vremena ima najveći ponder. Što je vrijednost vremenskog niza udaljenija od trenutka prognoziranja to je vrijednost pondera manja, i obrnuto.

### MODELI EKSPONENCIJALNOG IZGLADIVANJA ZA POJAVE SA TENDOM

Veom često vremenske pojave sadrže trend. Prema tome mnoge procedure eksponencijalnog izgladivanja zasnivaju se na proširenju jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja. Jedna od takvih procedura je Holtova procedura koja dopušta postojanje trendovskog ponašanja. Navedeni model se u literature često naziva Holtov dvoparametarski model linearnog eksponencijalnog izgladivanja (engl. single exponential smoothing with linear trend, SEST) [Čižmešija, M., Sorić, P., 2012., 95]. Prognostičke vrijednosti za jedan period unaprijed, jedan period nakon tekućeg razdoblja, izračunava se prema obrascu:

$$F_{t+1} = F_t + T_t$$

$$F_t = \alpha (Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) / I$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

U obrascu  $\alpha$  i  $\beta$  su konstante izgladivanja, a  $T_t$  je procjena efekta trenda. Holt je proširio model jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja kako bi omogućio prognoziranje pojava sa trendom. Holtov odle sadrži dvije konstante  $I$  to: konstantu izgladivanja za razinu pojave ( $\alpha$ ) i konstantu izgladivanja za uticaj trenda ( $\beta$ ). Obje konstante mogu poprimiti bilo koju vrijednost između nula i jedan. Inicijalna prognostička vrijednost je uobičajeno jednaka prvoj stvarnoj vrijednosti ili procjeni parametra  $\alpha$  u modelu linearnog trenda. Inicijalna procjena efekta trenda je uobičajeno nula ili je jednaka procjeni parametra  $\beta$  u modelu linearnog trenda.

Osim Holtov-og dvoparametarskog modela linearnog eksponencijalnog izgladivanja, za potrebe prognoziranja pojava sa linearnim trendom često se upotrebljava i Brownov model dvostrukog eksponencijalnog izgladivanja (engl. double exponential smoothing with linear trend,

DEST) [Čižmešija, M., Sorić, P., 2012., 104].

Prognostičke vrijednosti za jedan period unaprijed, jedan period nakon tekućeg razdoblja, izračunava se prema obrascu:

$$F_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

$$F'_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F'_{t-1} \quad (2)$$

$$F_{t+\tau} = 2F_{t+\tau} + F'_t + \tau [\alpha / (1 - \alpha)] (F_t - F'_t)$$

$$0 < \alpha < 1, F_0 = F'_0 = Y_1$$

Brownov model dvostrukog eksponencijalnog izgladivanja je ustvari specijalan slučaj Holtovog modela u kome je konstanta  $\alpha$  jednaka konstanti  $\beta$

### ODABRANE MJERE TAČNOSTI PROGNOSTIČKIH MODELA

Koliko je primjenjeni prognostički postupak kvalitetan može se ocijeniti različitim mjerama. Ima ih nekoliko, ali zajednička karakteristika svim mjerama je da polaze od prognostičkih pogrešaka [Dumičić, K., Bahovec, V., 2012., 416-417].

Prognostička pogreška (engl. error – e) izračunava se po obrascu:

$$e_t = Y_t - F_t \quad t=1,2,\dots,T \quad (3)$$

pri čemu je:  $Y_i$  – stvarne vrijednosti posmatrane pojave,  $F_i$  – prognostička vrijednost posmatrane pojave,  $T$  – broj parova stvarnih i prognostičkih vrijednosti.

