

DEFINISANJE PROBLEMA I POSTAVLJANJE MATEMATIČKIH MODEL A ZA ODREĐIVANJE OPTIMALNOG PROGRAMA PROIZVODNJE U INDUSTRIJI STAKLA PANČEVO¹

Izbor optimalnog programa proizvodnje u Industriji stakla postavlja se samo za osnovnu delatnost, jer se proizvodi iz sporedne delatnosti koriste isključivo za potrebe sopstvenog preduzeća.

Proizvodi iz osnovne delatnosti ovog preduzeća su:

1. Vučeno staklo za prozore,
2. Liveno staklo,
 - a) ornament i
 - b) armirano
3. Kaljeno staklo i
 - a) sigurnost i
 - b) panpleks
4. Neutro staklo
 - a) ampule,
 - b) fiole,
 - c) epruvete i
 - d) flašice.

Poželjno od strukture proizvodnje i prirode tehnološkog procesa proizvodnje, definisanje problema i postavljanje matematičkih modela radi određivanja optimalnog obima proizvodnje po metodama linneranog programiranja za Industriju stakla Pančevo orientisano je u okviru sledećih programa:

¹ Osnovni cilj ovoga rada je da se na jednom konkretnom primeru iz prošlosti ove fabrike prikaže metodološka mogućnost određivanja optimalnog programa proizvodnje po pojedinim pogonima u cilju ostvarenja maksimalne dobiti za celo preduzeće.

Pošlo se od konkretnih podataka o tehnološkim, tehničkim i ostalim uslovima za proizvodnju određenih vrsta proizvoda. Ti podaci za fabriku danas nemaju nikakvu praktičnu primenu zbog readekvatnosti i nestabilnosti uslova, jer se ta fabrika u toku poslednjih godina proširila, mehaničkovala i iz osnova rekonstruisala. Međutim, ti podaci su omogućili proveru realnosti dobijenih rešenja, potvrđili ispravnost metodološkog pristupa i pokazali prednost ove metode predviđanja optimalnog obima proizvodnje nad svim ostalim metodama analize ovoga problema. Posebno se ova metoda može primenjivati u ISP u novim uslovima, kao i u svim drugim kombinacijama koji imaju sličnu prirodu poslovanja.

1. Program za vučeno staklo,
2. Program za liveno staklo,
3. Program za kaljeno staklo i
4. Program za neutro staklo.

Ciljevi ispitivanja najpovoljnijeg programa u smislu strukture i obima proizvodnje su:

- a) optimalno iskorišćenje ukupnih kapaciteta svih pogona
- b) ostvarenje najvećeg ukupnog dobitka za preduzeće u celini.

A. DEFINISANJE PROBLEMA I POSTAVLJANJE MODELA ZA PROGRAM ZA VUČENO STAKLO ZA PROZORE

1. Definisanje problema za program za vučeno staklo za prozore

Program za vučeno (prozorsko) staklo zasniva se na sledećim činjenicama:

- a) I posle podizanja novih fabrika za proizvodnju ravnog stakla Industrija stakla iz Pančeva i dalje ostaje *jedini proizvođač* prozorskog stakla do 2 mm, 3 i 4 mm u našoj zemlji.
- b) Sa aspekta faza (kapaciteta) kroz koje prolazi staklo u toku procesa proizvodnje imamo dva osnovna *kapaciteta* i to

1. Kapacitet za izvlačenje i
2. Kapacitet za rezanje prozorskog stakla.

Kada je reč o kapacitetu za izvlačenje stakla treba imati u vidu da se ova vrsta stakla u Industriji stakla proizvodi u tri potpuno istovetne peći koje u ovom slučaju tretiramo sve zajedno kao jedan kapacitet za izvlačenje stakla.²

Kapaciteti za izvlačenje stakla za period koji ovde posmatramo neće biti 365 dana, odnosno 8,760 časova, kako je to moguće samo u idealnim uslovima kada se traka staklene mase ne prekida. S obzirom da dve peći treba da budu rekonstruisane kapaciteti za izvlačenje iznose 310 dana — peći³ odnosno 7.400 časova.

