

## Laboratorium Metod Optymalizacji

### Sprawozdanie nr 1

#### 1. TREŚĆ ZADANIA:

Producent soku jabłkowego posiada fabryki w trzech miastach A, B i C. Sok jest dystrybuowany przez pięć hurtowni w miastach K, L, M, N i O. Jednostkowe koszt transportu z poszczególnych fabryk do hurtowni jest podany w tabeli [zł]:

	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>
<b>A</b>	400	300	200	500	100
<b>B</b>	600	300	200	500	100
<b>C</b>	300	400	500	400	600

Miesięczne możliwości produkcyjne poszczególnych fabryk wynoszą 40.000, 90.000 i 50.000. Na grudzień przewiduje się następujące zapotrzebowanie w poszczególnych hurtowniach: 30.000, 40.000, 20.000, 40.000 i 30.000.

Znajdź plan przewozu o minimalnym koszcie.

## 2. MODEL MATEMATYCZNY:

**oznaczenia:**

**i** – indeks fabryki **i** = A, B, C

**j** – indeks hurtowni **j** = K, L, M, N, O

**K<sub>ij</sub>** – jednostkowy koszt transportu między i-tą fabryką a j-tą hurtownią

**Z<sub>j</sub>** – zapotrzebowanie hurtowni **j**

**M<sub>i</sub>** – możliwości produkcyjne fabryki **i**

**X<sub>ij</sub>** – ilość towaru transportowana z fabryki **i** do hurtowni **j**

**funkcja celu:**  $(\min) \sum_{\substack{i=A \\ j=K}}^O X_{ij} \cdot k_{ij}$

**p.o.**  $\forall \sum_{i=A}^C X_{ij} \geq Z_j$  dla **j** = K, L, M, N, O

$\forall \sum_{j=K}^O X_{ij} \leq M_j$  dla **i** = A, B, C

$X_{ij} \geq 0$

## 3. MODEL PRZYJĘTY W PROGRAMIE EXCEL:

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

	K	L	M	N	O	
A	400	299	200	500	100	
B	600	300	200	500	100	
C	300	400	500	400	600	

WARTOŚĆ FUNKCJI CELU					
SUMA.IL OCZYNÓW(D4:H6;D11:H13)					

	K	L	M	N	O	
A	0	0	0	0	0	
B	0	0	0	0	0	
C	0	0	0	0	0	

WYKORZYSTANIE MOŻLIWOŚCI FABRYK					
SUMA(D11:H11)					
SUMA(D12:H12)					
SUMA(D13:H13)					

SUMA DOSTAW DO HURTOWNI	SUMA(D11:D13)	SUMA(E11:E13)	SUMA(F11:F13)	SUMA(G11:G13)	SUMA(H11:H13)