Postotna prognostička pogreška (engl. mean error – ME) se izračunava po obrascu:

$$ME = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T e_i \quad (4)$$

Prosječna apsolutna pogreška (engl. mean absolute error – MAE) se izračunava po obrascu:

$$MAE = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T |e_i| \quad (5)$$

Srednja kvadratna prognostička pogreška (engl. mean squared error – MSE) se izračunava po obrascu

$$MSE = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T e_i^2 \quad (6)$$

Prosječna postotna apsolutna prognostička pogreška (engl. mean absolute percentage error – MAPE) se izračunava po obrascu:

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \left| \frac{Y_i - F_i}{Y_i} \right| \quad (7)$$

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Za prognoziranje potrošnje lijeka ranitidine u obliku tablet, jačine 300 mg koji pripadi grupi lijekova H2 blokatora, grupisanih na drugom nivou ATC klasifikacije. Pomenuti lijek se nalazi na esencijalnoj listi lijekova Tuzlanskog kantona.

### KLASIFIKACIJA LIJEKOVA

U Anatomsko-terapijsko-hemijskom (ATC) sistemu klasifikacije, aktivne tvari su podijeljeni u različite grupe prema organima ili sistemima na koje djeluju i njihovim terapijskim, farmakološkim i hemijskim svojstvima.

Lijekovi se svrstavaju u skupine na pet različitih nivoa. ATC sistem dijeli sve kategorije lijekova na 5 nivoa.

- prvi nivo je anatomski i označava se velikim latiničnim slovom. Lijekovi su podeljeni u 14 anatomskih grupa.
- drugi nivo se sastoji od dva arapska broja i označava glavnu terapijsku grupu kojoj pripada dati lijek
- treći nivo je označen latiničnim slovom i bliže određuje farmakološko-terapijsku podgrupu
- četvrti nivo je predstavljen latiničnim slovom i označava farmakološko-hemijsku podgrupu

- poslednji (peti) nivo se sastoji od dve arapske cifre i označava pojedinačan lijek ili njihovu kombinaciju u okviru farmakološko-hemijske podgrupe.

**Tabela 1. ATC klasifikacija lijekova na prvoj razini**

Kod	Sadržaj
A	Probavni sistem i metabolizam
B	Krv i krvotvorni organi
C	Kardiovaskularni sistem
D	Koža
G	Mokraćni sistem i spolni hormoni
H	Sistem žlijezda s unutarnjim lučenjem
J	Sistemske infekcije (izuzev infekcija uzrokovanih parazitima)
L	Zloćudne bolesti i imunomodulatori
M	Mišićno-koštani sistem
N	Živčani sistem
P	Infekcije uzrokovane parazitima
R	Sistem dišnih organa
S	Čulni organi (Osjetila)
V	Razno

#### POTROŠNJE RANITIDINA U OKVIRU POSMATRANOG PERIODA

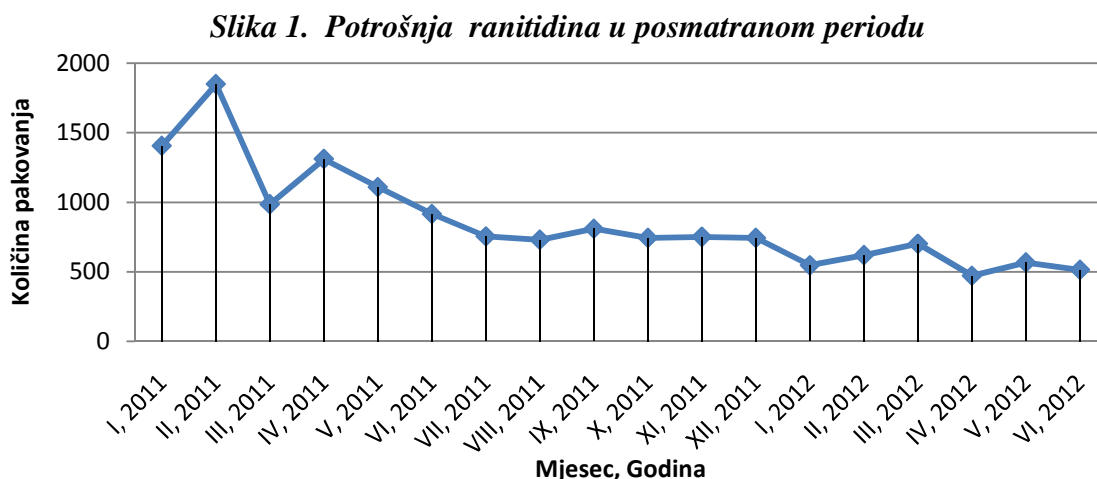
Za potrebe istraživanja, odnosno prognoze, prikupljeni su podaci o potrošnji lijeka ranitidin, u obliku tableta jačine 300 mg u