Kapaciteti za rezanje stakla radiće u dve smene iz 42-časovne radne nedelje uporedno sa aktivnim periodima peći što iznosi 4.300 časova rada.

c) *Vreme* koje je potrebno za proizvodnju 100.000 kvadratnih metara³ za pojedine debljine stakla u fazi izvlačenja i fazi rezanja iznosi:

Vrste stakla po debljinama	U časovima trajanja rada za	
	izvlačenje	rezanje
— za 100 hilj. m ² debljine 2 mm	70	40
— za 100 hilj. m ² debljine 3 mm	51	35
— za 100 hilj. m ² debljine 4 mm	37	30

² Čas kao vremenska jedinica rada kapaciteta odnosi se na rad svih peći zajedno a ne na čas — peć, kako je to u nekim drugim slučajevima postavljen.

³ 100.000 metara kvadratnih stakla uzeta je kao jedinica mere.

d) *Dopunski uslovi* za ovu vrstu stakla su: 1) obim potražnje na domaćem i inostranom tržištu i 2) obim potreba interne realizacije za proizvodnju kaljenog stakla. Zahteve potražnje za pojedine vrste stakla prema ugovorima sa domaćim i inostranim kupcima i prema proceni porasta potražnje pokazuju podaci:

Vrsta stakla	Ugovoreno sa kupcima		Interna realiz.	Ukupno
	na domaćem t r ž i š t u	na inostranom		
staklo 2 mm deb	6,200.000	800.000	50.000	7,500.000
staklo 3 mm deb.	1,400.000	150.000	150.000	1,700.000
staklo 4 mm deb.	300.000	150.000	150.000	600.000

e) *Dobit kao krajnji cilj* u našem smislu predstavlja razliku između prodajne vrednosti i planske cene koštanja po jedinici proizvodnje. Konkretno razlika između prodajne cene i cene koštanja po pojediniim vrstama stakla iznosi:

- za 100 hilj. m² debljine 2 mm 11
- za 100 hilj. m² debljine 3 mm 21
- za 100 hilj. m² debljine 4 mm 26

Na osnovu napred datih činjenica problem za određivanje optimalne proizvodnje prozorskog stakla sastojao bi se u sledećem: 1) Industrija stakla je jedini proizvođač svih dimenzija prozorskog stakla, 2) Postoje dva osnovna pogona za tu proizvodnju-kapacitet za izvlačenje i kapacitet za rezanje stakla, 3) Svaki artikal zahteva različito vreme proizvodnje u jednom ili drugom kapacitetu, 4) Kapaciteti i uslovi prodaje su ograničeni dok se ostali elementi proizvodnje ne postavljaju kao problem, 5) Dobit za pojedine vrste proizvoda po jedinici proizvoda je različita.

Sa aspekta krajnjih ciljeva koji su postavljeni kao težnja da se postigne najveća moguća masa dobiti problem se postavlja u tome kako odrediti plan proizvodnje po pojediniim proizvodima da preduzeće nacionalnije iskoristi sve mogućnosti za ostvarenje maksimalne dobiti.

2. Postavljanje modela za rešavanje problema iz programa za vučeno staklo za prozore

Da bi postavili model potrebno je da elemente kojima je definisan problem postavimo u vidu zadatka, čije osnove predstavljaju najvažniji deo matematičkog modela.

Tehničke i tehnološke uslove za program za vučeno staklo za prozore koje se proizvodi u tri vrste kroz dva kapaciteta pokazuje sledeća tabela:

Pogon-kapacitet	Vreme potrebno za proizvodnju 100 hiljad. m ² u časovima			Ukupno raspo- loživi kapa- citeti	
	P r o i z v o d				
	2 mm	3 mm	4 mm		
1. Izvlačenje	70	51	37	7,400	
2. Rezanje	40	35	30	4,300	
D O H O D A K na 100 hiljada m ² u milionima dinara	11	21	26		

Treba napomenuti da ovom tabelom nisu obuhvaćeni dopunski uslovi koji su pri definisanju problema jasno precizirani.