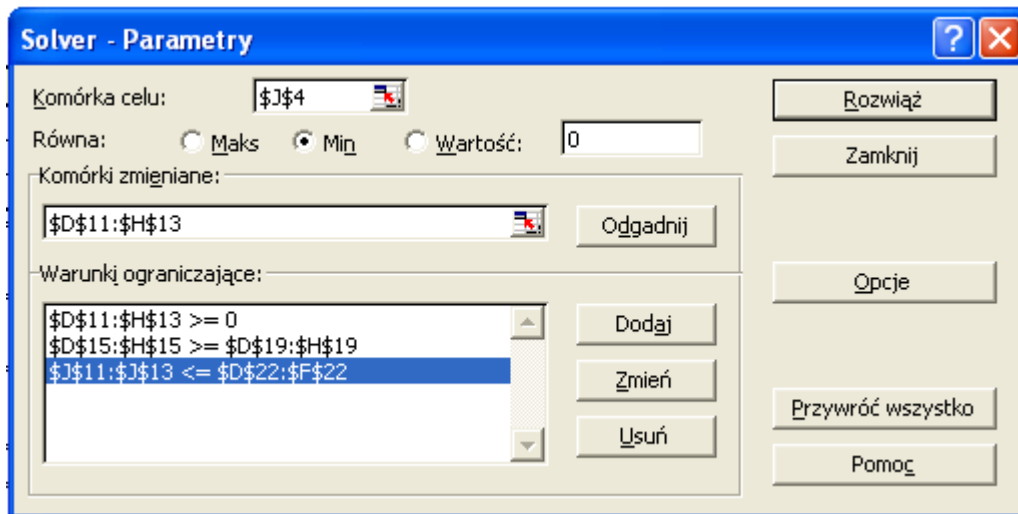
  

zapotrzebowanie w poszczególnych hurtowniach	30 000	40 000	20 000	40 000	30 000

możliwości produkcyjne poszczególnych fabryk	30 000	40 000	20 000

#### 4. PARAMETRY SOLVERA:



#### 5. ROZWIĄZANIE OPTYMALNE + RAPORT WRAŻLIWOŚCI:

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									

	K	L	M	N	O	
A	400	300	200	500	100	
B	600	300	200	500	100	
C	300	400	500	400	600	

WARTOŚĆ FUNKCJI CELU					
46 000 000					

	K	L	M	N	O	
A	0	40 000	0	0	0	
B	0	0	20 000	20 000	30 000	
C	30 000	0	0	20 000	0	

WYKORZYSTANIE MOŻLIWOŚCI FABRYK					
40 000					
70 000					
50 000					

SUMA DOSTAW DO HURTOWNI	30 000	40 000	20 000	40 000	30 000
zapotrzebowanie w poszczególnych hurtowniach	30 000	40 000	20 000	40 000	30 000
możliwości produkcyjne poszczególnych fabryk	40 000	90 000	50 000		

A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 10.0 Raport wrażliwości						
2	Arkusz: [xxxx.xls]Arkusz1						
3	Raport utworzony: 2003-04-01 12:48:24						
4							
5							
6	Komórki decyzyjne						
7							
8	<b>Komórka</b>	<b>Nazwa</b>	<b>Wartość końcowa</b>	<b>Przyrost krańcowy</b>	<b>Współczynnik funkcji celu</b>	<b>Dopuszczalny wzrost</b>	<b>Dopuszczalny spadek</b>
9	\$D\$11	A K	0	0	400	1E+30	0
10	\$E\$11	A L	40 000	0	300	0	300
11	\$F\$11	A M	0	0	200	1E+30	0
12	\$G\$11	A N	0	0	500	1E+30	0
13	\$H\$11	A O	0	0	100	1E+30	0
14	\$D\$12	B K	0	200	600	1E+30	200
15	\$E\$12	B L	0	0	300	1E+30	0
16	\$F\$12	B M	20 000	0	200	0	200
17	\$G\$12	B N	20 000	0	500	0	100
18	\$H\$12	B O	30 000	0	100	0	100
19	\$D\$13	C K	30 000	0	300	0	400
20	\$E\$13	C L	0	200	400	1E+30	200
21	\$F\$13	C M	0	400	500	1E+30	400
22	\$G\$13	C N	20 000	0	400	100	0
23	\$H\$13	C O	0	600	600	1E+30	600
24							
25	Warunki ograniczające						
26							
27	<b>Komórka</b>	<b>Nazwa</b>	<b>Wartość końcowa</b>	<b>Cena dualna</b>	<b>Prawa strona w. o.</b>	<b>Dopuszczalny wzrost</b>	<b>Dopuszczalny spadek</b>
28	\$D\$15	SUMA DOSTAW DO HURTOWNI K	30 000	400	30000	20000	20000
29	\$E\$15	SUMA DOSTAW DO HURTOWNI L	40 000	300	40000	0	40000
30	\$F\$15	SUMA DOSTAW DO HURTOWNI M	20 000	200	20000	20000	20000
31	\$G\$15	SUMA DOSTAW DO HURTOWNI N	40 000	500	40000	20000	20000
32	\$H\$15	SUMA DOSTAW DO HURTOWNI O	30 000	100	30000	20000	30000
33	\$J\$11	A WYKORZYSTANIE MOŻLIWOŚCI FABRYK	40 000	0	40000	1E+30	0
34	\$J\$12	B WYKORZYSTANIE MOŻLIWOŚCI FABRYK	70 000	0	90000	1E+30	20000
35	\$J\$13	C WYKORZYSTANIE MOŻLIWOŚCI FABRYK	50 000	-100	50000	20000	20000

