



# 24. nacionalni i 10. međunarodni naučno stručni skup SISTEM KVALITETA USLOV ZA USPEŠNO POSLOVANJE I KONKURENTNOST

## PROGNOZIRANJE TRAZNJE PRIMENOM NEKIH KVANTITATIVNIH METODA

Prof. dr Aleksandar Aleksić<sup>1</sup>

Prof. dr Danijela Tadić<sup>2</sup>

Nikola Komatina mast. inž. maš<sup>3</sup>

**Rezime:** U savremenim konceptima upravljanja, planiranje proizvodnje je zasnovano na zahtevima kupaca, tako da prognoziranje tražnje predstavlja jedan od najvažnijih zadataka operativnog menadžmenta. U industriji, kao što je prehrambena, gde se zahtevi kupaca menjaju često i brzo, složenost razmatranog problema se povećava. Da bi preduzeće održalo visok nivo konkurentnosti, treba da odabere odgovarajući model za prognozu tražnje. U ovom radu prikazane su različite kvantitativne metode za prognoziranje tražnje kao i greške koje se prave primenom ovih metoda. Ove metode su testirane na realnim podacima koji su dobijeni iz preduzeća prehrambene industrije koje egzistira u šumadijskom okrugu.

**Ključne reči:** prognoziranje tražnje, metoda osrednjavanja, metoda eksponencijalnog podešavanja, prehrambena industrija;

**JEL Klasifikacija:** C53, L66;

### 1. UVOD

Upravljanje preduzećima koja pripadaju prehrambenoj industriji ima značajan broj specifičnih karakteristika, koje ne dozvoljavaju da se primenjuju principi upravljanja kao u drugim industrijskim granama. Osnovni problem u prehrambenoj industriji, koji se mora uzeti u obzir, je rok trajanja proizvoda.<sup>4</sup> Kada istekne rok trajanja, nije moguće isporučivati proizvode kupcima, tako da to dovodi do velikih gubitka za preduzeće. Stoga, problem povećanje konkurentne prednosti preduzeća zavisi

<sup>1</sup> Prof. dr Aleksandar Aleksić, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, Republika Srbija, e-mail: [aaleksic@kg.ac.rs](mailto:aaleksic@kg.ac.rs)

<sup>2</sup> Prof. dr Danijela Tadić, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, Republika Srbija, e-mail: [galovic@kg.ac.rs](mailto:galovic@kg.ac.rs)

<sup>3</sup> Nikola Komatina mast.inž.mast, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, Republika Srbija, e-mail: [nkomatina@kg.ac.rs](mailto:nkomatina@kg.ac.rs)

<sup>4</sup> Prusa, Petr, and Jan Chocholac. "Demand Forecasting in Production Logistics of Food Industry." In Applied Mechanics and Materials, vol. 803, pp. 63-68. Trans Tech Publications Ltd, 2015.

od efikasnosti i tačnosti prognoze tražnje<sup>5</sup>. Osim toga, tačnost prognoze utiče na efikasnost i efektivnost realizacije mnogih poslovnih procesa.<sup>6</sup> Tako na primer, na osnovu tačnosti prognoziranog tražnje moguće je da se procene troškovi proizvodnje, a samim tim i da se prognozira profit. Menadžeri prodaje mogu da steknu znanje o obimu prodaje svakog proizvoda iz proizvodnog asortimana. Menadžeri nabavke mogu da promene ili modifikuju usvojenu strategiju nabavke. Tačnost procena marketinških strategija na obim prodaje kao i formiranje svesti o brendu gotovo uvek zavisi od tačnosti prognoziranog tražnje. Menadžeri proizvodnje mogu da definišu tačan plan proizvodnje, plan radne snage, plan angažovanja radnika, plan kapaciteta i dr.

U literaturi su razvijene brojne metode za prognoziranje tražnje. Ove metode mogu da se podeli na intuitivne metode i egzaktno metode.<sup>7</sup> Takođe, metode prognoze mogu biti kvalitativne metode i kvantitativne.<sup>8</sup> Može se reći da su kvalitativne metode relativno lake za razumevanje i za primenu. Osnovni nedostatak ovih metoda je što prognozirana vrednost tražnje značajno zavisi od procena donosilaca odluka. Najčešće, najveću važnost u procesu procene tražnje imaju menadžeri prodaje koji imaju direktan kontakt sa kupcima, pa se stoga smatra da oni mogu najtačnije da procene potrebe i želje kupaca. Kvantitativne ili egzaktno metode zahtevaju složeniji račun. Prognozirane vrednosti manje su opterećene subjektivnim procenama donosilaca odluka. Prognozirane vrednosti koje su dobijene primenom kvantitativnih metoda su tačnije nego kada se koriste kvalitativne metode. Treba naglasiti da ne postoji pravilo ili preporuka koja metoda je najbolja. Neophodno utvrditi koja metoda odgovara podacima koji su dobijeni iz evidencije.<sup>9</sup>