Problem se u matematičkom smislu konačno svodi na zahtev da se pronađe optimalni program proizvodnje pri datim ograničenjima čijom realizacijom bi preduzeće ostvarilo maksimalnu dobit. Dakle, kriterijum je dobit po jedinici proizvoda a ograničavajući uslovi su raspoloživi kapaciteti i tražnja pojedinih proizvoda. Na osnovu svega toga mogli bi da postavimo matematički model u sledećoj formi:

a) utvrditi maksimalnu vrednost funkcije kriterijuma:

$$(max) f = 11x_1 + 21x_2 + 26x_3$$

b) pod ograničenjima:

$$\begin{array}{ll} 70x_1 + 51x_2 + 37x_3 & \leq 7.400 \\ 40x_1 + 35x_2 + 30x_3 & \leq 4.300 \\ x_1 & \leq 7,500.000 \\ x_2 & \leq 1,700.000 \\ x_3 & \leq 600.000 \end{array}$$

$$\text{uz uslov: } x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Uvođenjem dopunskih promenljivih x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 , koje predstavljaju neiskorišćene kapacitete odnosno uslove, dobijamo sledeći proširenji matematički model:

$$(ma) f = 11x_1 + 21x_2 + 26x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_8$$

$$\begin{array}{lll} 70x_1 + 51x_2 + 37x_3 + x_4 & = 7.400 \\ 40x_1 + 35x_2 + 30x_3 + x_5 & = 4.300 \\ x_1 & + x_6 & = 7,500.000 \\ x_2 & + x_7 & = 1,700.000 \\ x_3 & + x_8 & = 600.000 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 & 0 \end{array}$$

Ovaj matematički problem u vektorskom obliku izgleda ovako:
 $(\max) f = (11, 21, 26, 0, 0, 0, 0, 0)$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 70 & 51 & 37 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 40 & 35 & 30 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7.400 \\ 4.300 \\ 7.500.000 \\ 1.700.000 \\ 600.000 \end{pmatrix}$$

Ovim je do sada rešena ključna faza, jer je cilj koji se pod određenim uslovima treba da ostvari izražen u obliku matematičkog modela. Ostaje da se reši model što u suštini znači da se primeni i sprovede određena tehnika za rešavanje.

B. DEFINISANJE PROBLEMA I POSTAVLJANJE ZA PROGRAM ZA LIVENO STAKLO

1. Definisanje problema za program za liveno staklo

Program za liveno staklo zasnovan je na sledećim činjenicama:

- a) Liveno staklo se proizvodi samo u Industriji stakla Pančevo za čitavu našu zemlju.
- b) Industrija stakla Pančevo liveno staklo proizvodi u dve osnovne vrste: ornament i armirano.
- c) Liveno staklo se proizvodi u posebnom pogonu kroz dva kapaciteta: kapacitet za livenje i kapacitet za rezanje.
- d) Kapaciteti za proizvodnju ove vrste stakla za godinu dana su: 7.000 uodeljenju za livenje i 4.000 časova uodeljenju za rezanje.
- e) Vreme koje je potrebno za proizvodnju 100 hiljada metara kvadratnih ornament stakla iznosi 350 a za proizvodnju iste količine armiranog stakla 525. časova rada.

Za rezanje 100 hiljada metara kvadratnih potrebno je vreme za ornament 250 a za armirano 300 časova rada.

f) Razlika između prodajne cene i planske cene koštanja za 100 hilj. metara kvadratnih:

— ornament stakla iznosi	26 miliona dinara
— armiranog stakla iznosi	40 miliona dinara.

g) Ukupna potražnja na domaćem i inostranom tržištu za ornament staklo iznosi 950 hilj. a za armirano staklo 440 metara kvadratnih.

U cilju koknretnijeg određivanja problema navodimo napred iznete činjenice:

1) Industrija stakla Pančevo jedini proizvođač ovih vrsta stakla proizvodi ornament i armirano staklo u dve faze: livenje i rezanje, čiji su kapaciteti ograničeni.