## 6. ANALIZA PARAMETRU FUNKCJI CELU: DLA PARAMETRU: **AL**

dla **AL = 0**:

	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>
<b>A</b>	0	40 000	0	0	0
<b>B</b>	0	0	20 000	20 000	30 000
<b>C</b>	30 000	0	0	20 000	0

wartość funkcji celu: **34 000 000**

- spostrzeżenie: dla AL z zakresu (0, 300) rozwiązanie zadanego problemu jest takie samo (podane w tabeli) zmianie ulega jedynie wartość funkcji celu od 34 000 000 do 46 000 000;

dla **AL = 301**:

	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>
<b>A</b>	0	0	0	0	20 000
<b>B</b>	0	40 000	20 000	20 000	10 000
<b>C</b>	30 000	0	0	20 000	0

wartość funkcji celu: **46 000 000**

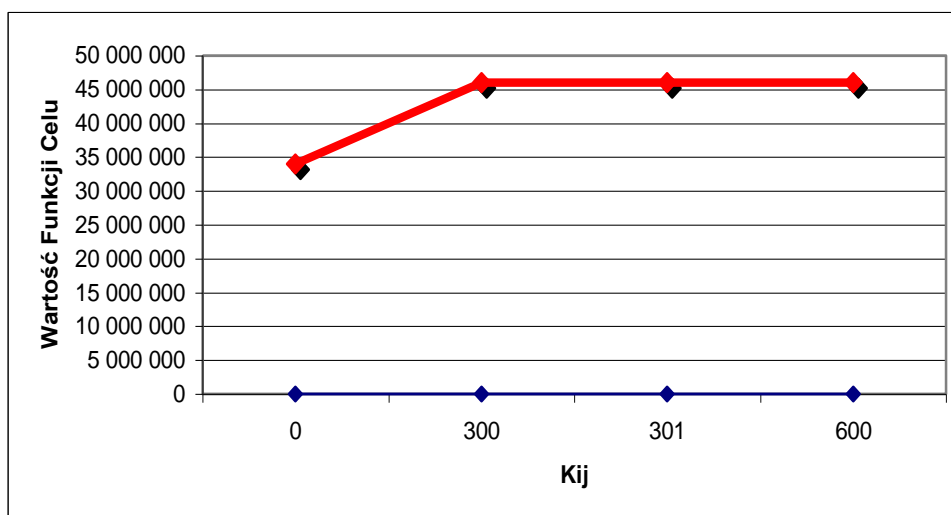
dla  $AL = 600$ :

	K	L	M	N	O
A	0	0	0	0	30 000
B	0	40 000	20 000	20 000	0
C	30 000	0	0	20 000	0

wartość funkcji celu: **46 000 000**

- spostrzeżenie: dla  $AL$  z zakresu  $(301, \infty)$  rozwiązanie ulega zmianie (podane w tabelach) natomiast wartość funkcji celu pozostaje stała i utrzymuje się na poziomie  $46\,000\,000$ ;

ilustracja zależności na wykresie:



## 7. ANALIZA PARAMETRU W OGRANICZENIACH: DLA FABRYKI: C

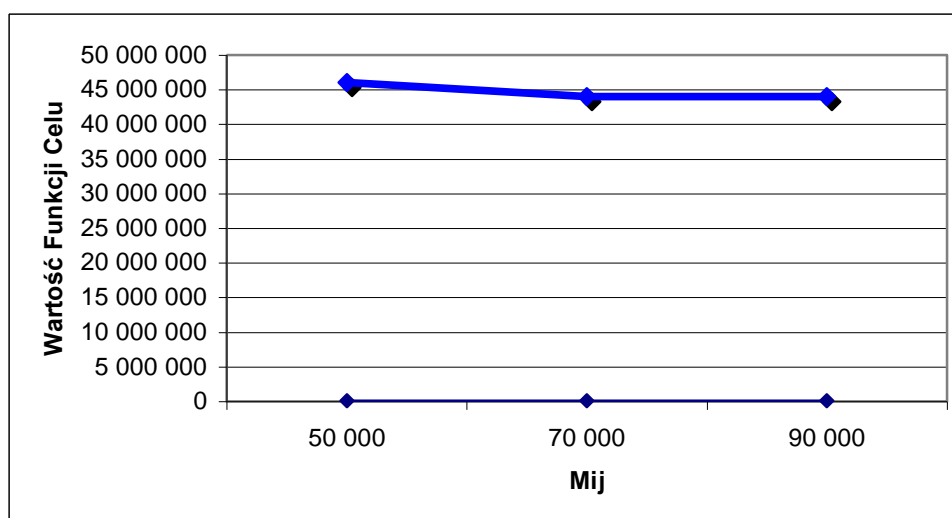
dla  $C$  powiększonego o 20 000 (= 70 000):

