

Projektowanie rozmieszczenia stanowisk roboczych

Metoda trójkątów Schmigalli

Metoda trójkątów Schmigalli

Dane wejściowe:

- liczba rozmieszczonych stanowisk
- macierz powiązań transportowych

Metoda trójkątów Schmigalli

Obliczenia

Polegają na znalezieniu rozwiązania, dającego minimalną wartość sumy powiązań wszystkich rozstawionych obiektów.

Metoda trójkątów Schmigalli

Efekt

Uzyskanie kolejności rozstawienia obiektów i jednocześnie określenie kształtu powierzchni produkcyjnej, na której należy umieścić obiekty w warunkach rzeczywistych.

Metoda trójkątów Schmigalli

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_{ij} \times L_{m(ij)} \rightarrow \min$$

Q – sumaryczna wartość obciążenia rozstawionych stanowisk (funkcja celu),

n – liczba rozstawianych stanowisk,

i, j – rozstawiane obiekty,

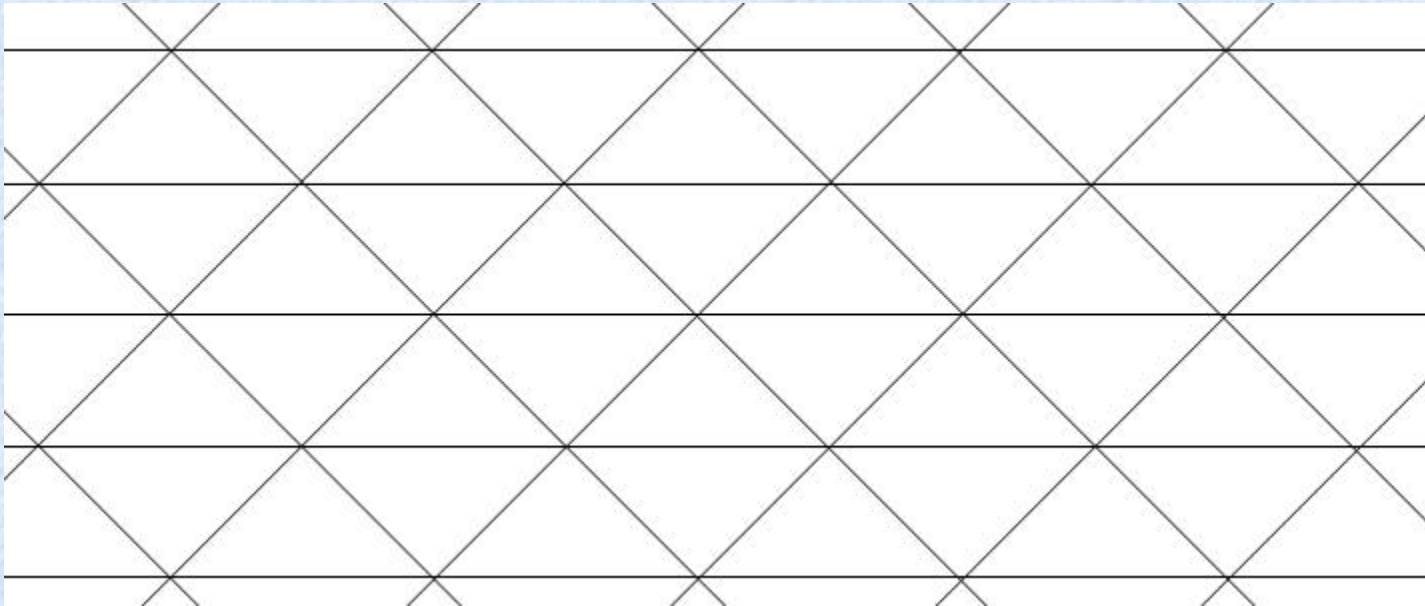
$m_{(i)}$ – miejsce rozstawienia i -tego obiektu,

$m_{(j)}$ – miejsce rozstawienia j -tego obiektu,

S_{ij} – ij -ty element macierzy obciążenia stanowisk roboczych,

$L_{m(ij)}$ – odległość pomiędzy dwoma stanowiskami m , w których rozstawiono obiekty i oraz j .

