

## IZRADA MATEMATIČKOG MODELA U ANALIZI PROCESA MALOPRODAJE

*Primjenom matematičkih modela u analizi omogućeno je rješavanje brojnih i složenih problema u poslovanju. U ovom radu autor prikazuje matematički model kojim se omogućuje analiza procesa maloprodaje u kraćim vremenskim razdobljima. Tako je moguće kvantitativno iskazivati dnevne, a i tjedne promjene veličina maloprodaje. Prikazani model predstavlja jednostavan postupak za donošenje racionalnih poslovnih odluka.*

### Uvod

Uspješnost poslovanja svakog poduzeća ovisi o mnogo čimbenika, a posebno o primjeni modernih matematičkih metoda, a i modela. Pojedini se problemi u poslovanju mogu rješavati uspješno kvalitativnim, a drugi složenijim kvantitativnim modelima.

U analizi složenih odnosa promjene veličina maloprodaje, koja je u stalnoj dinamici i pod utjecajem vanjskih i unutarnjih čimbenika, potrebno je koristiti se djelotvornim tehnikama, a to su upravo matematički modeli. Zato se takvim pristupom u analizi procesa maloprodaje može utjecati na racionalnost i na stabilnost razvitka poslovanja. Tako se mogu pravodobno donositi i racionalne poslovne odluke.

Poslovanje koje se zasniva na optimalnim rezultatima primjena matematičkih modela ima prvorazredni značaj. Svako je matematičko rješenje problema u poslovanju kvantitativno, a samim time i egzaktno.

---

\* A. Glavinić, doktor znanosti, Fakultet ekonomije i turizma "Dr. Mijo Mirković", Pula. Članak primljen u uredništvu: 23. 02. 2001.

U rješavanju pojedinih složenih odnosa procesa maloprodaje, a uz određene polazne pretpostavke, moguće je primijeniti račun konačnih diferencija. Matematički model koji se zasniva na konačnim diferencijama može se koristiti u analizi dinamike promjena maloprodaje. Tim se matematičkim modelom mogu kvantitativno uskladiti odnosi između prodaje, zaliha i narudžbi. U okviru takvih razmatranja razradit će se kvantitativni postupak za iskazivanje promjena veličine maloprodaje pod utjecajem raznih drugih čimbenika.

### Opća formulacija modela

Poslovanje koje se odvija u složenim i dinamičnim uvjetima za ostvarivanje optimalnih rezultata, pored kvalitativne, traži i kvantitativnu analizu. U ovim ćemo razmatranjima početi od skupa vrijednosti  $Y_k, Y_{k+1}, \dots, Y_{k+n}$ , a razlika između dva susjedna člana označivat će se

$$\Delta^1 Y_k = Y_{k+1} - Y_k, \quad (1)$$

kao prvom diferencijom.

Razlika prve diferencije označivat će se

$$\Delta^2 Y_k = \Delta (\Delta^1 Y_k) = \Delta^1 Y_{k+1} - \Delta^1 Y_k, \quad (2)$$

i dobit će se druga diferencija.

Općenito

$$\Delta^n Y_k = \Delta^{n-1} Y_{k+1} - \Delta^{n-1} Y_k \quad (3)$$

definira se n-ta diferencija.

Opći prikaz konačnih diferencija može se prikazati tablicom 1. na ovaj način:

Tablica 1.

