

Ćw.10. Zagadnienie transportowe – MS Excel (Solver)

Zadanie przykładowe

Trzy magazyny: M_1, M_2, M_3 , zaopatrują cztery sklepy: S_1, S_2, S_3, S_4 . Poniższa tabela zawiera:

- jednostkowe koszty transportu (w zł. za tonę) pomiędzy odpowiednim sklepem a magazynem,
- zapasy towarów w magazynach A_i (w tonach),
- miesięczne zapotrzebowanie sklepów B_j (w tonach).

		Sklepy $j=4$				Zapasy magazynów A_i
		k_{ij}	S_1	S_2	S_3	
Magazyny $i=3$	M_1	50 zł/t	40 zł/t	60 zł/t	20 zł/t	70 t
	M_2	40 zł/t	80 zł/t	70 zł/t	30 zł/t	50 t
	M_3	60 zł/t	40 zł/t	70 zł/t	80 zł/t	80 t
B_j		40 t	60 t	50 t	50 t	
		Zapotrzebowanie sklepów				Suma zapasów
		Suma	200			200

Należy opracować plan przewozu towarów z magazynów do sklepów, minimalizujący całkowite koszty transportu.

Jest to zagadnienie transportowe zamknięte (ZTZ - zbilansowane), dostawcy sprzedadzą całą ilość oferowanego towaru, a zapotrzebowania sklepów zostaną w całości zaspokojone.

Zmienne decyzyjne: x_{ij} - to ilości towarów, jakie powinny być dostarczone z i -tego magazynu ($i=1,2,3$) do j -tego sklepu ($j=1,2,3,4$); jest ich $3 \cdot 4 = 12$.

Ograniczenia dla magazynów (suma dostaw każdego magazynu do wszystkich sklepów musi wyczerpać zapas):

$$\sum_{j=1}^4 x_{ij} = A_i$$

Ograniczenia dla sklepów (suma dostaw towarów otrzymanych przez każdy sklep ze wszystkich magazynów powinna być równa całkowitemu zapotrzebowaniu):

$$\sum_{i=1}^3 x_{ij} = B_j$$

Funkcja celu (całkowite koszty transportu):

$$\sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^3 x_{ij} k_{ij} = \min$$

Dodatkowe warunki brzegowe (nieujemne wartości zmiennych):

$$x_{ij} \geq 0$$

Rozwiązanie przy pomocy narzędzia Solver

Uruchamiamy program *MS Excel*. Zapisujemy w arkuszu dane wyjściowe: jednostkowe koszty transportu oraz zapasy poszczególnych magazynów i zapotrzebowania sklepów:

	A	B	C	D	E	F	G
1		koszty k_{ij}	Sklepy				Zapasy magazynów A_i
2			S_1	S_2	S_3	S_4	
3	Magazyny	M_1	50	40	60	20	70
4		M_2	40	80	70	30	50
5		M_3	60	40	70	80	80
6	Zapotrz.	B_j	40	60	50	50	

Tworzymy zestawienie dostaw X_{ij} (zmiennie decyzyjne), wstawiając wstępnie **dowolne** wartości dostaw, oraz obliczając sumy wierszy (dostawy z magazynów) i sumy kolumn (ilości otrzymane przez sklepy):

	A	B	C	D	E	F	G
8		Dostawy	Sklepy				Suma dostaw z magazynu
9		X_{ij}	S_1	S_2	S_3	S_4	
10	Magazyny	M_1	1	1	1	1	=SUMA(C10:F10)
11		M_2	1	1	1	1	=SUMA(C11:F11)
12		M_3	1	1	1	1	=SUMA(C12:F12)
13	Otrzymane przez sklep	=SUMA(C10:C12)	=SUMA(D10:D12)	=SUMA(E10:E12)	=SUMA(F10:F12)		

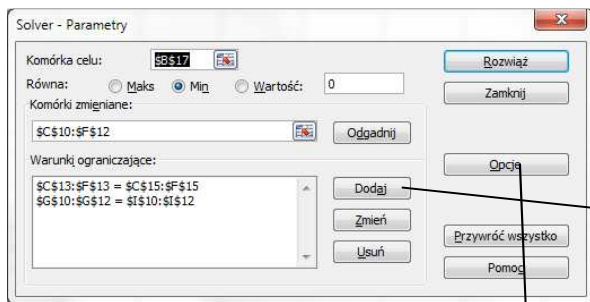
Następnie ilustrujemy **warunki ograniczające**:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
8		X_{ij}	Sklepy				Dostawy z magazynów		
9			S_1	S_2	S_3	S_4		A_i	
10	Magazyny	M_1	1	1	1	1	4	=	70
11		M_2	1	1	1	1	4	=	50
12		M_3	1	1	1	1	4	=	80
13			3	3	3	3			
14			=	=	=	=			
15		B_j	40	60	50	50			

