

## Primjer programiranja poboljšanja u jednoj tvornici komadnog namještaja

### PRIMJER PROGRAMIRANJA POBOLJŠANJA U JEDNOJ TVORNICI KOMADNOG NAMJEŠTAJA

#### Sažetak

*Tvornica komadnog namještaja ima slabe poslovne rezultate. Poduzima mjere optimaliziranja proizvodnog programa, nemajući investicijskih sredstava. Novim dizajnima komadnog namještaja ispituje ponašanje kupaca. Od četiri na tržištu potvrđena modela, linearnim programiranjem optimalizacije odlučuje se na dva.*

*Dobitak na ukupan prihod raste od 1,09<sup>0</sup>/<sub>0</sub> na 16,11<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, dobitak na uložena sredstva raste od 2,07<sup>0</sup>/<sub>0</sub> na 40,27<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.*

*Ključne riječi: optimalizacija proizvodnog programa — linearno programiranje — tvornica komadnog namještaja.*

### AN EXAMPLE OF IMPROVEMENT PROGRAMMING IN A FURNITURE FACTORY

#### Summary

*Furniture factory shows very poor business performances. Lacking investment funds, it re-designs its product line. New furniture is tested with customers. Of four on the market proved designs, applying the method of linear programming, two are accepted as optimal.*

*Profit on sales rises from 1.09<sup>0</sup>/<sub>0</sub> to 16.11<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, profit on equity rises from 2.07<sup>0</sup>/<sub>0</sub> to 40.27<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.*

*Key words: manufacture program optimization — linear programming — furniture factory.*

Da bismo na jednostavnom primjeru prikazali kako se mogu, bez velikih investicijskih ulaganja, tvorbom analitičkih modela, postići znatna poboljšanja rentabiliteta, uzimamo primjer jedne tvornice komadnog namještaja, nazovimo je ALFA.

Tvornicu ALFA smo izmislili, zadržavajući odnose ekonomskih pokazatelja kakvi su u drvenoj industriji Jugoslavije (Podaci: Statistički godišnjak SFRJ 1976, Izd. Savezni zavod za statistiku, Beograd).

Tvornica komadnog namještaja ALFA proizvodi mnoštvo tipova sobnog komadnog namještaja. Namještaj se proizvodi serijski u tri odjela:

- I gruba strojna obrada
- II fina strojna obrada
- III montaža i završna površinska obrada.

Zbog velikog broja proizvoda, skladišta sirovina, pomoćnih materijala, gotovih proizvoda, i prostor za pakiranje i otpremu veoma je velik.

Pri ovakvom proizvodnom programu, tvornica ALFA ostvaruje ukupan prihod din 14,520.000. Ukupni troškovi iznose din 14,361.000, od toga varijabilni din 11,779.000, fiksni din 2,423.000, a ostatak dohotka (zvat ćemo ga u nastavku izlaganja dobitkom) iznosi svega din 159.000.

Vrijednost osnovnih sredstava iznosi din 2,359.000, ukupno korištena obrtna sredstva iznose godišnje 7,333.000 din, od čega vlastita din 5,333.000, dok je ostatak pribavljen iz kratkoročnih bankarskih zajmova.

Zbog niskog rentabiliteta, organi upravljanja tvornice ALFA donose odluku da se poduzmu mjere poboljšanja. Tvornica nema vlastitih investicionih sredstava, zbog niske rentabilnosti nema mogućnosti dobijanja zajma za investicije. Postavljen je zadatak da se izvrši takvo poboljšanje stope rentabiliteta koje ne će zahtijevati novih ili barem ne znatnih investicijskih sredstava.

Zadatku se prišlo s dva aspekta:

1. Izvršiti cjelovitu analizu tržišta,
2. Na temelju tržišne analize odrediti novi, poboljšani program proizvodnje, optimizirati ga.