Metoda trójkątów Schmigalli



Metoda trójkątów Schmigalli

Obiekt	Powiązania technologiczne				
	1	2	3	...	n
1	S_{11}	S_{12}	S_{13}	...	S_{1n}
2	S_{21}	S_{22}	S_{23}	...	S_{2n}
3	S_{31}	S_{32}	S_{33}	...	S_{3n}
...
n	S_{n1}	S_{n2}	S_{n3}	...	S_{nn}

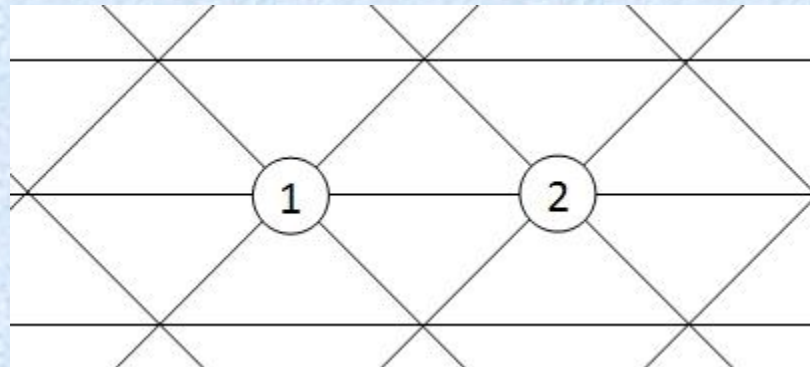
Metoda trójkątów Schmigalli

1. Spośród wszystkich rozstawionych obiektów wybrać taką parę, która odznacza się największą wartością powiązań technologicznych ($S_{ij} = \max$).

Metoda trójkątów Schmigalli

2. Umieścić wybraną parę obiektów w dowolnych sąsiednich węzłach siatki trójkątów równobocznych.

Metoda trójkątów Schmigalli



Metoda trójkątów Schmigalli

3. Ustalić wartość powiązań technologicznych między obiektami już ustawionymi a obiektami jeszcze nie rozmieszczonymi.

Metoda trójkątów Schmigalli

4. Spośród obiektów jeszcze nie ustawionych wybrać ten, który ma największą wartość powiązań z obiektami już rozmieszczonymi.

Metoda trójkątów Schmigalli

5. Umieścić wybrany obiekt w takim węźle siatki trójkątów równobocznych, któremu odpowiada najmniejsza wartość funkcji celu (będzie to zawsze węzeł położony najbliżej obiektów już rozlokowanych z uwzględnieniem wielkości przepływu transportowego).

Metoda trójkątów Schmigalli

6. Powtarzać kroki 3-5, aż do momentu rozmieszczenia wszystkich obiektów.

Metoda trójkątów Schmigalli

Przykład 1

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

W nowo powstającym oddziale produkcyjnym należy określić sposób rozmieszczenia pięciu stanowisk roboczych, przy którym wielkość pracy transportowej (suma iloczynów ciężarów przewożonych materiałów i odległości) jest najmniejsza.