vremenskom periodu 18 mjeseci, odnosno od 01.01. 2011. do 01.07.2012. godine. Potrošnja ranitidina u odabranom vremenskom razdoblju na području Tuzlanskog kantona prikazani je u tabeli 2.

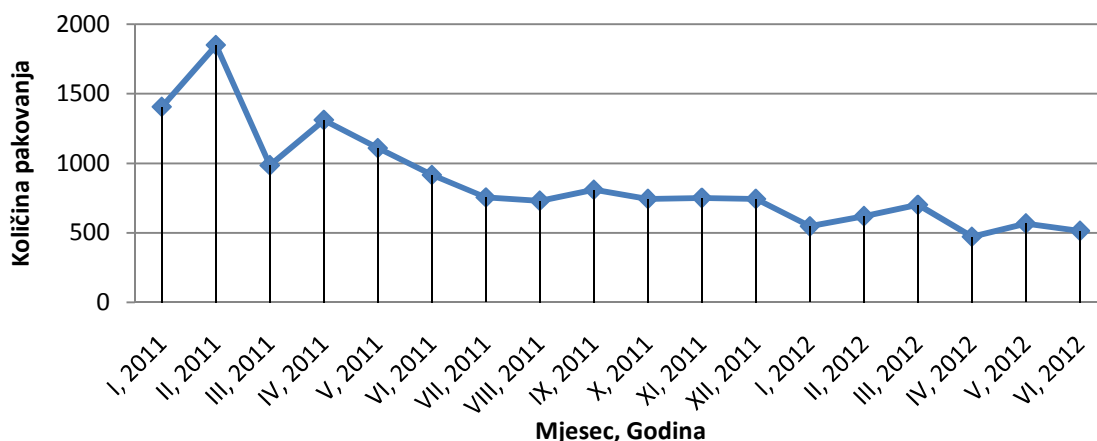
**Tabela 2. Potrošnja ranitidina- tablete od 300 mg u pakovanju od 16 kapsula**

Mjesec, Godina	Količina pakovanja
I, 2011	1406,1
II, 2011	1850
III, 2011	985
IV, 2011	1311
V, 2011	1109
VI, 2011	915
VII, 2011	754
VIII, 2011	730
IX, 2011	809
X, 2011	743
XI, 2011	751
XII, 2011	743
I, 2012	546
II, 2012	619
III, 2012	701
IV, 2012	471
V, 2012	566
VI, 2012	513

Grafički prikazano izgleda ovako:



Na osnovu grafičkog prikaza, vidljivo je da potrošnja ranitidina u obliku tableta, jačine 300 mg i pakovanjima od 10 tableta, ima opadajući trend.



**HOLTVOV MODEL PROGNOZIRANJA POTROŠNJE RANITIDINA**

Kod primjene Holtovog modela, odnosno u procesu inicijalizacije potrebno je procijeniti prvu izglađenu vrijetnost F1, kao i početnu

vrijednost trenda T1. Već smo istakli da izbor inicijalnih vrijednosti se može izvršiti na nekoliko načina, u nastavku inicijalne vrijednosti će biti procjenjene upotrebom regresijske analize nad izvornim podacima. Rezultati regresijske analize prezentirani su na slici 2 koja slijedi.