Tržišnom analizom ispitivan je dosadašnji proizvodni program. Rezultat ispitivanja je konstatacija da je on veoma širok i da potražnja za pojedinim proizvodima jako varira. Neki proizvodi se izrazito teško plasiraju, zbog čega prodajna služba tvornice mora trgovinama odobravati posebne rabate ili čak davati proizvode u komisij-sku prodaju. Uglavnom, otežan plasman izaziva spor priliv sredstava. Pored toga, tu su velike zalihe proizvoda i poluproizvoda. Oba ova razloga uzrokom su sporom obrtaju sredstava, često nelikvidnosti i stalnoj potrebi za novim obrtnim sredstvima, na koja tvornica ALFA plaća visoke kamate, povećavajući time troškove poslovanja.

U slijedećoj fazi ispitivanja tržišta projektiran je niz novih modela komadnog namještaja, koji su zajedno s postojećim modelima ispitani kod potrošača (metodama kojima se u ovom prikazu nećemo baviti).

Rezultati ispitivanja su pokazali da se od postojećeg asortimana tvornice ALFA može, uz manje adaptacije i poboljšanja, zadržati samo jedan regal, iz tri vrste furnira (uz potpuno jednake utroške), koji se može u stanu upotrebljavati u velikom broju kombinacija. Ostali dio postojećeg programa morao je biti odbačen, jer se pokazalo da je za tržište neinteresantan. Usvojeni regal označujemo sa »A«.

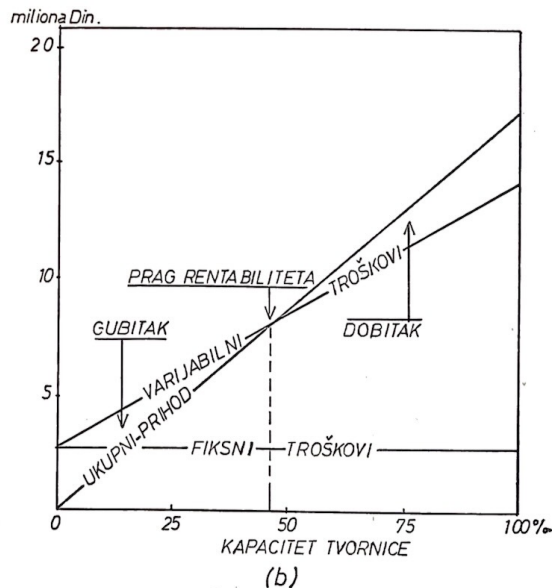
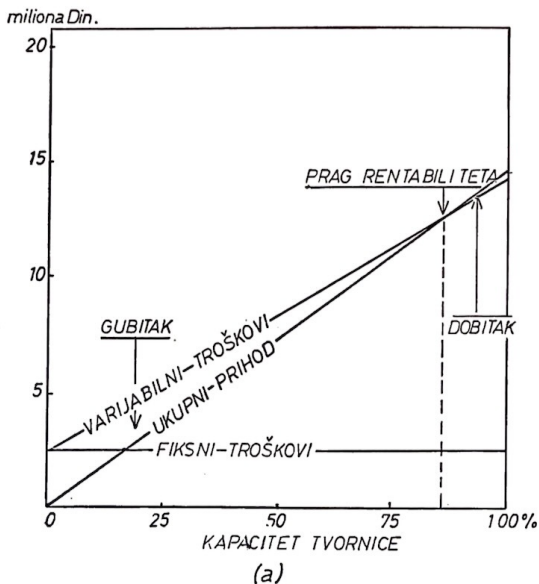
Od novih modela koji su na tržištu ispitani, pokazalo se da u granicama mogućeg kapaciteta tvornice ALFA postoji nelimitirana tražnja za jednim drugim modelom regala »B«, trpezarijskim velikim stolom za rasklapanje »C« i kombiniranim ormar-regalom »D«.