2) Svaki od ova dva proizvoda zahteva različito vreme proizvodnje u jednom i drugom pogonu.

3) Potražnja za ove proizvode je različita po obimu i strukturi.

4) Dohodak je za pojedine proizvode takođe različit po jedinicama proizvoda.

2. Postavljanje modela za rešavanje problema iz programa za liveno staklo

Kao i u prethodnom slučaju najpre ćemo problem postaviti u formi zadatka u kome ćemo najveći deo tehničkih i tehnoloških uslova sistematizovati:

Pogon kapacitet	Vreme potrebno za proizvodnju 100 hiljada m ² u časovima		Ukupno raspoloživi kapaciteti	
	P r o i z v o d			
	ornament	armirano		
1. Livenje	350	525	7.000	
2. Rezanje	250	300	4.000	
D O H O D A K				
na 100 hilj. m ²				
u milionima din.	26	40		

Pri definisanju problema istaknuti su i dopunski problemi koji treba da predstavljaju važan element u postavljanju modela.

Kriterijum za određivanje optimalnog programa proizvodnje za liveno staklo je dobit po jedinici proizvoda a ograničavajući uslovi su raspoloživi kapaciteti u pogonu za livenje i pogonu za rezanje livenog stakla kao i potražnja određenih vrsta i količine proizvoda ove vrste stakla. Polazeći od onoga kako je problem definisan i kako su konačno postavljeni kriterijumi i uslovi model za rešavanje toga problema sastojao bi se u tome da se njegovim rešenjem dobije odgovor na pitanje koji je optimalni program za proizvodnju livenog stakla u datim ograničenjima kada preduzeće želi da ostvari maksimalnu moguću dobit. U tom smislu problem se postavlja u sledećem matematičkom modelu:

a) utvrditi maksimalnu funkciju kriterijuma:

$$(max) f = 26x_1 + 40x_2$$

b) pod ograničenjima:

$$350x_1 + 525x_2 \leq 7.000$$

$$250x_1 + 300x_2 \leq 4.000$$

$$x_1$$

$$x_2$$

$$\text{uz uslov } x_1, x_2 \geq 0$$

$$\leq 950 \text{ (mil)}$$

$$\leq 440 \text{ (mil)}$$

Uvođenjem dopunskih promenljivih (x_3, x_4, x_5, x_6) koje u ovom slučaju treba da predstavljaju neiskorišćene mogućnosti dobija se složeniji matematički model:

$$\begin{array}{rcl}
 (\max) f = 26x_1 + 40x_2 + x_3 + x_5 + x_6 & & \\
 350x_1 + 525x_2 + x_3 & = 7 & (\text{hilj}) \\
 250x_1 + 300x_2 + x_4 & = 4 & (\text{hilj}) \\
 x_1 & + x_5 & = 950 & (\text{hilj}) \\
 x_2 & + x_6 & = 440 & (\text{hilj})
 \end{array}$$

$$\text{uz uslov: } x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$$

Problem koji smo napred iskazali u obliku modela može se iskazati u vektorskom obliku:

$$(\max) f = (26, 40, 0, 0, 0, 0) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 350 & 525 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 250 & 300 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7 \\ 4 \\ 950 \\ 440 \end{pmatrix}$$

Prikazivanjem u vektorskom obliku problem za program za kaljeno staklo je konačno postavljen i u daljem postupku ostaje da se primeni određena tehnika rešavanja modela. Rešavanjem modela konačno se dobija odgovor na napred postavljeno pitanje u smislu koje vrste i u kojim količinama treba proizvoditi liveno staklo da bi se time obezbedila maksimalna dobit iz programa za liveno staklo.