**Slika 2. Rezultati regresijske analize – ocjena modela**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson (d)
1	0,846	0,716	0,698	196,53	2,00

## ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1554406,638	1	1554406,638	40,244	0,000
	Residual	617992,105	16	38624,507		
	Total	2172398,743	17			

## Koeficijenti

Model	Nestandardizovani koeficijenti		Standardizovani koeficijenti		T	Signifikantnost
	B	Standardna pogreška	Beta			
<b>1</b>	(Constant)	1.400,43	96,65		14,49	0,000
	Vrijeme	-56,64	8,93	-0,85	-6,34	0,000

MAD = <sup>85</sup>

<sup>85</sup> Mjera uspješnosti za regresijski model izračunat pomoću Excel sttističkog paketa.

Kao što se vidi radi se o regresijskom modelu u kome je nezavisna varijabla vrijeme. Indikatorske varijable se uvode za kvartale. Modelom je objašnjeno 71,60 % svih odstupanja. Model regresije sa ocjenjenim parametrima je dat izrazom:

$$Y_t = 1.400,43 - 56,64 X_t$$

Regresijski koeficijent je -56,64 koji jasno pokazuje da potrošnja ranitidina, tablete od 300 mg, oma opadajući trend, gdje protokom jedenog mjeseca potrošnja smanjuje u prosjeku za 56,64 pakovanja.

Kritične vrijednosti Durbin-Watsonovog testa, na nivou značajnosti (signifikantnosti) od 0,05, broj nezavisnih varijabli  $k = 1$  i za dužinu serije  $n=18$  vrijednosti slučajnih varijabli su:  $dL = 1,157$   $dU = 1,391$ . Sada slijedom obrazaca za provođenje Durbin –Watsonovog testa izračunavamo:

$$4 - dL = 4 - 1,157 = 2,843$$

$$4 - dU = 4 - 1,391 = 2,609$$

Kako je Durbin–Watsonovo obilježje  $d=2,00$  odnosno  $d < 2,843$  ili  $d < 4 - dU$ ,

prihvatamo  $H_0$ , odnosno prihvatamo hipotezu o nepostojanju autokorelacije.

Nakon što smo izvršili procjenu parametara nad izvornim podacima, procjena inicijalne izgladene vrijednosti jednaka je parametru  $\alpha$ , dok je inicijalna vrijednost trenda jednaka parametru  $\beta$ . Određivanje konstanti može da bude zasnovano na analitičarevom iskustvu ili metodom pokušaja i pogreške. Veliku pomoć pri određivanju konstanti pružaju statistički softver (WinQSB) koji pruža mogućnost automatskog određivanja konstanti koji će imati minimalnu pogrešku. Prognostičke vrijednosti i mjere uspješnosti primenom Holtovog dvoparametarskog modela za pojave sa linearnim trendom, izračunate su uz pomoć programskog paketa WinQS, prikazani su u narednoj tabeli.