Tvornica ostaje i nadalje podijeljena u tri proizvodne jedinice, koje mogu novouspostavljenom programu proizvodnje predstavljati eventualna uska grla. Skladišta sirovina i pomoćnih materijala su, zahvaljujući pretjerano širokom proizvodnom programu od prije, više nego dovoljna za novu proizvodnju. Studijom radnih operacija, ustanovljeno je da je u pojedinim odjeljenjima tvornice, za četiri proizvoda koji su ušli u uži izbor, potrebno vrijeme slijedeće u stroj-satima:

Tabela 1. Potrebno vrijeme u stroj-satima po komadu

Proizvod	Proizvodno odjeljenje		
	1	2	3
A	14	14	13
B	13	13	14
C	2	5	4
D	16	15	15

Analizom strojnog parka i usklađivanjem operacija, stoji na raspolaganju slijedeće vrijeme u stroj-satima tjedno:



Slika 1. — Prag rentabiliteta tvornice komadnog namještaja prije (a) i poslije (b) racionalizacije proizvodne mješavine

Tabela 2. Raspoloživi kapacitet u stroj-satima tjedno

Odjeljenje	Stroj-sati tjedno
1	400
2	500
3	450

Detaljnijom analizom strukture troškova i prodajnih cijena proizvoda A, B, C i D, ustanovljene su slijedeće kontribucije\* po komadu jednog proizvoda: (vidi tab. 3)

Tabela 3. Kontribucija po komadu proizvoda (u 000 din)

Proizvod	Kontribucija
A	3
B	3
C	1
D	4

\* Kontribucijom nazivamo veličinu koju dobijemo kada od prodajne cijene proizvoda (ili ukupnog prihoda) odbijemo varijabilne troškove. (3, 4, 5, 6, 8, 9).

Zadatak pred kojim se nalaze oni koji moraju racionalizirati proizvodni program jest pronaći koja mješavina četiriju proizvoda daje najveću kontribuciju. Prevedeno na matematički jezik, zadatak glasi:

$$\text{Maksimizirati: } f = 3x_1 + 3x_2 + x_3 + 4x_4$$

uz slijedeća ograničenja:

$$\begin{aligned} 14x_1 + 13x_2 + 2x_3 + 16x_4 &\leq 400 & x_1 &\geq 0 \\ 14x_1 + 13x_2 + 5x_3 + 15x_4 &\leq 500 & x_2 &\geq 0 \\ 13x_1 + 14x_2 + 4x_3 + 15x_4 &\leq 450 & x_3 &\geq 0 \\ & & x_4 &\geq 0 \end{aligned}$$

Upotrijebivši SIMPLEX metodu linearnog programiranja, prikazanu u tabeli 4, dolazi se do slijedećih rezultata:

Maksimalna kontribucija postiže se ako će tvornica proizvoditi veliki trpezarijski stol na rasklapanje C i ormar-regal D.

Tabela 4. Programiranje simplex metodom linearnog programiranja

$$f = 3x_1 + 3x_2 + x_3 + 4x_4$$

Uz ograničenja:

$$\begin{aligned} 14x_1 + 13x_2 + 2x_3 + 16x_4 &\leq 400 & x_1 &\geq 0 \\ 14x_1 + 13x_2 + 5x_3 + 15x_4 &\leq 500 & x_2 &\geq 0 \\ 13x_1 + 14x_2 + 4x_3 + 15x_4 &\leq 450 & x_3 &\geq 0 \\ & & x_4 &\geq 0 \end{aligned}$$

		$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$z_6$	$z_7$
		3	3	1	4	0	0	0
$z_5 = 400$	$a_5 = 0$	14	13	2	16	1	0	0
$z_6 = 500$	$a_6 = 0$	14	13	5	15	0	1	0
$z_7 = 450$	$a_7 = 0$	13	14	4	15	0	0	1
	$g_i$	0	0	0	0	0	0	0
	$a_i - g_i$	3	3	0	4*	0	0	0
$z_4 = 25$	$a_4 = 4$	0,875	0,8125	0,125	1	0,0625	0	0
$z_6 = 125$	$a_6 = 0$	0,875	0,8125	3,125	0	-0,9375	1	0
$z_7 = 75$	$a_7 = 0$	-0,125	1,8125	2,125	0	-0,9375	0	1
	$g_i$	3,50	3,25	0,50	4	0,25	0	0
	$a_i - g_i$	-0,50	-0,25	0,50	0	-0,25	0	0
$z_3 = 35,30$	$a_3 = 1$	0	6,97	1	0	-0,46	0	0,4704
$z_4 = 20,59$	$a_4 = 4$	0,88	-0,059	0	1	0,12	0	-0,0588
$z_6 = 14,65$	$a_6 = 0$	0,80	-20,965	0	0	0,5	1	-0,4704
	$g_i$	3,52	6,734	1	4	0,02	0	0,2352
	$a_i - g_i$	-0,52	-3,734	0	0	-0,25	0	0