OPĆI PRIKAZ KONAČNIH DIFERENCIJA

Y	$\Delta^1 Y$	$\Delta^2 Y$	.....	$\Delta^n Y$
$Y_0$	$\Delta^1 Y_0$			
$Y_1$	$\Delta^1 Y_1$	$\Delta^2 Y_0$		
$Y_2$				
.....	.....	.....	.....	$\Delta^n Y_0$
$Y_{n-2}$	$\Delta^1 Y_{n-2}$			
$Y_{n-1}$	$\Delta^1 Y_{n-1}$	$\Delta^2 Y_{n-2}$		
$Y_n$				

Opće je poznato da za jednoznačno određivanje konačnih diferencija vrijedi izraz:

$$\Delta^k Y_0 = \sum_{n=0}^k (-1)^n \cdot \binom{k}{n} \cdot Y_{k-n} \tag{4}$$

tako je, na primjer,

$$\Delta^2 Y_0 = Y_2 - 2Y_1 + Y_0 \tag{5}$$

Ovdje će konačne diferencije biti prikazane u obliku sustava jednažbi. No, taj se sustav jednažbi ne može prikazati u matičnom obliku, jer ima m jednažbi s n nepoznicom. Zato je potrebno definirati izraz

$$R = \sum_{n=0}^n \binom{n}{n} \cdot Y_n \tag{6}$$

kojim će se odrediti linearna jednažba. Tom će se linearnom jednažbom stvoriti sustav od n jednažbi s n nepoznicom. Taj se sustav linearnih jednažbi u općem razvijenom obliku može napisati:

$$\begin{matrix} a_{11} Y_0 + a_{12} Y_1 \dots\dots\dots a_{1n} Y_n = \mathbf{R} \\ a_{21} Y_0 + a_{22} Y_1 \dots\dots\dots a_{2n} Y_n = \Delta^1 Y_0 \\ a_{n1} Y_0 + a_{n2} Y_1 \dots\dots\dots a_{nn} Y_n = \Delta^n Y_0 \end{matrix} \tag{7}$$

Prikazani se sustav linearnih jednadžbi može napisati u kompaktnom matričnom obliku

$$A \cdot z = f \quad (8)$$

gdje su  $z$  i  $f$  vektori oblika

$$z = \begin{bmatrix} Y_0 \\ Y_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} \quad f = \begin{bmatrix} R \\ \Delta^1 Y_0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta^n Y_0 \end{bmatrix}$$

a  $A$  je matrica reda  $n \cdot n$  oblika

$$A = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{11} & \mathbf{a}_{12} & \dots & \mathbf{a}_{1n} \\ \mathbf{a}_{21} & \mathbf{a}_{22} & \dots & \mathbf{a}_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \mathbf{a}_{n1} & \mathbf{a}_{n2} & \dots & \mathbf{a}_{nn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Za naš sustav matrica koeficijenata glasi

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 1-2 & & 1 & 0 \\ -1 & -3 & 1 & \\ 1-4 & -46 & 1 & \\ -1 & -50 & 105 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Izraz (8) koji je napisan u kompaktnom matričnom obliku u razvijenom se obliku može napisati

$$\begin{bmatrix} \mathbf{a}_{11} & \mathbf{a}_{12} & \dots & \mathbf{a}_{1n} \\ \mathbf{a}_{21} & \mathbf{a}_{22} & \dots & \mathbf{a}_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \mathbf{a}_{n1} & \mathbf{a}_{n2} & \dots & \mathbf{a}_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_0 \\ \mathbf{Y}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{Y}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{R} \\ \Delta^1 \mathbf{Y}_0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta^n \mathbf{Y}_0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Da bismo utvrdili veličine vektora koji su označeni sa  $\mathbf{Y}_0, \mathbf{Y}_1, \dots, \mathbf{Y}_n$ , a uvjetovane zadanim promjenama, gornji sustav linearnih jednadžbi riješit ćemo po  $\mathbf{Y}_k$  ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ ).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_0 \\ \mathbf{Y}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{Y}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{11} & \mathbf{a}_{12} & \dots & \mathbf{a}_{1n} \\ \mathbf{a}_{21} & \mathbf{a}_{22} & \dots & \mathbf{a}_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \mathbf{a}_{n1} & \mathbf{a}_{n2} & \dots & \mathbf{a}_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{R} \\ \Delta^1 \mathbf{Y}_0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta^n \mathbf{Y}_0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Inverznu matricu ( $\mathbf{A}^{-1}$ ) koeficijenata možemo napisati u obliku:

$$\mathbf{A}^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{r}_{11} & \mathbf{r}_{12} & \dots & \mathbf{r}_{1n} \\ \mathbf{r}_{21} & \mathbf{r}_{22} & \dots & \mathbf{r}_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \mathbf{r}_{n1} & \mathbf{r}_{n2} & \dots & \mathbf{r}_{nn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Koeficijenti inverzne matrice imaju značajnu ulogu u analizi procesa maloprodaje. Uz pomoć tih inverznih koeficijenata možemo jednostavno utvrditi veličine  $Y_0, Y_1, \dots, Y_n$ . Rješenje sustava linearnih jednažbi (12) u razvijenom matricnom obliku glasi:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_0 \\ \mathbf{Y}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{Y}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{r}_{11} & \mathbf{r}_{12} & \dots & \mathbf{r}_{1n} \\ \mathbf{r}_{21} & \mathbf{r}_{22} & \dots & \mathbf{r}_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \mathbf{r}_{n1} & \mathbf{r}_{n2} & \dots & \mathbf{r}_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{R} \\ \Delta^1 \mathbf{Y}_0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Delta^n \mathbf{Y}_0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

Ako se zadani vektor promjena i veličina ukupne maloprodaje pomnože s inverznom matricom ( $\mathbf{A}^{-1}$ ), dobiva se odgovarajući vektor. Za naš promjer inverzna matrica glasi:

$$\mathbf{A}^{-1} = \begin{bmatrix} 0,16667 & -2,50000 & -3,33333 & -2,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & -1,50000 & -3,33333 & -2,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & -0,50000 & -2,33333 & -2,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & 0,50000 & -0,33333 & -1,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & 1,50000 & -2,66667 & 1,50000 & 0 & -1,66667 \\ 0,16667 & 2,50000 & 6,66667 & 7,50000 & 4,00000 & 0,83333 \end{bmatrix} \quad (15)$$

### **Analiza procesa maloprodaje**

Upravljanje poslovanjem poduzeća postaje sve složenije i kompleksnije. Na složenost poslovanja utječu mnogi čimbenici, a osobito su to tržišni. Za iskazivanje kvantitativnih promjena veličina maloprodaje potrebno je primijeniti matematički model. Nije dovoljno samo raspolagati apsolutnim i relativnim veličinama, već je potrebno imati i uvid u proces uzročnosti.

Ovdje ćemo prikazati primjenu matematičkog modela kod dnevne i tjedne projekcije veličina maloprodaje. U tu je svrhu potrebno imati informacije o dnevnoj ili o tjednoj maloprodaji, i to za prethodna razdoblja od šest mjeseci. U tom cilju koristit ćemo se izrazom ( 8 ) radi objašnjenja pojedinih simbola.

$$A \cdot z = f \quad (16)$$

gdje je:

A - matrica koeficijenata

z - vektor - stupac dnevne ili tjedne veličine maloprodaje

f - vektor - stupac konačnih diferencija dnevne ili tjedne uz veličinu ukupne maloprodaje.

### ***Analiza promjena veličina dnevne maloprodaje prehrambenih artikala***

U svakodnevnoj poslovnoj aktivnosti, a posebno kod trgovačkih poduzeća, javlja se potreba za dnevnim projekcijama veličina maloprodaje. Tako je moguće bolje zadovoljiti potrebe potrošača, a i spriječiti držanje nepotrebnih zaliha. To će se postići tako da se uzimaju u razmatranje određena stanja i njihove konačne diferencije iz prijašnjih razdoblja, pa se anticipiraju i budući događaji.

U nastavku dajemo prikaz ostvarenih veličina dnevne maloprodaje i konačnih diferencija iz prethodnih razdoblja, i to za šest mjeseci.

Tablica 2.