	K	L	M	N	O
A	0	40 000	0	0	0
B	0	0	20 000	0	30 000
C	30 000	0	0	40 000	0

wartość funkcji celu: **44 000 000**

- spostrzeżenie: w momencie zwiększenia możliwości produkcyjnych fabryki C do 70 000 rozwiązanie ulegnie zmianie oraz zmieni się wartość funkcji celu do  $44\,000\,000$  – w momencie dalszych operacji zwiększania możliwości produkcyjnych fabryki C wartość funkcji celu nie zmienia się, czyli w przedziale  $(70\,000, \infty)$  jest stała;

ilustracja zależności na wykresie:



## 8. WNIOSKI:

Celem naszego ćwiczenia była analiza problemu transportowego. Badałem wpływ zmian pewnym składników (tj. koszt transportu jednostki towaru z fabryki do hurtowni oraz możliwości produkcyjnych fabryki) problemu na cel, jakim jest minimalizacja poniesionych w tym procesie (transport jednostek produktu z fabryki do hurtowni, możemy to uogólnić od producenta do konsumenta) kosztów. Po przeprowadzeniu obliczeń doszedłem do następujących wniosków:

- podczas analizowania wpływu zmiany kosztu transportu jednostki towaru z fabryki do hurtowni, mówiąc dokładniej parametru w funkcji celu zauważyłem, że najbardziej znaczącym będzie parametr AL i to właśnie jego wybrałem do dalszych badań; zauważyłem następującą zależność, mianowicie wraz ze spadkiem wartości tego parametru minimalizowaniu ulegała nasza funkcja celu, w momencie zmniejszenia wartości tego parametru do zera funkcja celu osiągnęła wartość minimalną, to jest oczywiste ponieważ w tym momencie koszt transportu wynosi nic, przewożymy więc za darmo i opłacalne jest przewożenie towaru tą trasą dla danej hurtowni; natomiast idąc w drugą stronę to jest zwiększając ten parametr (tj. koszty transportu na tej trasie) i przekraczając wartość trzysta przewóz staje się nieopłacalny tym połączeniem, nasza funkcja celu nie zmienia wartości;

- kolejnym punktem analiz było badanie wpływu zmiany wartości parametru w ograniczeniach (tj. możliwości produkcyjnych fabryki); przy wyborze fabryki do analizy kierowałem się wartością ceny dualnej, czyli zmianę funkcji celu przy jednostkowej zmianie ograniczenia, którą mogłem odczytać z raportu wrażliwości wygenerowanego przez program Solver; wybrałem więc ograniczenie C, gdyż poszukiwałem ograniczenia o jak najbardziej ujemnej wartości ceny dualnej; ale dlaczego właśnie fabryka C: dowiedziałem się i potwierdziło się to podczas badań, iż w momencie zwiększenia możliwości danej fabryki obniża się wartość funkcji celu (tj. koszt transportu), ale nie proces zwiększania możliwości produkcyjnych przestaje się opłacać po osiągnięciu pewnej granicy; po zwiększeniu możliwości fabryki C powyżej poziomu 70 000 nie prowadzi do otrzymania korzystnej wartości funkcji celu;

Poprzez zgrabne manipulowanie instancją zadanego problemu, możemy uzyskać znacznie korzystniejsze rozwiązanie.