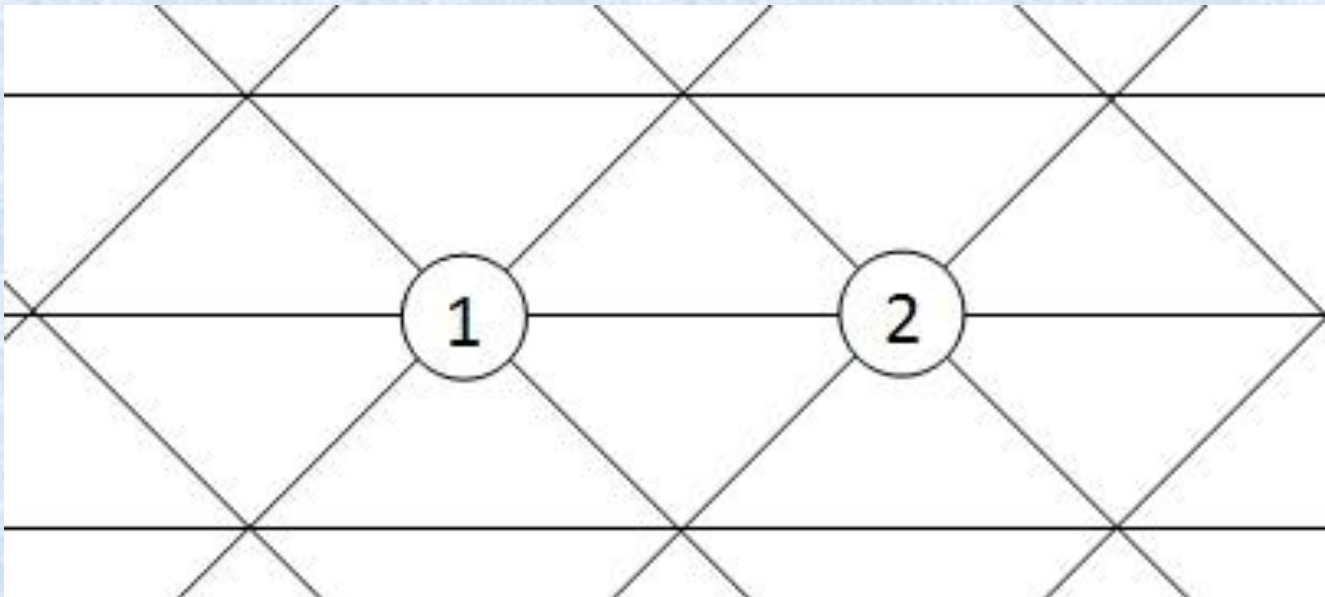
Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

Stanowisko	Wielkości przepływu materiałów [t]				
	1	2	3	4	5
1	X	1500	400	200	300
2	1500	X	600	1200	0
3	400	600	X	800	0
4	200	1200	800	X	600
5	300	0	0	600	X

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

Stanowisko		Wielkości przepływu materiałów [t]				
		1	2	3	4	5
1		X	1500	400	200	300
2		1500	X	600	1200	0
3		400	600	X	800	0
4		200	1200	800	X	600
5		300	0	0	600	X
Iteracje	Kolejność					

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

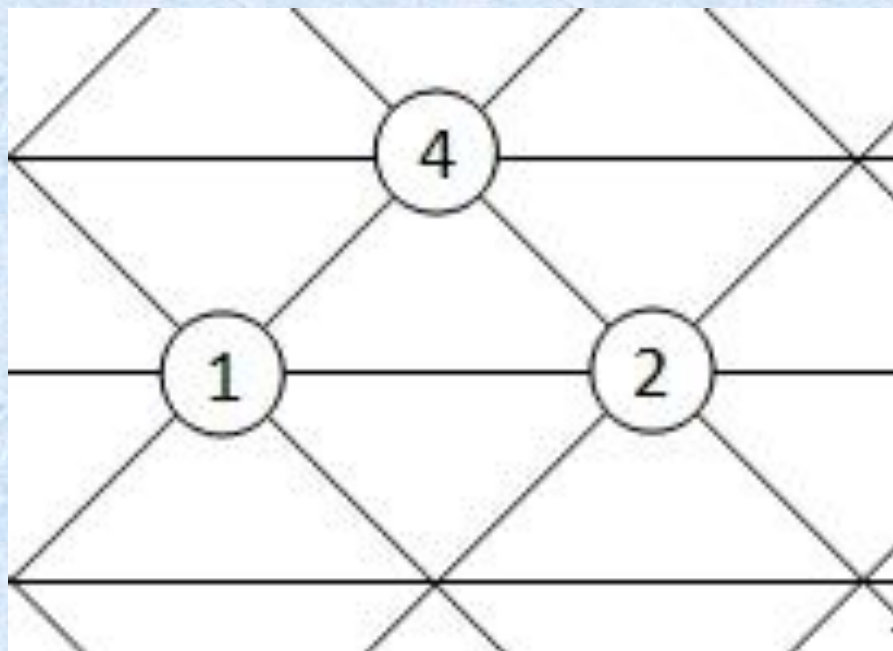


$$Q=1500$$

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

Stanowisko		Wielkości przepływu materiałów [t]				
		1	2	3	4	5
1		X	1500	400	200	300
2		1500	X	600	1200	0
3		400	600	X	800	0
4		200	1200	800	X	600
5		300	0	0	600	X
Iteracje	Kolejność					
	1	x		400	200	300
	2		x	600	1200	0
1	Σ			1000	1400	300