C. DEFINISANJE PROBLEMA I POSTAVLJANJE MODELAA ZA PROGRAM ZA KALJENO STAKLO

1. Definisanje problema za program za kaljeno staklo

Program za kaljeno staklo može se definisati na osnovu sledećih činjenica:

- a) U Industriji stakla Pančeve kaljeno staklo se proizvodi u dve vrste, i to: kao: 1) obično kaljeno (sigurnost) i 2) lepljeno kaljeno (panpleks).

b) Kapaciteti za jednu i drugu vrstu za konkretni period biće:
 1) Polirnica sa modelarnicom i 2) Kalionica. Polirnica će raditi 4.400 časova (264.000 minuta) a Kalionica 7.000 časova (420.000 minuta):

c) Vreme potrebno za proizvodnju jednog kvadratnog metra jedne ili druge vrste u jednom ili drugom pogonu izgleda ovako:

V r s t a s t a k l a	O p e r a c i j a	
	Kaljenje minuta	Poliranje minuta
Sigurnosno	18	14
Pampleks	10	12

d) Razlika između prodajne i planske cene koštanja za obe vrste proizvoda iz ovog programa data je u sledećoj koloni:

- za 1 metar kvadratni sigurnost stakla dobit je 10.000 din.
- za 1 metar kvadratni pampleks stakla dobit je 12.000 din.

e) Potražnja za jednu i drugu vrstu kaljenog stakla prema ugovorima i predviđanjima na inostranom i domaćem tržištu treba da iznosi:

- | | |
|----------------|--------|
| — za sigurnost | 80.000 |
| — za pampleks | 30.000 |

2. Postavljanje modela za rešavanje problema iz programa za kaljeno staklo

Na osnovu napred datih podataka problem se u najkraćem smislu može postaviti ovako: Industrija stakla Pančeve proizvodi dva proizvoda iz grupe kaljenog stakla koji u toku procesa proizvodnje prolaze kroz dva kapaciteta. Tehnički i tehnološki uslovi za proizvodnju tih proizvoda u oba kapaciteta precizirani su sledećom tabelom:

Pogon-kapacitet	Vreme potrebno za proizvodnju $1 m^2$ kaljenog stakla u minutima		Ukupno raspoloživi kapaciteti
	sigurnost	pampleks	
Kalionica	18	10	420 hilj
Polirnica	14	12	264 hilj

Definisani su takođe i dopunski uslovi programa kroz obim i strukturu potražnje ovih proizvoda.

Kao i u prethodnim slučajevima problem se konkretno sastoji u tome da se odredi najpovoljniji program proizvodnje za kaljeno staklo u napred datim ograničenjima kojim će fabrika u pogonu za

kaljeno staklo ostvariti maksimalnu dobit. Prema tome i ovde je cilj koji se želi da postigne maksimalna dobit iz konkretnog programa. Kriterijum je dobit po pojedinih vrstama proizvoda iz ove grupe a ograničavajući uslovi su raspoloživi kapaciteti i potražnja.

Na osnovu svega toga može se postaviti sledeći matematički model:

a) utvrditi maksimalnu vrednost funkciju kriterijuma:

$$(max) f = 10x_1 + 12x_2$$

b) pod ograničenjima:

$$18x_1 + 10x_2 \leq 420$$

$$14x_1 + 12x_2 \leq 264$$

$$x_1 + x_2 \leq 80$$

$$x_2 \leq 30$$

$$\text{uz uslov: } x_1, x_2 \geq 0$$

Uvođenjem dopunskih promenljivih dobija se kompletnejji matematički model:

$$(max) f = 10x_1 + 12x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6$$

$$18x_1 + 10x_2 + x_3 = 420$$

$$14x_1 + 12x_2 + x_4 = 264$$

$$x_1 + x_3 + x_5 = 80$$

$$x_2 + x_6 = 30$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$$

Ovaj problem u matričnom obliku treba da izgleda ovako:

$$(max) f = (10, 12, 0, 0, 0, 0) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 18 & 10 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 12 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 420 \\ 264 \\ 80 \\ 30 \end{pmatrix}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 = 0$$

Cilj koji se želi da postigne uz određene uslove prikazan je napred datim modelom. Treba odrediti koje vrste i u kojim količinama proizvoditi da bi se optimalno iskoristile mogućnosti i ostvarila maksimalna dobit iz ovog programa.