U tom će slučaju maksimalno postiziva kontribucija tjedno iznositi:

Tabela 5. Tjedna kontribucija i optimalni proizvodni program dobiven linearnim programiranjem

Proizvod	Broj kom. tjed.	Jedinična kontribucija dinara	Ukupna kontribucija dinara
A	—	—	—
B	—	—	—
C	35	1.000	35.000
D	20	4.000	80.000
Ukupno tjedno			115.000

Ni jedno drugo rješenje ne bi u okvirima postavljenih limita dalo bolji rezultat.

Na temelju ovako postavljenog proizvodnog programa, dobiveno je slijedeće iskorištenje kapaciteta:

Tabela 6. Iskorištenje kapaciteta (podaci za tjedan)

Proizvod	Komada	Odjeljenje		
		1	2	3
C	35	70	175	140
D	20	320	300	300
Svega		390	475	440
Raspoloživi kapacitet		400	500	450
Neiskorišteno		10	25	10
% iskorištenja kapaciteta		97,5%	95,0%	97,8%

Na temelju poduzetih promjena, usvajanjem novog poboljšanog modela dolazi se do slijedećih komparativnih rezultata:

Tabela 7. Komparativni rezultati poduzetih promjena u tvornici komadnog namještaja (u 000 din)

	Prije racionalizacije	Nakon racionalizacije
Ukupan prihod (000 D)	14.520	17.136
Varijabilni troškovi	11.779	11.616
Fiksni troškovi	2.423	2.760
Kontribucija	2.741	5.520
Dobitak	159	2.760
Ukupno uložena sredstva	9.692	6.854
Osnovna sredstva	2.359	1.985,4
Vlastita obrtna sr.	5.333	4.869
Dobitak × 100		
	1,09%	16,11%
Ukupan prihod		
Dobitak × 100		
	2,07%	40,27%
ukupno ulož. vl. sredstva		

#### ZAKLJUČAK:

Nemajući sredstva za velike investicione potvrate, tvornica namještaja poduzima temeljitu tržišnu analizu svojih proizvoda i na temelju podataka s tržišta, linearnim programom optimizira proizvodnu mješavinu, povećava ekonomičnost i rentabilnost, evidentno povećava likvidnost i još ušteduje sredstva koja je do tada neekonomično koristila. Time su poduzete radnje istraživanja tržišta i optimizacija višestruko plaćene.

#### LITERATURA

1. Barre, R.: *Economie politique, I & II*, Presses universitaires de France, Paris, 1970.
2. Boyce, R. O.: *Integrated Managerial Control*, Longman Ltd., London, 1971.
3. Broster, E. J.: *Appraising Capital Works*, Longman Ltd., London, 1972.
4. Buffa, E. S.: *Modern Production Management*, 4th Ed., J. Wiley & Sons, N. York, 1973.
5. Garrett, L. J., Silver, M.: *Production Management Analysis*, 2nd Ed., Harcourt B. Jovanovich, Inc., N. York, 1973.
6. Gray, J., Johnston, K. S.: *Accounting and Management Action*, McGraw-Hill Co., N. York, 1973.
7. Hax, K., Wessels, T.: *Handbuch der Wirtschaftswissenschaften, I & II*, Westdeutscher Verlag, Köln, 1966.
8. Simon, J. L.: *Applied Managerial Economics*, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, N. J., 1975.
9. Van Horne, J. C.: *Financial Management Policy*, 3rd Ed., Prentice-Hall, Engelwood Cliffs, N. J., 1974.