**Tabela 3. Stvarne i prognostičke vrijednosti uz primjenu Holtovog modela**

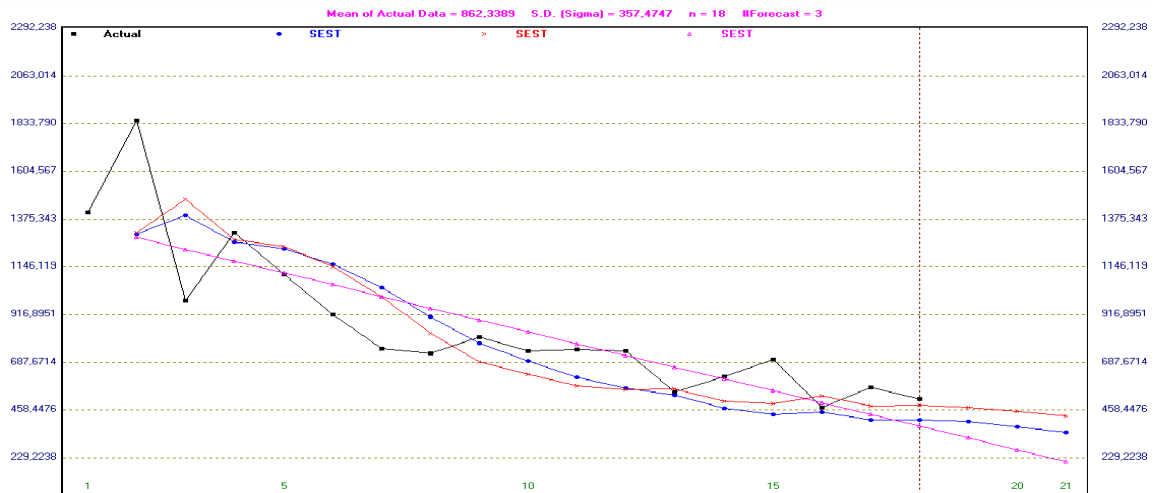
06-16-2013 Mjeseci	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast by SEST	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	1406,1										
2	1850	1303,351	1311,451	1287,15	562,85	562,85	562,85	316800,1	30,42432	1	
3	985	1392,578	1470,453	1230,51	-245,51	317,34	404,18	188537,6	27,6746	0,7851452	0,138879
4	1311	1266,505	1278,564	1173,87	137,13	454,47	315,1633	131960	21,93638	1,442014	0,197194
5	1109	1233,517	1244,96	1117,23	-8,22998	446,24	238,43	98986,91	16,63782	1,871577	0,1504282
6	915	1159,255	1148,601	1060,59	-145,59	300,65	219,862	83428,81	16,49255	1,367449	8,881283E-02
7	754	1046,39	1001,926	1003,95	-249,95	50,70007	224,8766	79936,51	19,26877	0,2254573	7,475173E-02
8	730	906,355	828,6402	947,3099	-217,3099	-166,6099	223,7957	75263,23	20,76872	-0,7444731	0,1029703
9	809	778,9456	691,2624	890,6699	-81,66992	-248,2798	206,03	66689,08	19,43453	-1,205066	0,1451075
10	743	694,6213	629,3943	834,0299	-91,02991	-339,3097	193,2522	60199,9	18,63643	-1,755787	0,1918873
11	751	616,8646	576,5112	777,3899	-26,38989	-365,6996	176,5659	54249,55	17,12419	-2,071178	0,2446869
12	743	564,3073	557,5969	720,7499	22,25012	-343,4495	162,5372	49362,78	15,83968	-2,113051	0,3044405
13	546	531,3831	558,6432	664,1099	-118,1099	-461,5593	158,835	46411,71	16,32236	-2,905905	0,3500436
14	619	466,5207	499,1378	607,4698	11,53015	-450,0292	147,5038	42851,8	15,21008	-3,050966	0,4120705
15	701	438,3795	490,1715	550,8298	150,1702	-299,959	147,6943	41401,75	15,65381	-2,030268	0,4920417
16	471	448,0238	527,4698	494,1898	-23,18982	-323,0488	139,394	38677,49	14,93846	-2,317523	0,5432938
17	566	411,1179	479,4962	437,5498	128,4502	-194,5986	138,71	37291,36	15,4232	-1,402917	0,623811
18	513	409,886	482,2001	380,9098	132,0902	-62,50842	138,3206	36124,09	16,03057	-0,4519097	0,7040876
19		404,4874	470,9648	324,2698							
20		378,4659	450,4895	267,6298							
21		352,4445	430,0142	210,9898							
CFE		447,9988	339,5211	-62,50842							
MAD		172,8346	169,4652	138,3206							
MSE		49378,38	49011,1	36124,09							
MAPE		20,26084	19,30093	16,03057							
Trk.Signal		2,592066	2,003485	-0,4519097							
R-square		1,110491	1,064126	0,7040876							
		Alpha=0,2	Alpha=0,3	Alpha=0							
		Beta=0,3	Beta=0,3	Beta=0							
		F(0)=1400,430	F(0)=1400,430	F(0)=1400,430							
		T(0)=-56,64	T(0)=-56,64	T(0)=-56,64							



Stvarne i prognostičke vrijednosti dobivene primjenom Holtovog dvoparametarskog modela eksponencijalnog izgladivaja za pojave sa trendom, uz primjenu različitih

konstanti, uključujući i automatsko određivanje konstanti, prikazane su grafički na sledećoj slici.

