

10.02.2005 r.

## Optymalizacja lokalizacji i rejonizacji w sieciach dystrybucji. – cz. 2.

### Ustalenie optymalnego układu lokalizacyjno-dystrybucyjnego dla wielu uczestników

Przyczyną rozwiązywania problemu wielu lokalizacji magazynów są następujące determinanty:

- skrócenie odległości dostawy,
- skrócenie czasu dostawy,
- podniesienie poziomu obsługi klienta poprzez umożliwienie wzajemnego uzupełnienia zapasów z zasobów okolicznych magazynów.

Planowanie przestrzenne lokalizacji magazynów dotyczy w szczególności przedsiębiorstw zorientowanych na wzrost dostępności produktów zarówno pod względem odległości (czasu dostawy), jak również utrzymania założonego poziomu obsługi klienta.

Wśród metod wspomagających decyzje dotyczące lokalizacji wielu magazynów możemy znaleźć mniej lub bardziej złożone i tym samym mniej lub bardziej precyzyjne. Jedną z nich jest metoda, której celem jest minimalizacja kosztów, polegająca na ustaleniu poprzez odpowiedni model matematyczny liczby produktów, jakie mają być dostarczane z rozważanych lokalizacji magazynów do poszczególnych odbiorców. Na podstawie analizy fundamentalnej wytypowano grupę magazynów o określonych (znanych) parametrach przestrzenno-geograficznych magazynów.

Danymi wejściowymi do modelu matematycznego rozpatrywanego w poniższym przykładzie są:

- pojemność  $V_i$  i koszt stały  $K_s$  utrzymania magazynów,
- macierz kosztów jednostkowych  $k_j$  z  $i$ -tego magazynu do  $j$ -tego odbiorcy,
- znane jest także zapotrzebowanie  $Z_j$  poszczególnych odbiorców.

Minimalizacja łącznego kosztu liczona jest z następującej formuły:

$$KC = \sum (k_j * Mt) + \sum (k_s * bi) \quad [1]$$

gdzie:

$k_j$  – koszt jednostkowy przewozu towaru z  $i$ -tego magazynu do  $j$ -tego odbiorcy,

$M_t$  – masa przewożonego towaru w tonach,

$K_s$  – koszt stały utrzymania magazynu,

$b_i$  – zmienna binarna (przyjmuje wartości 0 lub 1).

### Przykład

#### Problem

Dana jest grupa siedmiu potencjalnych lokalizacji magazynów (d M1 do M7) oraz grupa ośmiu odbiorców obsługiwanych przez powyższe magazyny. Potencjał objętościowy hipotetycznych magazynów ( $V_i$ ) wynosi 11300 m<sup>3</sup> produktu x przy łącznym zapotrzebowaniu 8 odbiorców (od O1 do O8) na poziomie 4700 m<sup>3</sup>. Zgodnie z tabelą danych wejściowych (1) do przykładu, znane są następujące informacje:

- pojemność magazynów ( $V_i$ ),
- koszty stałe utrzymania magazynów ( $K_s$ ),
- koszty jednostkowe dostawy ( $k_j$ ), produktu z  $i$ -tego magazynu do  $j$ -tego odbiorcy,
- zapotrzebowanie  $j$ -tych odbiorców.

Tabela 1. Dane wejściowe do przykładu

Tabela Danych			$k_j$							
	$V_i$	$K_s$	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
M1	1200	1100	5	10	7	6	7	9	5	8
M2	1400	750	12	9	13	7	8	7	8	9
M3	2000	1600	8	3	14	12	14	7	5	10
M4	1500	850	9	8	14	14	11	10	7	12
M5	1200	1200	9	4	12	9	10	4	11	10
M6	2000	900	8	10	4	13	14	12	7	7
M7	2000	1500	10	7	3	11	5	9	9	3
	11300	B=	500	800	650	550	500	450	400	850

4700

Spośród magazynów od M1 do M7 należy wybrać magazyny o optymalnie wykorzystanej objętości oraz najniższych kosztach całkowitych.

#### Analiza problemu

W rozwiązaniu zadania posłużymy się narzędziem Solver firmy Microsoft. W tym celu należy wprowadzić do arkusza kalkulacyjnego Excel tabelę (1) z danymi wejściowymi oraz dodatkowo utworzyć tabelę roboczą prezentowaną poniżej, zawierającą pola na wielkości.