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład



$$Q=1500+200+1200$$

$$Q=2900$$

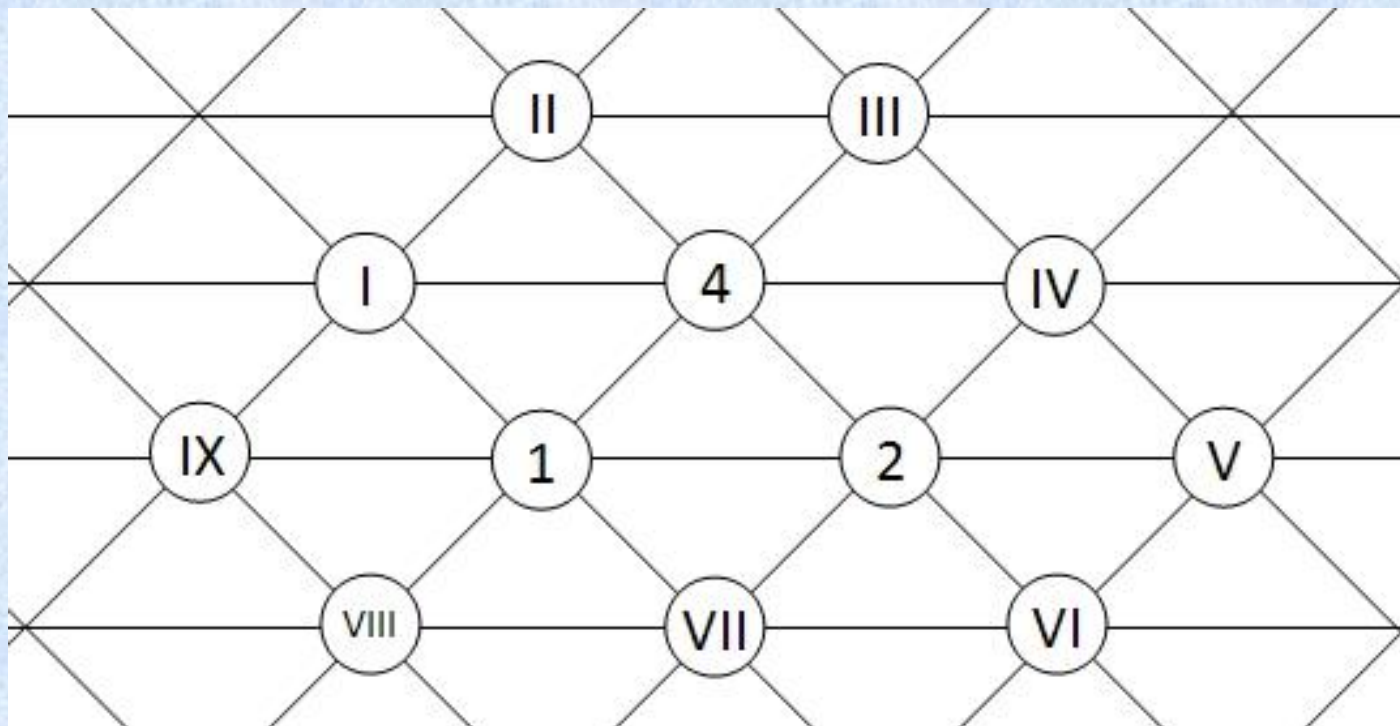
Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

Stanowisko		Wielkości przepływu materiałów [t]				
		1	2	3	4	5
1		X	1500	400	200	300
2		1500	X	600	1200	0
3		400	600	X	800	0
4		200	1200	800	X	600
5		300	0	0	600	X
Iteracje	Kolejność					
	1	x		400	200	300
	2		x	600	1200	0
1	Σ			1000	1400	300
	4			800	x	600
2	Σ			1800		900