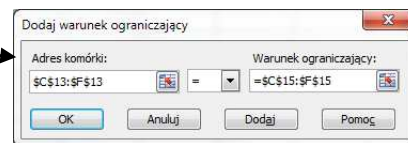
Kolejną czynnością jest zapisanie formuły dla **funkcji celu**. Będzie nią suma iloczynów poszczególnych dostaw przez odpowiednie koszty. Możemy tu wykorzystać funkcję SUMA.ILOCZYNÓW, której dwoma argumentami są: **zakres kosztów** (12 komórek) oraz identyczny rozmiarowo **zakres dostaw**.

	A	B	C
17		=SUMA.ILOCZYNÓW(C3:F5; C10:F12)	Funkcja celu – koszt dostaw

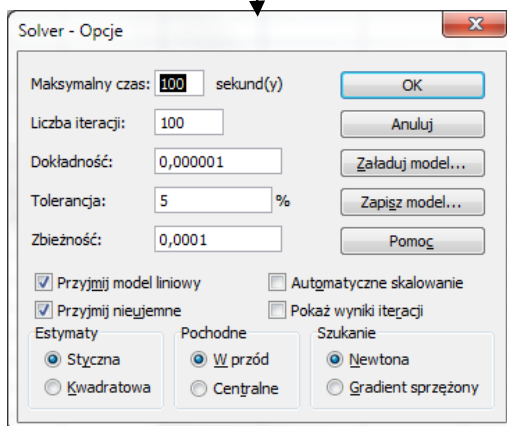
Uruchamiamy narzędzie **Solver** (w Office XP z menu *Narzędzia*/ w Office 2007 - wstęga *Dane-Analiza*). Wypełniamy odpowiednie pola w okienku *Solvera*:



Główne okienko Solvera

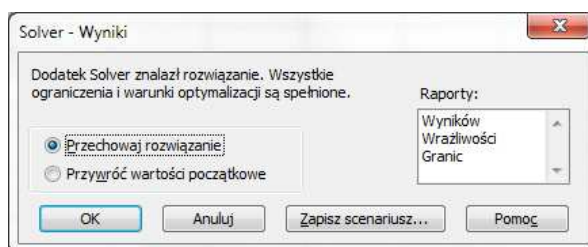


Dodawanie warunków ograniczających



Okienko ustalania opcji Solvera

Po ustawieniu odpowiednich adresów dla komórki **funkcji celu**, **komórek zmienianych** (zmiennych decyzyjnych) i po dodaniu **warunków ograniczających**, klikamy w przycisk "Rozwiąż".



Informacje o rozwiązaniu

Po akceptacji w arkuszu pojawią się zoptymalizowane wartości zmiennych decyzyjnych:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
8		X _{ij}	Sklepy				Dostawy z magazynów		
9			S ₁	S ₂	S ₃	S ₄			A _i
10	Magazyny	M ₁	0	0	30	40	70	=	70
11		M ₂	40	0	0	10	50	=	50
12		M ₃	0	60	20	0	80	=	80
13			40	60	50	50			
14			=	=	=	=			
15		B _j	40	60	50	50			

Zadanie do samodzielnego rozwiązania

Trzy zakłady produkują pewne produkty, dostarczając je do pięciu magazynów. Produkcja jest nadmiarowa, popyt magazynów musi zostać zaspokojony lecz nie wszystkie towary wy-

produkowane muszą zostać dostarczone (otwarte zagadnienie transportowe - **OZT**). Rozwiązać zadanie, minimalizując sumaryczne koszty transportu.

Poniższa tabela przedstawia dane niezbędne do rozwiązania zadania.

		Magazyny - odległości od zakładu (koszty=1zł/km)						
		Szczecin	Białystok	Wrocław	Kraków	Zakopane	Przemyśl	
Zakłady	Warszawa	700	560	440	380	330	430	450
	Kielce	620	600	520	180	130	230	220
	Opole	320	630	700	100	180	230	340
	suma prod.	1640	Popyt magazynów					
		300	200	190	210	300	250	
						suma popytu	1450	

*Uwaga: W **OZT** będzie pewna różnica w formułowaniu warunków ograniczających - zastanowić w których warunkach zastosować ograniczenie \leq .*