**Slika 3. Grafički prikaz stvarnih i prognostičkih vrijednosti uz primjenu Holtovog modela**



U nastavku su prezentirani rezultati primjene Brownovog modela eksponencijalnog izgladivanja za pojave sa trendom. Polazimo od toga da u inicijalne vrijednosti jednake prvoj originalnoj, izvornoj vrijednosti  $F_0 = F'_0 = Y_1 = 1.406,01$ . Konstanta će poriniti vrijednosti između 0 i 1. Ista će biti određivana

proizvoljno, ten a karaju automatski određena uz pomoć statističkog softwera WinQSB. Prognostičke vrijednosti i mjere uspješnosti primenom Brownovog modela za pojave sa linearnim trendom, izračunate uz pomoć programskog paketa WinQS, prikazani su u tabeli 4.

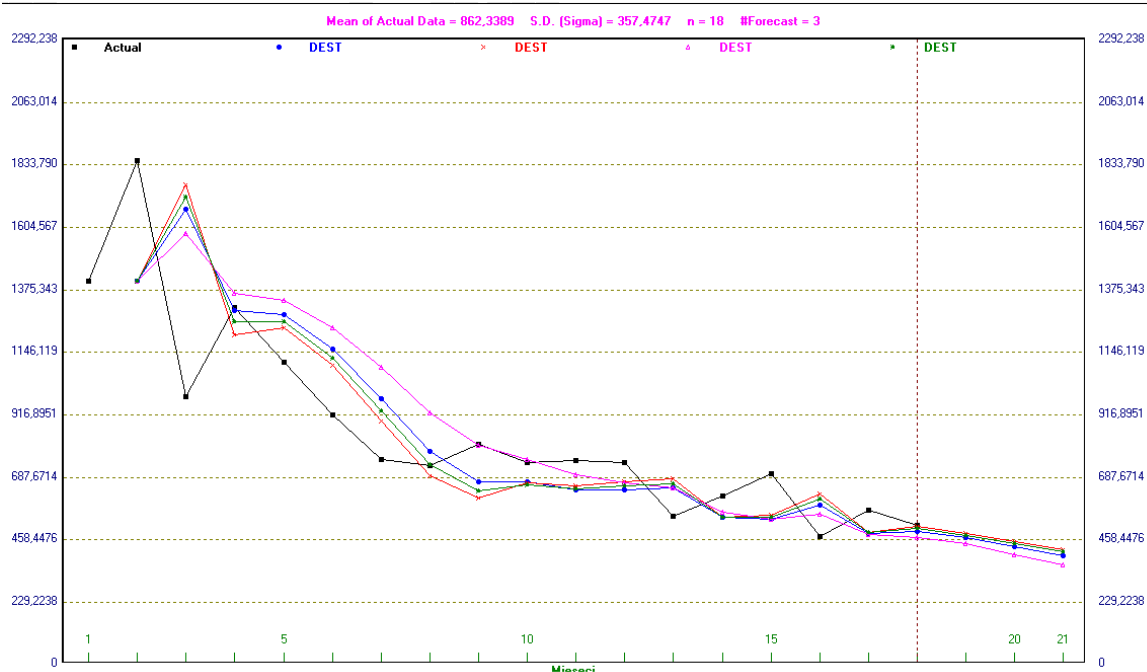
**Tabela 4. Stvarne i prognostičke vrijednosti uz primjenu Brownovog modela**