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

Stanowisko		Wielkości przepływu materiałów [t]				
		1	2	3	4	5
1		X	1500	400	200	300
2		1500	X	600	1200	0
3		400	600	X	800	0
4		200	1200	800	X	600
5		300	0	0	600	X
Iteracje	Kolejność					
	1	x		400	200	300
	2		x	600	1200	0
1	Σ			1000	1400	300
	4			800	x	600
2	Σ			1800		900
	3			x		

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład



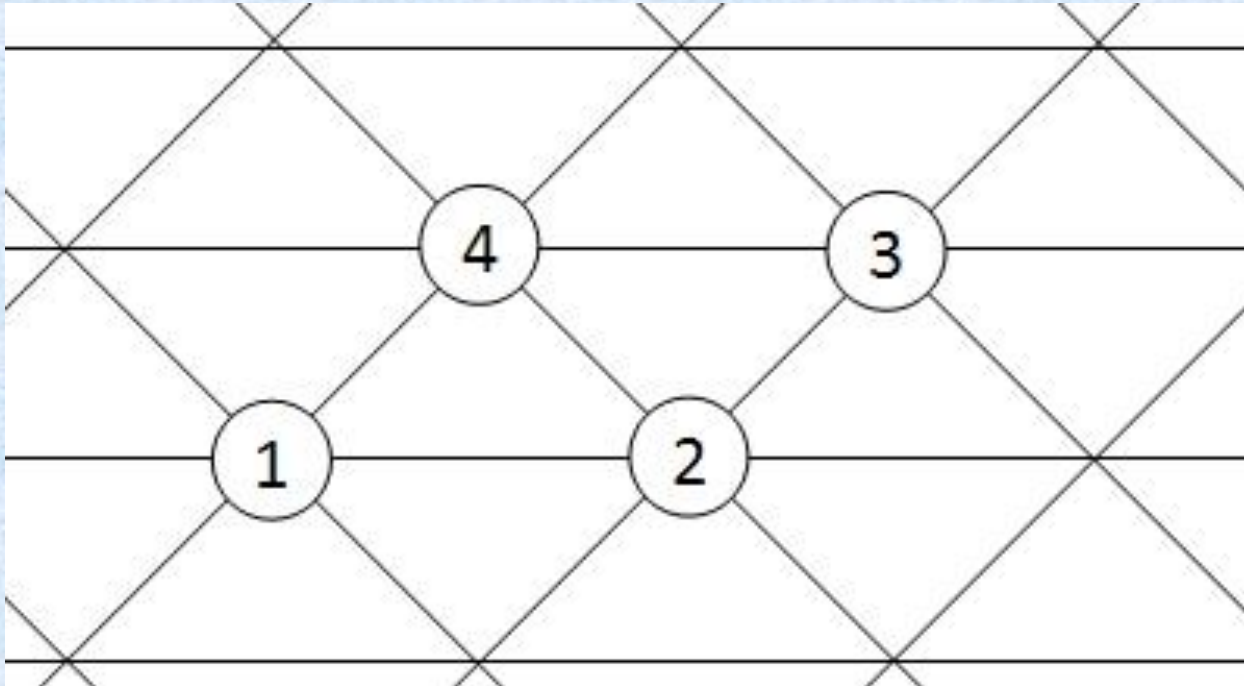
Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

	Wielkość pracy transportowej								
Stanowisko	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Węzeł									
1	400	800	800	800	800	800	400	400	400
2	1200	1200	1200	600	600	600	600	1200	1200
4	800	800	800	800	1600	1600	1600	1600	1600
Razem	2400	2800	2800	2200	3000	3000	2600	3200	3200

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

	Wielkość pracy transportowej								
Stanowisko	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Węzeł									
1	400	800	800	800	800	800	400	400	400
2	1200	1200	1200	600	600	600	600	1200	1200
4	800	800	800	800	1600	1600	1600	1600	1600
Razem	2400	2800	2800	2200	3000	3000	2600	3200	3200

