



OPTIMIZACIJA PROIZVODNJE KORIŠĆENJEM SOFTVERA „QSB”

OPTIMIZATION OF MANUFACTURING PROCESS BY USING SOFTWARE „QSB”

Radisav Đukić⁽¹⁾, Milovan Mutavdžić⁽¹⁾, Jelena Jovanović⁽¹⁾

Rezime: Rad tretira problem optimizacije sa aspekta maksimalnog korišćenja proizvodnih potencijala uz respektovanje realnih tržišnih ograničenja.

Ključne reči: optimizacija, proizvodni program, proizvodni sistemi.

Abstract: This paper treats the problem of optimization concerning the maximal using of production potential and regarding real market limitations.

Key words: optimization, production program, production system.

1. UVOD

Pitanje proizvodnog programa od strateškog je značaja za poslovanje, opstanak i razvoj poslovno-proizvodnih sistema. Optimalni proizvodni program predpostavlja postojanje kvantitativne mere poređenja sa ostalim dopustivim rešenjima i često je izraz kompromisa između željenog cilja i ograničenja koja uslovljavaju mogućnost postizanja ekstremnih rešenja. Značaj optimizacije proizvodnog programa utoliko je veći jer je on osnova za sve ostale planove.

Za matematičko modeliranje najčešće se koristi metoda linearnog programiranja (LP) čija primena počiva na predpostavci da su relevantne veličine determinističkog karaktera što ne odgovara realnosti jer se radi o stohastičkim veličinama. Zbog toga su detaljno istraženi svi parametri koji se ugrađuju u model kako bi dobijeno rešenje imalo upotrebnu vrednost.

2. MATEMATIČKI MODEL

U cilju definisanja matematičkog modela LP utvrđeni su normativi mašinskog vremena za sve aktuelne proizvode ($x_j, j = \overline{1,22}$) po komponentnim kapacitetima ($m_i, i = \overline{1,8}$) za organizacioni sistem S_{31} . Pored ograničenja raspoloživih mašinskih kapaciteta u matematičkom modelu prisutna su i ograničenja koja definišu apsorpcionu moć tržišta (tabela br. 1).

Matematički model LP iskazan u sažetoj formi koristeći matrice i vektore ima sledeći oblik:

$$\begin{aligned} \text{MAX } F(X) &= C \cdot X \\ A \cdot X &\leq b \\ X &\begin{cases} \leq \\ \geq \end{cases} G \end{aligned} \quad (1)$$

$$C(1 \times 22), X(22 \times 1), A(30 \times 22), B(22 \times 1), \\ G(22 \times 1),$$

Tehnološka matrica (A), vektor koeficijenta u funkciji cilja (C) i vektor ograničenja prikazani su u tabeli broj 1.

OPTEREĆENJE KAPACITETA U PODSISTEMU S_{31}											
Redni broj	Oznaka	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	c_j	Ogranič. (kom/god) 10^4
1	X1	0	0	0	0	0	910	0	0	910	≥ 11
2	X2	0	0	4284	0	0	0	0	0	4284	≥ 11
3	X3	0	0	0	0	375	0	0	0	375	≥ 22
4	X4	0	0	0	1154	0	0	0	0	1154	≥ 11
5	X5	0	0	0	1154	0	0	0	0	1154	≥ 11
6	X6	0	0	536	0	0	0	0	0	536	≥ 11
7	X7	0	0	3750	0	0	0	0	0	3750	≥ 11
8	X8	0	0	0	1154	0	0	0	0	1154	≥ 11
9	X9	0	0	0	0	0	556	0	0	556	≥ 11
10	X10	0	0	750	0	0	0	0	0	750	≥ 25
11	X11	0	0	750	0	0	0	0	0	750	≥ 25
12	X12	0	0	0	417	0	0	0	0	417	≥ 25
13	X13	3488	0	1744	0	0	872	0	0	6104	≥ 5
14	X14	0	0	469	0	0	0	0	0	469	≥ 10
15	X15	5000	0	2500	0	0	1250	0	0	8750	≥ 30
16	X16	0	0	469	0	0	0	0	0	469	≥ 30
17	X17	0	0	0	577	0	0	0	0	577	≥ 30
18	X18	0	0	0	7500	0	0	0	0	7500	≥ 30
19	X19	13236	0	0	0	0	3750	0	0	16986	$\leq 0,3$
20	X20	1875	0	1875	0	0	0	0	0	3750	$\leq 0,3$
21	X21	0	0	0	0	750	0	0	0	750	≥ 30
22	X22	0	0	0	0	0	0	0	5357	5357	≥ 15
Raspoloživo:		3916	4005	23572	8011	12461	8188	3798	4005	67956	