06-16-2013 Mjeseci	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast by DEST	Forecast by DEST	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	1406.1											
2	1850	1406,064	1406,082	1406,046	1406,073	443,927	443,927	443,927	197071,2	23,99605		1
3	985	1672,434	1761,231	1583,631	1716,833	-731,833	-287,906	587,88	366325,4	49,14691	-0,489736	0,2398499
4	1311	1299,936	1211,287	1361,941	1258,942	52,05786	-235,8481	409,2726	245120,3	34,08822	-0,5762618	0,3349347
5	1109	1284,668	1237,902	1335,381	1260,125	-151,1252	-386,9734	344,7358	189549,9	28,97296	-1,122522	0,4042294
6	915	1158,356	1097,579	1236,607	1125,457	-210,4573	-597,4307	317,8801	160498,4	27,77853	-1,879422	0,4883794
7	754	975,6213	893,6899	1090,688	930,7441	-176,7441	-774,1747	294,3574	138955,1	27,05558	-2,63005	0,5989321
8	730	784,0253	694,8996	925,8722	733,8492	-3,849182	-778,0239	252,8562	119106,5	23,26583	-3,076942	0,76669
9	809	673,0411	613,5911	803,9151	636,3294	172,6706	-605,3533	242,833	107945	23,02556	-2,492879	0,9577967
10	743	671,1851	666,1455	754,5059	661,9019	81,09808	-524,2552	224,8625	96681,91	21,67994	-2,331448	
11	751	643,079	655,1218	698,664	644,5259	106,4741	-417,7812	213,0237	88147,39	20,92971	-1,961196	
12	743	643,0999	671,6138	667,8986	654,8475	88,15247	-329,6287	201,6717	80840,43	20,10559	-1,634482	
13	546	648,0211	683,8527	648,3326	665,3871	-119,3871	-449,0159	194,8147	75291,51	20,25227	-2,304836	
14	619	540,7806	540,1223	560,7972	541,4477	77,55231	-371,4636	185,7945	69962,49	19,65815	-1,999325	
15	701	532,5026	547,7197	533,3827	540,741	160,259	-211,2046	183,9706	66799,66	19,88695	-1,148035	
16	471	585,431	627,4597	552,062	607,4291	-136,4291	-347,6337	180,8011	63587,22	20,49221	-1,922741	
17	566	483,7672	483,9325	477,9743	486,0674	79,93265	-267,7011	174,4968	60012,34	20,0941	-1,534131	
18	513	489,8029	506,1936	468,2792	499,4462	13,5538	-254,1473	165,0296	56493,01	19,06751	-1,54001	
19		467,8181	481,3766	444,7832	476,1516							
20		434,0028	452,2034	405,1877	445,0297							
21		400,1875	423,0303	365,5922	413,9077							
CFE		-375,8145	-182,4227	-989,978	-254,1473							
MAD		165,9587	168,2944	168,239	165,0296							
MSE		54262,64	59917,45	54780,36	56493,01							
MAPE		19,22659	19,47604	19,32324	19,06751							
Trk.Signal		-2,264506	-1,08395	-5,884354	-1,54001							
R-square		1,194193	1,17497	1,21297	1,180967							
		Alpha=0,3	Alpha=0,4	Alpha=0,2	Alpha=0,35							
		F(0)=1406,01	F(0)=1406,01	F(0)=1406,01	F(0)=1406,01							
		F'(0)=1406,01	F'(0)=1406,01	F'(0)=1406,01	F'(0)=1406,01							

Stvarne i prognostičke vrijednosti dobivene primjenom Brownovog modela eksponencijalnog izgladivaja za pojave sa trendom, uz primjenu različitih konstanti,

uključujući i automatsko određivanje konstante, prikazane su grafički na slici 4.

**Slika 4. Grafički prikaz stvarnih i prognostičkih vrijednosti uz primjenu Brownovog modela**



## ZAKLJUČAK

U radu je izvršena primjena modela eksponencijalnog izgladivanja za pojave koje sadrže trend, odnosno izvršeno je primjena Holtovog i Brownovog modela eksponencijalnog izgladivanja za pojave sa linearnim trendom. Pomenuti modeli su primjenjeni na upotrebu lijekova u grupi A, probavni sistem i metabolizam, podgrupi lijekova pod nazivom H2-blokatori. Konkretno modeli su primjenjeni na upotrebu lijeka ranitidin, oblika tablete i jačine 300 mg u pakovanjima od 20 tableta. Efikasnost modela je ocjenjivana primjenom MAPE mjere uspješnosti. Primjenom Holtovog dvoparametarskog modela, najniža vrijednost MAPE mjere uspješnosti od 16,030 je zabilježena u slučaju primjene konstanti  $\alpha=0$  i  $\beta=0$ , odnosno konstante koje su automatski određene pomoću statističkog softverskog paketa WinQSB.