D: DEFINISANJE PROBLEMA I POSTAVLJANJE MODELA ZA PROGRAM ZA NEUTRO STAKLO

1. Definisanje problema za program za neutro staklo

- a) Po programu je predviđeno da se u pogonima za neutro staklo proizvode samo ampule, fiole, i epruvete.
- b) Svi ovi proizvodi prolaze kroz dva kapaciteta: kapacitet za izvlačenje cevi i kapacitet za preradu cevi. Zbog remonta peći kapaciteti za izvlačenje iznose 6.800 časova a kapaciteti za preradu cevi 4.050 časova.
- c) Vreme potrebno za proizvodnju 100 komada proizvoda pokazuje sledeće tabela koja obuhvata sve prve proizvoda i sve kapacitete u ovom programu.

	Vreme potrebno za proizvodnju 1000 kom. u min.	
	izvlačenje cevi	prerada cevi
ampule	2	105
fiole	3	2
epruvete	4	2

- d) Razlika između prodajne cene i cene koštanja (dubit) po jedinici proizvoda za pojedine vrste proizvoda iz ovog programa je različita, što se može videti iz sledećih podataka:

— za 1000 komada ampula	1.200 din.
— za 100 komada fiola	1.300 din.
— za 1000 komada epruveta	1.100 din.

- e) Na osnovu postignutih ugovora o prodaji sa najvažnijim kupcima iz zemlje i inostranstva i na osnovu analize mogućnosti prodaje utvrđeno je da se mogu prodati sledeće količine:

— ampula	85.000.000
— fiola	5.000.000
— epruveta	5.000.000

Treba posebno naglasiti da postoji bitna razlika između predviđanja prodaje pa i optimalnog programa proizvodnje po ovom programu gde imamo pored Industrije stakla još nekoliko proizvođača i predviđanja prodaje i optimalne proizvodnje u ostalim programima o kojima je bilo napred reči. Dakle, predviđanje optimalne proizvodnje, a u prvom redu prodaje kao jednog od uslova za određivanje optimalnog programa, kod ampula, fiola i flašica je mnogo komplikovanije, jer postoji više proizvođača ove vrste proizvoda u našoj zemlji, koji mogu imati uticaja na konačnu realizaciju predviđenog programa.

2. Postavljanje modela za rešavanje problema iz programa za neutro staklo

Na osnovu elemenata koji su izneti za definisanje problema neutro stakla možemo precizirati najosnovnije: Pogon za proizvodnju neutro stakla ima dva kapaciteta kroz koje prolaze svi proizvodi u procesu proizvodnje. Tehničke i tehnološke uslove za proizvodnju napred pomenutih proizvoda u određenim kapacitetima dajemo u sledećoj tabeli:

Kapaciteti	Vreme potrebno za proizvodnju 1000 kom. u minutima. ¹			Ukupno raspoloživi kapaciteti (u min.)	
	Proizvod				
	ampula	fiola	epruveta		
1. Izvlačenje cevi	2	3	4	408 hilj.	
2. Prerada cevi	1,05	2	2	243 hilj.	

Dodatne uslove kao što je potražnja na ovom mestu ne treba posebno isticati ali ih obavezno u model uneti.

Problem se konačno sastoji u tome da se pod napred iznetim uslovima pronađe takva struktura i obim proizvodnje koja će omogućiti da se ostvari najveća moguća dobit iz programa za neutro staklo.

U cilju rešavanje problema može se postaviti sledeći matematički model na osnovu koga će se odrediti optimalni program proizvodnje u kome se može ostvariti maksimalna dobit:

a) utvrditi maksimalnu vrednost sledeće funkcije kriterijuma:

$$(\max) f = 1200x_1 + 130x_2 + 110x_3$$

b) pod ograničenjima:

$$2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 408 \text{ (hilj. min)}$$

$$1,05x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 243 \text{ (hilj. min.)}$$

$$x_1 \leq 185 \text{ (mil. kom.)}$$

$$x_2 \leq 5 \text{ (mil. kom.)}$$

$$x_3 \leq 5 \text{ (mil. kom.)}$$

$$\text{uz uslov: } x_1, x_2, x_3 \leq 0$$

Kada se u napred dati model unesu i dopunske promenljive koje za ovaj slučaj predstavljaju veličine neiskorišćenih kapaciteta onda dobijamo sledeći model:

$$(\max) f = 1200x_1 + 1300x_2 + 1100x_3 + x_4 + x_5 + x_6x_7 + x_8$$

$$2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 408$$

$$1,05x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_5 = 243$$

$$x_1 + x_6 = 185$$

$$x_2 + x_7 = 5$$

$$x_3 + x_8 = 5$$

$$x_1, x_2, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \leq 0$$

Ovaj problem u vektorskem obliku izgleda ovako:

$$(\max) f = (1200, 1300, 1100, 0, 0, 0, 0, 0)$$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1.05 & 2 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 408 \\ 243 \\ 185 \\ 5 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$x' = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8) \geq 0$$

Rešavanjem ovog problema kako smo već konstatovali dobija se odgovor na pitanje koje vrste i u kojim količinama treba proizvoditi iz program za neutro staklo pa da se postigne maksimalna dobit iz te proizvodnje.

* * *

Osnovni cilj ovoga rada je da problem pravilno i potpuno definisemo i da na osnovu toga postavimo model za rešavanje toga problema. Rešavanje modela u operacionim istraživanjima predstavlja samo primenu i sprovođenje određene tehnike koja se u savremenim uslovima zbog složenosti rešenja sve više prepušta računarima. Prema tome, ovom analizom optimalne proizvodnje tretiraju se samo dve faze iz operacionog istraživanja-faza definisanja problema i faza postavljanje modela za rešavanje problema. Izostavljena je tehnika rešavanja problema na koju se nadovezuju: provera rešenja, stabilizacija rešenja i donošenje odluke o prihvatanju rezultata dobijenih po rešenju.

Može se, takođe, primetiti da je pri definisanju problema kao i pri postavljanju modela za rešavanje problema izostavljeno tretiranje dva vrlo važna faktora proizvodnje-radne snage i materijala. Međutim, ti faktori-mada od velike važnosti za proizvodnju-u našem slučaju određivanja optimalnog programa proizvodnje ne pojavljuju se kao ograničavajući uslovi. Treba imati na umu da je stalno postojanje određenih količina materijala i radne snage osnovni preduslov za održavanje kontinuiteta staklarske proizvodnje po furko sistemu, gde se prekidi proizvodnog procesa ni po koju cenu ne dozvoljavaju.

Orientacija ove analize na najvažnije faze u određivanju optimalnog programa proizvodnje ne treba da znači sužavanje domena ispitivanja, problema, već, naprotiv, stvaranje uslova za dublje i svestranije sagledavanje svih faktora koji utiču na poslovanje preduzeća.

Ovim radom kako je već konstatovano nije zahvaćen čitav proces operacionog istraživanja ali je ipak interesantno da se iznesu rezultati na osnovu kojih se može dobiti predstava o realnosti iznetih predviđanja. Treba, međutim, napomenuti da je aktivnost u Industriji stakla Pančevo jednim delom tehnizirana, jer je sama priroda tehnološkog procesa proizvodnje u nekim oblastima, kao što su, na primer, livenje i izvlačenje, potisnula volju čoveka. No poznavanje súštine problema sa ovog našeg aspekta ne može biti suvišno, jer se u praksi dešavalo da se zbog neznanja zauzme potpuno pogrešna orijentacija i na toj osnovi traže potpuno suprotna rešenja od onoga što se u krajnjem slučaju želi da postigne.

Rezultate koji se dobijaju na osnovu krajnjih rešenja možemo analizirati sa dva aspekta:

1. u kojoj meri naša predviđanja u programu odgovaraju realnosti i
2. u kojoj meri se kolektiv pridržavao tih programa koji su osnova za postavljanje plana proizvodnje.