OSTVARENE VELIČINE DNEVNE MALOPRODAJE u kn

R/B	Dani u tjednu	Ostvarena prosječna maloprodaja	Konačne diferencije dnevne maloprodaje				
			$\Delta^1 Y_0$	$\Delta^2 Y_0$	$\Delta^3 Y_0$	$\Delta^4 Y_0$	$\Delta^5 Y_0$
1.	Ponedjeljak	7.580					
			-830				
2.	Utorak	6.750		330			
			-500		330		
3.	Srijeda	6.250		660		540	
			160		870		-7.490
4.	Četvrtak	6.410		1.530		-6.950	
			1.690		-6.080		
5.	Petak	8.100		-4.550			
			-2.860				
6.	Subota	5.240					

Izvor: Preračunane vrijednosti.

U tablici 2. prikazane su prosječne veličine dnevne maloprodaje prehrambenih proizvoda jedne prodavaonice trgovačkog poduzeća. Na osnovi tih veličina dnevne maloprodaje kvantificirane su apsolutne razlike, odnosno konačne diferencije. U daljim ćemo razmatranjima prikazati na konkretnom primjeru projekciju dnevnih veličina maloprodaje. Tako će se za idući tjedan projektirati veličina ukupne maloprodaje u iznosu od 42.562 kuna. Na osnovi te veličine, a uz primjenu izraza (14) projektirat će se veličine dnevne maloprodaje.



Tablica 3.

## PRIKAZ VELIČINA DNEVNE MALOPRODAJE U kn

R/B	Dani u tjednu	Ostvarena dnevna maloprodaja	Projekcija dnevne maloprodaje	Ostvareno — — — — · 100 Projekcija
1.	Ponedjeljak	8.127	7.952	102
2.	Utorak	7.018	7.122	99
3.	Srijeda	6.545	6.622	99
4.	Četvrtak	6.657	6.782	98
5.	Petak	8.558	8.472	101
6.	Subota	5.521	5.612	98
7.	Ukupno	42.426	42.562	100

Izvor: Financijska služba.

Razmotrimo li sada tablicu 3. detaljnije, tada ćemo uočiti da se projektirane veličine dnevne maloprodaje u usporedbi s ostvarenima kreću oko prosječnih diferencija iz prethodnoga razdoblja. To znači da se veličine dnevne maloprodaje mogu projektirati na osnovi konačnih diferencija iz prijašnjih razdoblja. Sami relativni odnosi ostvarenih i projektiranih veličina maloprodaje to i potvrđuju, jer su ta odstupanja minimalna.

*Analiza promjena veličina tjedne maloprodaje  
prehrambenih proizvoda*

U svakodnevnoj se praksi javlja potreba i za tjednim projekcijama veličina maloprodaje. Na taj se način mogu bolje zadovoljiti potrebe potrošača i držati optimalne količine zaliha. U projekciji veličina tjedne maloprodaje koristit će se također konačnim diferencijama prijašnjih razdoblja. U nastavku dajemo prikaz ostvarenih veličina prosječne tjedne maloprodaje i konačne diferencije prethodnih razdoblja, i to za šest mjeseci (tablica 4.)

Tablica 4.

OSTVARENA TJEDNA MALOPRODAJA U kn

R/B	Tjedni	Ostvarena prosječna maloprodaja	Konačne diferencije tjedne maloprodaje				
			$\Delta^1 Y_0$	$\Delta^2 Y_0$	$\Delta^3 Y_0$	$\Delta^4 Y_0$	$\Delta^5 Y_0$
1.	Prvi	46.758					
			-3.172				
2.	Drugi	43.586		-294			
			-3.466		4.730		
3.	Treći	40.120		4.436		-16	
			970		4.714		-42.328
4.	Četvrti	41.090		9.150		-42.344	
			10.120		-37.630		
5.	Peti	51.210		-28.480			
			-18.360				
6.	Šesti	32.850					

Izvor: Preračunane veličine.