Primjenom Brownovog modela eksponencijalnog izgladivanja za pojave koje sadrže linearni trend, najniža vrijednost MAPE mjere uspješnosti od 19,067 je zabilježena u slučaju primjene konstanti  $\alpha=0,35$ . I u ovom slučaju konstanta je automatski određene pomoću statističkog softverskog paketa WinQSB.

Prema vrijednostima MAPE mjere uspješnosti zaključak je da Holtov dvoparametarski model eksponencijalnog izgladivanja daje bolje rezultate kada se radi o upotrebi lijeka ranitidin, tablete jačine 300 mg, u pakovanjima od 20 tableta. Holtov model ima prioritet pri modeliranju upotrebe lijekova koje sadrže linearni trend u odnosu na Brownov model eksponencijalnog izgladivanja za pojave koje sadrže linearni trend.

Važno je istaći da je upotreba lijekova za liječenje bolesti probavnog sistema i metabolizma, u koje spada lijek ranitidin

pomenutog oblika i jačine, u toku 2012.godine finansirana sredstvima zavoda zdravstvenog osiguranja Tuzlanskog kantona u iznosu 10.349.636,00 KM ili 27,33% od ukupnog iznosa rashoda za lijekove.

## LITERATURA

1. Bahovec, V., Erjavec., N., Uvod u ekonometrijsku analizu, Element, Zagreb, 2009.
2. Box, E., P., G., Jenkins, M., G., 1976., Time series analysis – forecasting and control, Holden-day, Oacland , California.
3. Dumičić, K., Bahovec, V., Poslovna statistika, Element, Zagreb, 2012.
4. Čižmešija, M., Sorić, P., 2012, Statističke metode za poslovno upravljanje, Element, Zagreb.
5. Mladenović, Z., Nojković., A., Primjenjena analiza vremenskih serija, CID Ekonomski fakultet, Beograd, 2012.
6. Newbold, P, Carlson, L., W., Thorne, B., 2010., Statistika za poslovanje i ekonomiju, Mate, Zagreb.
7. Šošić, I., Serdar, V., 1995., Uvod u statistiku, Školska knjiga, Zagreb.
8. Federalno ministarstvo zdravstva, 2011., Pravilnik o uvjetima za propisivanje i izdavanje lijekova u prometu na malo, [“Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine”, broj 42/11], Sarajevo.
9. Parlamentarna skupština Bosne i Hercegovine, 2008., Zakon o lijekovima i medicinskim sredstvima [“Službeni glasnik Bosne i Hercegovine”, broj 58/08], Sarajevo.
10. Vlada Federacije Bosne i Hercegovine, 2011., Odluka o listi esencijalnih lijekova neophodnih za osiguranje zdravstvene zaštite u okviru standarda obaveznog zdravstvenog osiguranja u FBiH, [“Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine”, broj 75/11], Sarajevo.
11. Eurostat,2013., [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/health/public\\_health/data\\_public\\_health /database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/health/public_health/data_public_health/database) (pristupljeno 19.02.2013.godine).
12. Tablice Durbina-Watsona (wartosc krytyczna 5%), <http://www.kufel.torun.pl/dw.xls> (pristupljeno 19.02.2013.godine).
13. OECD, 2013., Health Data 2012 - FrequentlyRequested Data, <http://www.oecd.org/els/health-systems/oecdhealthdata2012frequentlyrequesteddata.htm>, (pristupljeno 20.02.2013.godine)
14. [http://www.zzotk.ba/?option=com\\_rok\\_downloads&view=folder&Itemid=85&id=366:22](http://www.zzotk.ba/?option=com_rok_downloads&view=folder&Itemid=85&id=366:22) (pristupljeno 30.05.2013)