U ovom radu prikazane su dve kvantitativne metode koje se često koriste za prognozu tražnje u prehrambenoj industriji: metoda osrednjavanja i metoda eksponencijalnog približavanja. Pored toga, računato su greške prognoze. Na osnovu dobijenih vrednosti operativni menadžment može da izabere metodu koja najviše odgovara podacima iz evidencije.

## 2. NEKE KVANTITATIVNE METODE PROGNOZIRANJA TRAZNJE

Sve egzaktno metode se mogu podeliti na metode pokretnog proseka i kauzalne metode.<sup>10,11</sup> Metode pokretnog proseka su: metoda osrednjavanja, metoda eksponencijalnog usklađivanja, *Holt*-ova metoda i *Winter*-ova metoda. *Holt*-ova metoda je veoma slična metodi eksponencijalnog usklađivanja. Osnovna razlika ove dve metode je što može da se dobije trend tražnje primenom *Holt*-ove metode. *Winter*-ova metoda sadrži komponentu sezonalnosti i ovu metodu ima smisla primenjivati za prognozu tražnje proizvoda koji imaju sezonski karakter. Kauzalne metode su metode trenda, odnosno regresiona analiza i ARIMA metoda.

U ovom radu korišćene su metode osrednjavanja i metode eksponencijalnog podešavanja koje su nadalje opisane. Takođe, dati su izrazi za određivanje različitih grešaka koje se mogu napraviti pri korišćenju metoda prognoziranja.

<sup>5</sup>Wong, Wai Keung, and Z. X. Guo. "A hybrid intelligent model for medium-term sales forecasting in fashion retail supply chains using extreme learning machine and harmony search algorithm." *International Journal of Production Economics* 128, no. 2 (2010): 614-624.

<sup>6</sup>Silva, Juliana C., Manuel C. Figueiredo, and Ana C. Braga. "Demand forecasting: A case study in the food industry." In *International Conference on Computational Science and Its Applications*, pp. 50-63. Springer, Cham, 2019.

<sup>7</sup>Jiršák, Petr, Michal Mervart, Marek Vinš, and Petr Pernica. *Logistika pro ekonomy-vstupni logistika*. Wolters Kluwer Česká republika, 2012.

<sup>8</sup>Stevenson, William J. *Operations management*. Chicago-USA: McGraw-Hill Education, 2021.

<sup>9</sup>De Oliveira Silva, Renan, Eliane da Silva Christo, and Kelly Alonso Costa. "Analysis of Residual Autocorrelation in Forecasting Energy Consumption through a Java Program." In *Advanced Materials Research*, vol. 962, pp. 1753-1756. Trans Tech Publications Ltd, 2014.

<sup>10</sup>Jiršák, Petr, Michal Mervart, Marek Vinš, and Petr Pernica. *Logistika pro ekonomy-vstupni logistika*. Wolters Kluwer Česká republika, 2012.

<sup>11</sup>Stevenson, William J. *Operations management*. Chicago-USA: McGraw-Hill Education, 2021.



### 2.1. Metoda osrednjavanja

Metoda osrednjavanja je veoma jednostavna metoda i široko se koristi za prognozu tražnje u mnogim industrijama. Prognozirana vrednost tražnje dobija se prema izrazu:

$$F_{t+1} = \frac{1}{n} \cdot (A_{t-n} + \dots + A_t)$$

gde je:

$F_t$  – prognozirana vrednost tražnje za period  $t$

$A_{t-n}$  – aktuelna vrednost tražnje u periodu  $(t - n)$

$A_t$  – aktuelna vrednost tražnje u periodu  $t$ -broj perioda  $u$

$n$  – broj perioda u pokretnom preseku

### 2.2. Metoda eksponencijalnog usklađivanja

Ova metoda ima takođe široku upotrebu u problemu prognoziranja tražnje. Prognoza tražnje posmatrani vremenski period zasnovana je na prognoziranoj vrednosti iz prethodnog perioda i procentualnoj vrednosti razlike između aktuelne i prognozirane vrednosti tražnje iz prethodnog perioda. Prognozirana vrednost se računa prema izrazu:

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

gde je:

$F_t$  – prognozirana vrednost tražnje za period  $t$

$F_{t-1}$  – prognozirana vrednost u prethodnom periodu

$A_{t-1}$  – aktuelna vrednost tražnje u prethodnom periodu

$\alpha$  – koeficijent usklađivanja;  $\alpha \in [0 - 1]$

### 2.3. Sumiranje tačnosti prognoze

Izbor metode prognoze uglavnom je zasnovan na tačnosti prognoze. Tačnost prognoze se određuje prema greškama između vrednosti koja se dobija na osnovu evidencije i prognozirane vrednosti za svaki vremenski period. Nadalje su dati izrazi za izračunavanje grešaka prognoze: (1) srednje apsolutno odstupanje (engl. *mean absolute deviation*, skr. *MAD*), (2) srednja kvadratna greška prognoze (engl. *mean squared error*, skr. *MSE*) i (3) srednja apsolutna procentualna greška (engl. *mean absolute percent error*, skr. *MAPE*). Ove greške se izračunavaju prema izrazima:

$$MAD = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1, \dots, n} |A_t - F_t|$$

$$MSE = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{t=1, \dots, n} |A_t - F_t|^2$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1, \dots, n} \frac{|A_t - F_t|}{A_t} \cdot 100$$

Može se reći da je adekvatan način za odabir metode tražnje u svakom preduzeću zasnovan na poređenju rezultata postojećih metoda i grešaka koje nastaju njihovom primenom.

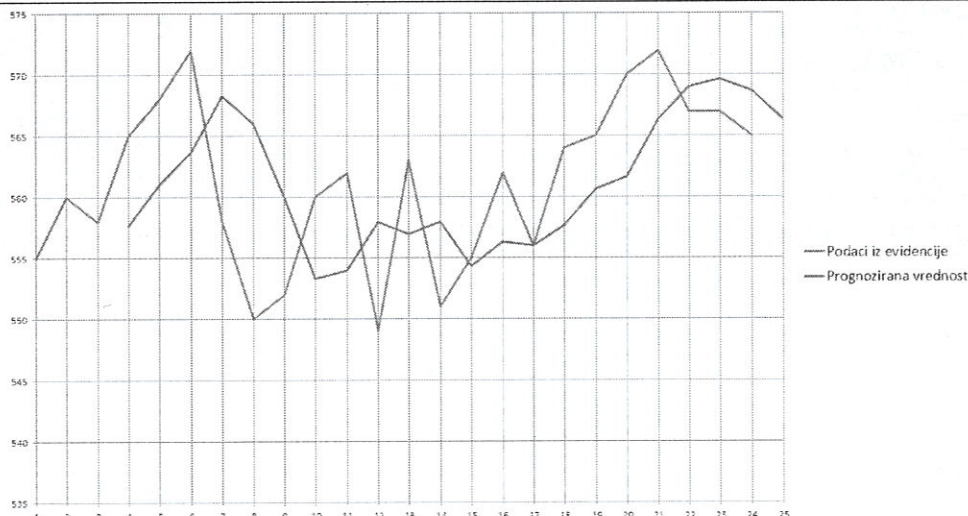
### 3. PROGNOZIRANJE TRAJNJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Prikazane metode su ilustrovane primerom u kome su podaci dobijeni iz preduzeća prehrambene industrije koje egzistira u šumadijskom okrugu. Podaci o tražnji jedne vrste proizvoda (u ovom slučaju mesa) dobijeni su na osnovu evidencije. Vremenski period u kome se razmatra tražnja je pola godine. Ovaj vremenski period je diskretizovan na manje vremenske periode, odnosno aktuelna vrednost tražnje merena je na nivou sedmice. Dobijeni podaci iz evidencije, kao i izračunate prognozirane vrednosti i greške koje se prave tokom procesa prognoze prikazani su u tabeli 1.