U tablici 4. prikazane su prosječne veličine tjedne maloprodaje prehrambenih proizvoda jedne prodavaonice. Na osnovi apsolutnih veličina tjedne maloprodaje utvrđene su konačne diferencije. Njima će se koristiti za projekciju veličina tjedne maloprodaje u narednom razdoblju.

Kao primjer navest ćemo da se za narednih šest mjeseci predviđa veličina ukupne maloprodaje u iznosu od 260.520 kuna. Na osnovi te veličine potrebno je napraviti projekcije tjedne maloprodaje. Pritom će se koristiti izrazom (14).

Tablica 5.

## PRIKAZ TJEDNE MALOPRODAJE U kn

R/B	Tjedni	Ostvarena tjedna maloprodaja	Projekcija tjedne maloprodaje	Ostvareno — — — — · 100 Projekcija
1.	Prvi	47.154	47.576	99
2.	Drugi	43.916	44.404	98
3.	Treći	40.527	40.936	99
4.	Četvrti	42.327	41.908	101
5.	Peti	51.787	52.028	100
6.	Šesti	32.625	33.668	97
7.	Ukupno	258.336	260.520	99

Izvor: Financijska služba.

U tablici 5. prikazana je ostvarena i projektirana veličina tjedne maloprodaje prehrambenih proizvoda. Serija konačnih diferencija koja je primijenjena u projekciji tjedne maloprodaje pokazuje pravilne promjene (rast ili pad), što nas upućuje na zaključak da se prikazanim matematičkim modelom može koristiti u projekciji maloprodaje. Ostvarene veličine u odnosu na projekcije tjedne maloprodaje pokazuju minimalne razlike.

***Analiza promjena veličina dnevne maloprodaje  
konfekcijskih proizvoda***

Dnevne projekcije veličina maloprodaje konfekcijskih proizvoda mogu značajnije utjecati na racionalnost poslovanja. Takvim se postupkom omogućuju realnije predviđanje potražnje, bolja kontrola zaliha i narudžbi. Projekcija dnevnih veličina maloprodaje bit će napravljena na osnovi konačnih diferencija koje su utvrđene za prethodno razdoblje, i to za šest mjeseci. To ćemo prikazati na konkretnom primjeru maloprodaje konfekcijskih proizvoda.

Tablica 6.

OSTVARENA DNEVNA MALOPRODAJA U kn

R/B	Dani u tjednu	Ostvarena prosječna maloprodaja	Konačne diferencije dnevne maloprodaje				
			$\Delta^1 Y_0$	$\Delta^2 Y_0$	$\Delta^3 Y_0$	$\Delta^4 Y_0$	$\Delta^5 Y_0$
1.	Ponedjeljak	4.676					
			190				
2.	Utorak	4.866		-147			
			43		554		
3.	Srijeda	4.909		407		-1.914	
			450		-1.360		7.138
4.	Četvrtak	5.359		-953		5.224	
			-503		3.864		
5.	Petak	4.856		2.911			
			2.408				
6.	Subota	7.264					

Izvor: Preračunane vrijednosti.

U tablici 6. prikazani su prosječna dnevna maloprodaja i konačne diferencije. One će se koristiti za projekciju veličina maloprodaje za naredno razdoblje. Tako je predviđeno da ukupna vrijednost maloprodaje iznosi 21.246 kuna. Na osnovi te veličine potrebno je napraviti dnevnu projekciju maloprodaje. Pritome će se koristiti izrazom (14).

Tablica 7.

## PRIKAZ DNEVNE MALOPRODAJE U kn

R/B	Dani u tjednu	Ostvarena dnevna maloprodaja	Projekcija dnevne maloprodaje	Ostvareno — — — — · 100 Projekcija
1.	Ponedjeljak	2.858	2.895	99
2.	Utorak	4.458	3.086	144
3.	Srijeda	3.605	3.128	115
4.	Četvrtak	2.644	3.578	74
5.	Petak	2.500	3.076	82
6.	Subota	4.202	5.483	77
7.	Ukupno	20.267	21.246	95

Izvor: Financijska služba.