**Tabela 2. Tabela zmiennych decyzyjnych**

Magazyny	Vi*bi	bi	Mt								SumaMt <sub>Mn</sub>
			O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	
M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>SumyMt<sub>On</sub>=</b>	500	850	600	400	450	700	1000	200	

Po wprowadzeniu do arkusza razem z wcześniej wprowadzoną tabelą danych wejściowych wygląda następująco:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
13	Tabela Danych			kj								
14	Vi	Ks		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	
15	M1	1200	1100	5	10	7	6	7	9	5	8	
16	M2	1400	750	12	9	13	7	8	7	8	9	
17	M3	2000	1600	8	3	14	12	14	7	5	10	
18	M4	1500	850	9	8	14	14	11	10	7	12	
19	M5	1200	1200	9	4	12	9	10	4	11	10	
20	M6	2000	900	8	10	4	13	14	12	7	7	
21	M7	2000	1500	10	7	3	11	5	9	9	3	
22		11300	B=	500	800	650	550	500	450	400	850	4700
23												
24	Tabela zmiennych decyzyjnych			Mt								
25	Vi*bi	bi		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	SumaMt <sub>Mn</sub>
26	M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	M4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	M5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	M6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	M7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33			<b>SumyMt<sub>On</sub>=</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34												
35												
36	komórka celu		Z(X,Y)=	0								
37												

Następnie należy otworzyć w grupie poleceń narzędzie Solver i zdefiniować następujące założenia wprowadzane do pola „Warunki ograniczające”:

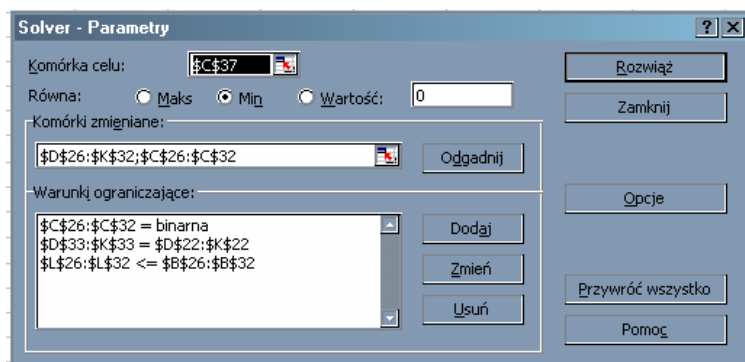
1. Komórki z zakresu od C26 do C32 przyjmują wartości 0 lub 1, gdzie wartość 1 świadczy o wyborze danej jednostki magazynowej, a wartość 0 o braku takiego wyboru.
2. Komórki z zakresu od D33 do K33 (reprezentujące sumy mas towarowych przypisanych danym odbiorcom) muszą odpowiadać wartościowo komórkom z zakresu od D22 do D22 (reprezentujące zapotrzebowania poszczególnych odbiorców).

3. Komórki z zakresu od L26 do L32 (reprezentujące wartościowo sumę masy towarowej wysyłanej z danego magazynu) muszą być mniejsze lub równe maksymalnej pojemności danego magazynu (komórki od B26 do B32).
4. Komórka celu w naszym przykładzie (C37) jest minimalizowana.
5. Komórki zmieniane to odpowiednio zakres od D26 do K32 oraz C26 do C32, reprezentujące w kolejności: wielkość przepływu mas towarowych dla poszczególnych tras, wartości zmiennych binarnych o potencjale wskazującym lub wykluczającym daną lokalizację magazynu.

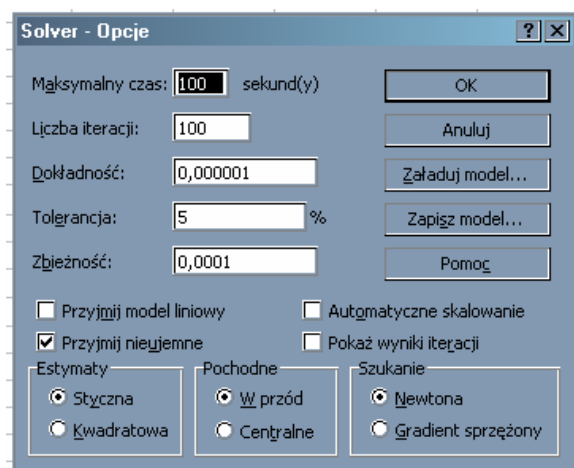
Poniższa tabela prezentuje sparametryzowany Solver gotowy do rozwiązania powyższego problemu.

**Tabela 3 a) b) Parametryzacja Solvera dla lokalizacji wielu magazynów**

a)



b)



### Odpowiedź

Tabela zmiennych decyzyjnych			Mt	
------------------------------	--	--	----	--

	<b>Vi*bi</b>	<b>bi</b>	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	<b>Suma Mt<sub>Mn</sub></b>
M1	1200	1	500	0	0	550	0	0	0	0	1050
M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	2000	1	0	800	0	0	0	0	400	0	1200
M4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	1200	1	0	0	0	0	0	450	0	0	450
M6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M7	2000	1	0	0	650	0	500	0	0	850	2000
		<b>SumyMt<sub>On</sub>=</b>	500	800	650	550	500	450	400	850	

komórka celu

$$Z(X,Y) = \mathbf{24400}$$

*Marek Gubała*