*Tabela 1: Aktuelne, prognozirane vrednosti tražnje prikaz veličine nastalih grešaka MAD, MSE i MAPE*

Vremenski period	Vrednost iz evidencije	Prognozirana vrednost primenom metode osrednjavanja	Prognozirana vrednost primenom metode eksponencijalnog prilagodavanja
1	555		
2	560		555.500
3	558		555.750
4	565	557.667	556.675
5	568	561.000	557.808
6	572	563.667	559.227
7	558	568.333	559.104
8	550	566.000	558.194
9	552	560.000	557.574
10	560	553.333	557.817
11	562	554.000	558.235
12	549	558.000	557.312
13	563	557.000	557.880
14	551	558.000	557.192
15	555	554.333	556.973
16	562	556.333	557.476
17	556	556.000	557.328
18	564	557.667	557.995
19	565	560.667	558.696
20	570	561.667	559.826
21	572	566.333	561.044
22	567	569.000	561.639
23	567	569.667	562.175
24	565	568.667	562.458
25		566.333	506.212
MAD		6.333	5.760
MSE		54.550	45.346
MAPE		1.130%	1.023%

Trend tražnje razmatrane vrste proizvoda dobijene primenom metode osrednjavanja i metode eksponencijalnog usklađivanja prikazane su na slici 1.



Slika 1. Trend tražnje razmatrane vrste proizvoda dobijene primenom metode osrednjavanja i metode eksponencijalnog usklađivanja

Ako se posmatra MAD, tačniji rezultati prognoze se dobijaju primenom metode osrednjavanja. Uzimajući u obzir da su težine grešaka linearne, mnogi autori sugerišu da izbor metode prognoze ne treba da budu zasnovane samo na ovoj grešci. Respektujući druge dve greške, primenom metode eksponencijalnog usaglašavanja dobijaju se tačnije prognoze tražnje u razmatranom preduzeću.

#### 4. ZAKLJUČAK

Tržišta različitih proizvoda širom sveta postaju sve kompleksnija, tako da je jedan od osnovnih zahteva za preduzeća povećanje konkurentnosti. Ovaj cilj, između ostalog, može da se postigne preciznijim određivanjem zahteva kupaca. Uzimajući ove činjenice u obzir, jedan od osnovnih zadataka operativnog menadžmenta je izbor adekvatnog modela za prognozu tražnje. Koristeći egzaktnu metodu, operativni menadžeri imaju više vremena za analizu scenarija i poboljšanja odluka u mnogim poslovnim procesima.

Na podacima koji su dobijeni iz evidencije su testirane dve metode: metoda osrednjavanja i metoda eksponencijalnog usklađivanja. Na osnovu grešaka prognoze može da se kaže da se dobija tačnija prognoza primenom metode eksponencijalnog usklađivanja. Buduća istraživanja biće usmerena na testiranju više metoda, na većem broju podataka.

#### LITERATURA:

- [1] Prusa, Petr, and Jan Chocholac. "Demand Forecasting in Production Logistics of Food Industry." In *Applied Mechanics and Materials*, vol. 803, pp. 63-68. Trans Tech Publications Ltd, 2015.
- [2] Wong, Wai Keung, and Z. X. Guo. "A hybrid intelligent model for medium-term sales forecasting in fashion retail supply chains using extreme learning machine and harmony search algorithm." *International Journal of Production Economics* 128, no. 2 (2010): 614-624.
- [3] Silva, J. C., Figueiredo, M. C., & Braga, A. C. (2019, July). Demand forecasting: A case study in the food industry. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 50-63). Springer, Cham.
- [4] Jirsák, Petr, Michal Mervart, Marek Vinš, and Petr Pernica. *Logistika pro ekonomy-vstupní logistika*. Wolters Kluwer Česká republika, 2012.
- [5] Stevenson, William J. *Operations management*. Chicago-USA: McGraw-Hill Education, 2021.
- [6] De Oliveira Silva, Renan, Eliane da Silva Christo, and Kelly Alonso Costa. "Analysis of Residual Autocorrelation in Forecasting Energy Consumption through a Java Program." In *Advanced Materials Research*, vol. 962, pp. 1753-1756.



## DEMAND FORECASTING USING SOME QUANTITATIVE METHODS

**Abstract:** In modern management concepts, production planning is based on customer requirements, so demand forecasting is one of the most important tasks of operational management. In industries such as food, where customer requirements change frequently and rapidly, the complexity of the problem under consideration is increasing. In order for a company to maintain a high level of competitiveness, it needs to choose the appropriate model for demand forecasting. This paper presents various quantitative methods for forecasting demand as well as errors made by applying these methods. These methods were tested on real data obtained from food industry companies that exist in the Šumadija district.

**Keywords:** demand forecasting, averaging method, exponential smoothing, food industry;