Razmotrimo li sada tablicu 7., onda ćemo uočiti da nam ona predočuje ostvarenu i projektiranu dnevnu maloprodaju konfekcijskih proizvoda. Analitička usporedba relativnih pokazatelja pokazuje da je došlo do većih odstupanja u drurome danu u tjednu, a odstupanja u ostalim danima prihvatljiva su.

*Analiza promjena veličina tjedne maloprodaje  
konfekcijskih proizvoda*

Za uspješno poslovanje svakog poduzeća, a osobito trgovačkog, veoma je važna i tjedna projekcija veličina maloprodaje. Ovdje će biti prikazani ostvarena prosječna tjedna maloprodaja i pripadajuće konačne diferencije.

Tablica 8.

OSTVARENA TJEDNA MALOPRODAJA U kn

R/B	Tjedni	Ostvarena prosječna maloprodaja	Konačne diferencije tjedne maloprodaje				
			$\Delta^1 Y_0$	$\Delta^2 Y_0$	$\Delta^3 Y_0$	$\Delta^4 Y_0$	$\Delta^5 Y_0$
1.	Prvi	27.305					
			751				
2.	Drugi	28.056		387			
			1.138		-1.267		
3.	Treći	29.194		-880		4.555	
			258		3.288		-15.934
4.	Četvrti	29.452		2.408		-11.379	
			2.666		-8.091		
5.	Peti	32.118		-5.683			
			-3.017				
6.	Šesti	29.101					

Izvor: Preračunane vrijednosti.

U tablici 8. prikazana je prosječna tjedna maloprodaja konfekcijskih proizvoda. Na osnovi veličina tjedne maloprodaje kvantificirane su i konačne diferencije. Njima će se koristiti u projekciji veličina maloprodaje u narednom razdoblju. Ovdje će se na konkretnom primjeru prikazati projekcija veličina tjedne maloprodaje konfekcijskih proizvoda.

Ukupna veličina maloprodaje konfekcijskih proizvoda za narednih šest mjeseci iznosi 136.669 kuna. Na osnovi te veličine, a uz primjenu izraza (14), napraviti će se projekcija veličina tjedne maloprodaje.

Tablica 9.

## PRIKAZ TJEDNE MALOPRODAJE U kn

R/B	Tjedni	Ostvarena tjedna maloprodaja	Projekcija tjedne maloprodaje	Ostvareno — — — — · 100 Projekcija
1.	Prvi	19.099	20.877	91
2.	Drugi	20.267	21.629	94
3.	Treći	26.194	22.768	115
4.	Četvrti	23.383	23.027	102
5.	Peti	25.645	25.692	100
6.	Šesti	24.585	22.676	108
7.	Ukupno	139.173	136.669	102

Izvor: Financijska služba.

Ako razmotrimo prikazane veličine u tablici 9., onda ćemo razabrati da nam predočuje ostvarene i projektirane veličine tjedne maloprodaje konfekcijskih proizvoda.

Analiza relativnih pokazatelja govori da je u trećem i petom tjednu došlo do manjih kolebanja između ostvarene i projektirane maloprodaje. Sa stajališta optimizacije ta su odstupanja zanemariva. Na ovakav se način mogu analizirati i fizičke veličine promjena u maloprodaji.

### Kvantitativno utvrđivanje ukupne veličine maloprodaje

#### *Kvantitativno utvrđivanje ukupne maloprodaje porastom cijena*

U vremenskom razdoblju na veličinu maloprodaje utječe mnogo čimbenika, a ovdje ćemo kvantificirati utjecaj promjena cijena. Taj utjecaj promjena cijena na veličinu maloprodaje možemo kvantificirati primjenom izraza (8)

$$A \cdot z = f \quad (17)$$

a odavde je  $z$  vektor jednak

$$z = A^{-1} \cdot f \quad (18)$$

Izravni koeficijenti cijena označivat će se sa  $p$ , koje možemo prikazati u obliku vektor-retka