Tabela 1 - Tehnološka matrica (A), vektor koeficijenta u funkciji cilja (C) i vektor ograničenja

3. APLIKATIVNI PROGRAM „QSB”

Ulazni podaci u programu QSB (Quantitative Systems for Business) za rešavanje problema LP su: ekstremna vrednost funkcije cilja (min ili max), ukupan broj promenljivih (proizvoda) ukupan broj

Max +.009100X1 +.042840X2 +.003750X3 +.011540X4 +.011540X5
+.005360X6 +.037500X7 +.011540X8 +.005560X9 +.007500X10
+.007500X11 +.004170X12 +.061040X13 +.004690X14 +.087500X15
+.004690X16 +.005770X17 +.075000X18 +.169860X19 +.037500X20
+.007500X21 +.053570X22

Subject to

(1) +.000000X1 +.000000X2 +.000000X3 +.000000X4 +.000000X5
+.000000X6 +.000000X7 +.000000X8 +.000000X9 +.000000X10
+.000000X11 +.000000X12 +.034880X13 +.000000X14 +.050000X15
+.000000X16 +.000000X17 +.000000X18 +.132360X19 +.018750X20

ograničenja i broj ograničenja tipa „ \geq ”. Na osnovu ovih podataka program definiše matematički model u razvijenom obliku u koga treba uneti numeričke vrednosti koeficijena matrice A i vektora B i C.

Rešenje:

Summarized Results for pis						Page : 1
Variables	Solution	Opportunity Cost	Variables	Solution	Opportunity Cost	
No. Names			No. Names			
1 X1	+723535.12	0	16 X16	+30000.002	0	
2 X2	+297344.53	0	17 X17	+30000.002	0	
3 X3	+3262933.2	0	18 X18	+30000.002	0	
4 X4	+173882.13	0	19 X19	+3000.0002	0	
5 X5	+110000.00	0	20 X20	0	+1.234E-09	
6 X6	+110000.00	0	21 X21	+30000.002	0	
7 X7	+110000.00	0	22 X22	+74761.992	0	
8 X8	+110000.00	0	23 S1	0	+1.0000000	
9 X9	+110000.00	0	24 S2	+4005.0000	0	
10 X10	+250000.00	0	25 S3	0	+1.0000000	
11 X11	+250000.00	0	26 S4	0	+1.0000000	
12 X12	+250000.00	0	27 S5	0	+1.0000000	
13 X13	+50000.004	0	28 S6	0	+1.0000000	
14 X14	+100000.00	0	29 S7	+3798.0000	0	
15 X15	+35498.398	0	30 S8	0	+1.0000000	

Summarized Results for pis						Page : 2
31 S9	+613535.12	0	46 A16	0	0	
32 A9	0	0	47 S17	0	0	
33 S10	+187344.53	0	48 A17	0	0	
34 A10	0	0	49 S18	0	+4.098E-10	
35 S11	+3042933.5	0	50 A18	0	-4.098E-10	
36 A11	0	0	51 S19	0	+4.098E-10	
37 S12	+63882.129	0	52 A19	0	-4.098E-10	
38 A12	0	0	53 S20	0	0	
39 S13	0	0	54 A20	0	0	
40 A13	0	0	55 S21	0	+4.808E-09	
41 S14	0	+9.322E-11	56 A21	0	-4.808E-09	
42 A14	0	-9.322E-11	57 S22	0	+2.678E-10	
43 S15	0	+2.142E-09	58 A22	0	-2.678E-10	
44 A15	0	-2.142E-09	59 S23	+5498.3950	0	
45 S16	0	0	60 A23	0	0	

Summarized Results for pis						Page : 3
61 S24	0	+2.678E-10	67 S27	0	+1.305E-08	
62 A24	0	-2.678E-10	68 S28	+3000.0000	0	
63 S25	0	0	69 S29	0	0	
64 A25	0	0	70 A29	0	0	
65 S26	0	0	71 S30	+59761.992	0	
66 A26	0	0	72 A30	0	0	

Maximum value of the OBJ = 60153 (multiple sols.) ITERS. = 27

Tabela 2 - Rezultati optimizacije proiz. programa na nivou podsistema S_{31} u softverskom paketu QSB