Naročitu pažnju zaslužuju pokazatelji na osnovu kojih se može konstatovati da je većina elemenata za definisanje problema i postavljanje modela u određivanju optimalnog programa proizvodnje konacno ostvarena sa 100%. Ovim je potvrđena jedna osnovna postavka da od tačnosti podataka koji predstavljaju osnovu problema odnosno modela zavisi ispravnost i tačnost rešenja.

S druge strane ovaj aspekt analize potvrđuje da je ovim predviđanjima obezbeđen visok stepen stabilizacije elemenata i faktora koji predstavljaju model. Konkretno, ostvarenje potrebnog vremena za proizvodnju određenih proizvoda, u pojedinim kapacitetima, ostvareno je na relaciji od 97—102%, a dobit po pojedinim proizvodima od 98—101%.

Nema bitnih razlika između rešenja dobijenih na osnovu postavljenih modela i ostvarenih rezultata kod većine proizvoda. Zaslužuje posebnu pažnju razlika koja se pojavljuje između ostvarenja i dobijenog optimalnog rešenja kod kaljenog stakla. Rezultati po ovom rešenju iz programa su $f = 264$, $x_2 = 22.000$ i $x_1 = 0$. Prema tome, pogon za kaljeno staklo imao je mogućnosti da ostvari dobit od 264 mil. dinara da je svoju aktivnost usmerio na ostvarenje optimalnog programa proizvodnje koji je po rešenju modela utvrđen na 22.000 kvadratnih metara pappleks stakla.

Međutim, pogon za kaljeno staklo je imao drugu orijentaciju od ove koju je metoda programiranja optimalne proizvodnje signalizirala. U tom pogonu je ostvareno na ime dobiti 234 miliona dinara, odnosno proizvedeno je sigurnosnog stakla 9.000 i pappleks stakla 12.000 kvadratnih metara.

Razlike koje se pojavljuju između predviđenog i stvarno iskorišćenog kapaciteta za određeni pogon mogu se videti iz sledećih podataka.

Kapacitet	Utvrđeno na osnovu rešenja			Stvarno ostvareno		
	Ukupno	iskorišć.	neiskor.	Ukupno	iskor.	neiskor.
Kalionica	420.000	222.000	200.000	420.000	372.000	48.000
Polirnica	264.000	264.000	—	270.000	270.000	—

Na ostalim uporednim analizama između ostvarenja i predviđanja, odnosno rešenje ne treba se posebno zadržavati, jer su sve one postavljene na istom principu.

Todor Cirić, asistent
Pravno-ekonomskog fakulteta
u Nišu

RÉSUMÉ

L'idée fondamentale sur laquelle est basé ce travail est de montrer sur un exemple concret qu'il est absolument possible de déterminer un programme optimum de la production pour une entreprise dans tous les cas où l'activité toute entière de la collectivité peut être divisée en exploitations et que dans ce sens la production d'une exploitation soit traitée comme un programme spécial. La condition requise pour une telle division et pour qu'on puisse poser le problème d'une telle façon est l'autonomie et l'indépendance absolues des diverses exploitations. Dans ce sens l'industrie de la verrerie est divisée en quatre programmes au moyen desquels est traité l'ensemble des problèmes relatifs à la détermination de la production optimale.

- 1° Le programme pour le verre à vitre,
- 2° Le programme pour le verre étiré,
- 3° Le programme pour le verre trempé et
- 4° le programme pour le verre neutre.

Dans ce travail ne se trouvent pas comprises toutes les phases des recherches opérationnelles qui, toutes ensemble, donnent le résultat définitif sur le programme optimum de la production. Cependant, ce travail est orienté sur les deux phases principales qui représentent le contenu fondamental dans la détermination du programme optimum de la production — la phase de la définition du problème et la phase de l'établissement du modèle. La phase de la résolution du modèle représente une technique qui, dans les conditions contemporaines, est réalisée par les appareils de calcul électroniques.

Le critère pour la détermination du programme optimum de la production est le profit et les conditions limitatives sont généralement les capacités disponibles et le volume et la structure de la demande de ces produits. Le problème se pose, par conséquent, dans le sens de la détermination du programme optimum de la production dans le but de la réalisation du profit maximum dans les conditions limitatives données.