$$p = ( p_1 p_2 \dots\dots\dots p_n ) \quad (19)$$

Ako sada direktne koeficijente cijena ( $p$ ) pomnožimo riješenim oblikom modela (18), dobivamo

$$p \cdot z = p \cdot A^{-1} \cdot f \quad (20)$$

Za analizirani sustav maloprodaje možemo unaprijed izračunati

$$p \cdot A^{-1} = p' \quad (21)$$

i dobivamo vektor-redak ukupnih koeficijenata promjene

$$p' = ( p_1' p_2' \dots\dots p_n' ) \quad (22)$$

U našem će primjeru biti razmotren slučaj kada se cijene povećavaju za 5%, i to od drugog dana u tjednu. Na osnovi tih uvjeta potrebno je utvrditi veličinu ukupne maloprodaje.

$$p' \cdot f = (11,051,051,051,051,05) \cdot \begin{bmatrix} 0,16667 & -2,50000 & -3,33333 & -2,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & -1,50000 & -3,33333 & -2,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & -0,50000 & -2,33333 & -2,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & 0,50000 & -0,33333 & -1,50000 & -1,00000 & -1,66667 \\ 0,16667 & 1,50000 & -2,66667 & 1,50000 & 0 & -1,66667 \\ 0,16667 & 2,50000 & 6,66667 & 7,50000 & 4,00000 & 0,83333 \end{bmatrix}$$

$$= (1,04167 \ 0,125 \ 0,16674 \ 0,125 \ 0,05 \ 0,00833)$$

Tada je povećanje ukupne maloprodaja u tom tjednu jednako

$$p' \cdot f = (1,04167 \ 0,125 \ 0,16674 \ 0,125 \ 0,05 \ 0,00833) \cdot \begin{bmatrix} 42562 \\ -830 \\ 330 \\ 330 \\ 540 \\ -7490 \end{bmatrix} = 44294$$



Tako se mogu ovim postupkom kvantificirati veličine dnevne ili tjedne maloprodaje, kada se promijene i drugi uvjeti tržišnog poslovanja.

### Zaključak

Prikazani matematički model je veoma korisno analitičko sredstvo za iskaživanje vremenskih serija potražnje u prošlosti, kod čega se pri takvom promatranju razvija i s njome povezana projekcija za naredno vremensko razdoblje. On omogućuje da se utvrde optimalni odnosi između procesa prodaje, zaliha i narudžbi. O optimalnoj usklađenosti tih procesa u znatnoj mjeri ovisi i financijska efikasnost poslovanja.

Matematički je model moguće iskoristiti i za projekciju budućih kretanja veličina u maloprodaji i drugih ovisnih veličina u poslovanju. Prednost ovog modela u uvjetima tržišno orijentiranog poslovanja, kada se javljaju kolebanja tržišne ponude i potražnje, jest mogućnost brzog prilagođivanja prodaje, zaliha i narudžbi tim promjenama.

Kvaliteta ove analize ovisi o kvaliteti utvrđenih konačnih diferencija, pri čemu valja se koristiti i drugim modelima kvantitativne analize.

### LITERATURA.

1. *Hildebrand, F. B.*: "Introduction to Numerical Analysis", McGraw - Hill, New York, 1974.
2. *Nemčinov, V.S.*: "Ekonomika - matematičeskie metody i modeli", Moskva, 1965.
3. *Scheid Francis*: "Numerical Analysis", McGraw - Hill, Book Company, New York, 1968.

### BUILDING OF MATHEMATICAL MODEL IN THE RETAIL TRADE PROCESS ANALYSIS

#### Summary

The application of mathematical models in the analysis enables the solution of numerous and complex problems in business operation. This article shows mathematical model which enables the analysis of retail trade process in shorter time periods. Thus it is possible to express quantitatively daily as well as weekly changes of retail trade figures. Described model represents a simple procedure for bringing rational business decisions.