Sensitivity Analysis for OBJ Coefficients				Page : 1			
C(j)	Min. C(j)	Original	Max. C(j)	C(j)	Min. C(j)	Original	Max. C(j)
C(1)	+0.00910000	+0.00910000	+0.00910000	C(12)	- Infinity	+0.00417000	+0.00417000
C(2)	+0.04284000	+0.04284000	+0.12852000	C(13)	- Infinity	+0.06104000	+0.06104000
C(3)	+0.00375000	+0.00375000	+ Infinity	C(14)	- Infinity	+0.00469000	+0.00469000
C(4)	+0.01154000	+0.01154000	+ Infinity	C(15)	+0.08750000	+0.08750000	+0.08750001
C(5)	- Infinity	+0.01154000	+0.01154000	C(16)	- Infinity	+0.00469000	+0.00469000
C(6)	- Infinity	+0.00536000	+0.00536000	C(17)	- Infinity	+0.00577000	+0.00577000
C(7)	- Infinity	+0.03750000	+0.03750001	C(18)	- Infinity	+0.07500000	+0.07500000
C(8)	- Infinity	+0.01154000	+0.01154000	C(19)	+0.16985999	+0.16986001	+ Infinity
C(9)	- Infinity	+0.00556000	+0.00556000	C(20)	- Infinity	+0.03750000	+0.03750000
C(10)	- Infinity	+0.00750000	+0.00750000	C(21)	- Infinity	+0.00750000	+0.00750000
C(11)	- Infinity	+0.00750000	+0.00750000	C(22)	0	+0.05357000	+ Infinity

Sensitivity Analysis for RHS				Page : 1			
B(i)	Min. B(i)	Original	Max. B(i)	B(i)	Min. B(i)	Original	Max. B(i)
B(1)	+3641.0803	+3916.0000	+19967.680	B(16)	0	+110000.00	+173882.13
B(2)	0	+4005.0000	+ Infinity	B(17)	0	+110000.00	+1114167.3
B(3)	+15546.160	+23572.000	+ Infinity	B(18)	0	+250000.00	+1320112.0
B(4)	+7273.8003	+8011.0000	+ Infinity	B(19)	0	+250000.00	+1320112.0
B(5)	+1050.0010	+12461.000	+ Infinity	B(20)	0	+250000.00	+426786.50
B(6)	+2604.8301	+8188.0000	+ Infinity	B(21)	-0.00390625	+50000.000	+57881.875
B(7)	0	+3798.0000	+ Infinity	B(22)	0	+100000.00	+1811266.5
B(8)	+803.55005	+4005.0000	+ Infinity	B(23)	- Infinity	+30000.000	+35498.395
B(9)	- Infinity	+110000.00	+723535.12	B(24)	-0.00195313	+30000.000	+1741266.4
B(10)	- Infinity	+110000.00	+297344.53	B(25)	-0.00195313	+30000.000	+157764.25
B(11)	- Infinity	+220000.00	+3262933.5	B(26)	-0.00195313	+30000.000	+39829.328
B(12)	- Infinity	+110000.00	+173882.13	B(27)	-0.0024414	+3000.0000	+5077.0605
B(13)	0	+110000.00	+173882.13	B(28)	0	+3000.0000	+ Infinity
B(14)	0	+110000.00	+1607358.3	B(29)	-0.00195313	+30000.000	+1551466.5
B(15)	0	+110000.00	+324022.38	B(30)	- Infinity	+15000.000	+74761.992

Tabela 3 - Analiza osetljivosti koeficijena vektora C i B

4. ZAKLJUČAK

Program optimizacije omogućava dobijanje sledećih rešenja: vrednosti realnih promenljivih (x_j , $j = \overline{1,22}$), vrednosti dopunskih i veštačkih promenljivih (S_i , A_i , $i = \overline{1,30}$), analizu osetljivosti koeficijena u vektoru C i B. Angažovanje mašinskih kapaciteta, na nivou podsistema S_{31} , optimalnim proizvodnim programom iznosi:

$$\eta_m = \frac{MAXF(X)}{\sum_{j=1}^8 T_{mj}} \cdot 100 = \frac{60153}{67956} \cdot 100 = 88,5(\%)$$

(2)

LITERATURA

- [1] Đukić R., Đukić J., Višenivovsko dizajniranje procesa optimizacije proizvodnog programa, 33. Jupiter konferencija, Zlatibor, 2007.
- [2] Đukić R., Upravljanje poslovno-proizvodnim sistemima sa aspekta istraživanja optimalnog proizvodnog programa, Festival kvaliteta, Kragujevac, 2006.
- [3] Đukić R., Dinamičko uravnoteženje i upravljanje složenim poslovno-proizvodnim sistemima, 29. SPMJ, Beograd, 2002.