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład



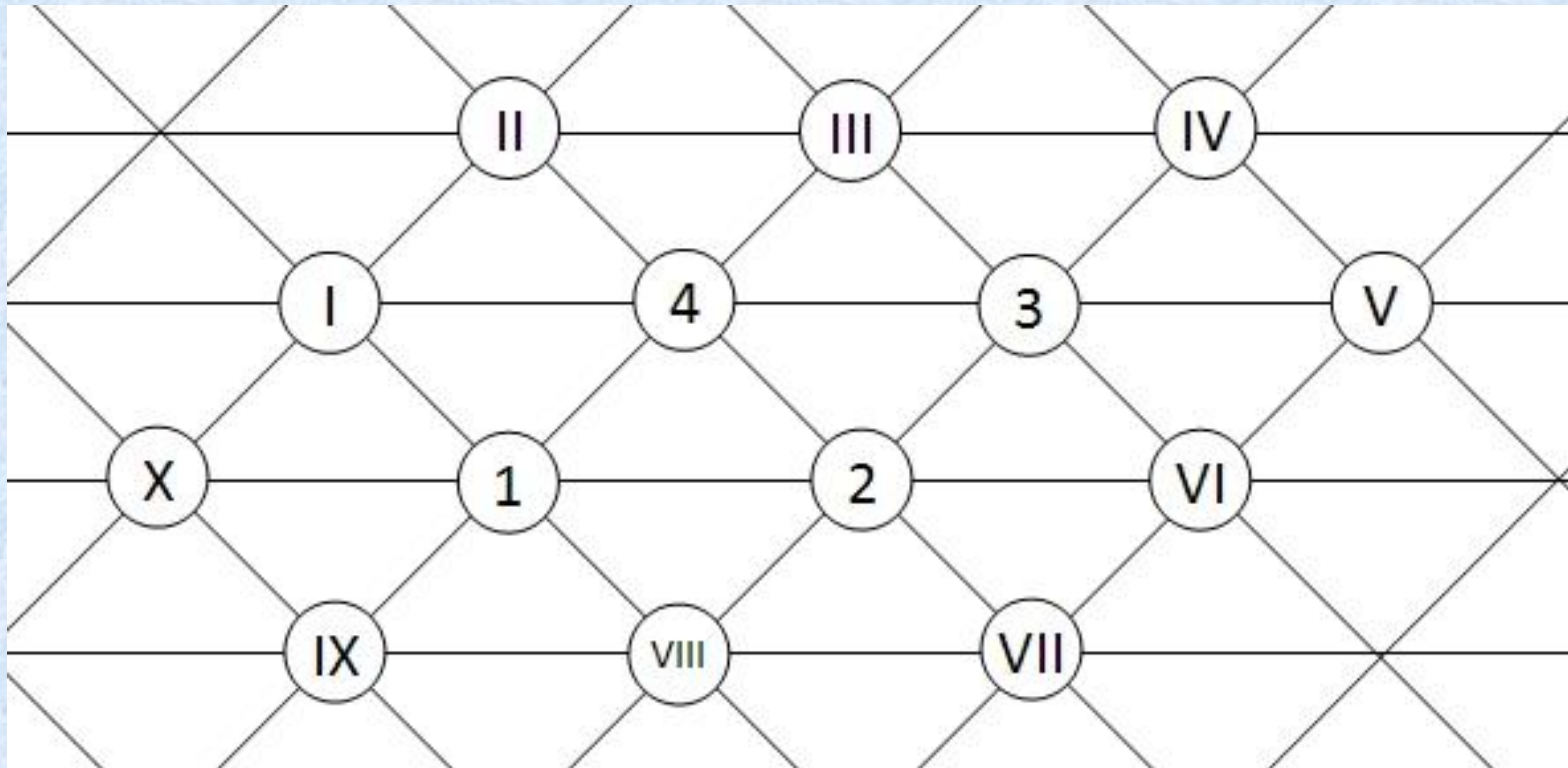
$$Q=2900+2 \times 400+600+800$$

$$Q=5100$$

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

Stanowisko		Wielkości przepływu materiałów [t]				
		1	2	3	4	5
1		X	1500	400	200	300
2		1500	X	600	1200	0
3		400	600	X	800	0
4		200	1200	800	X	600
5		300	0	0	600	X
Iteracje	Kolejność					
	1	x		400	200	300
	2		x	600	1200	0
1	Σ			1000	1400	300
	4			800	x	600
2	Σ			1800		900
	3			x		0
3	Σ					900
	5					

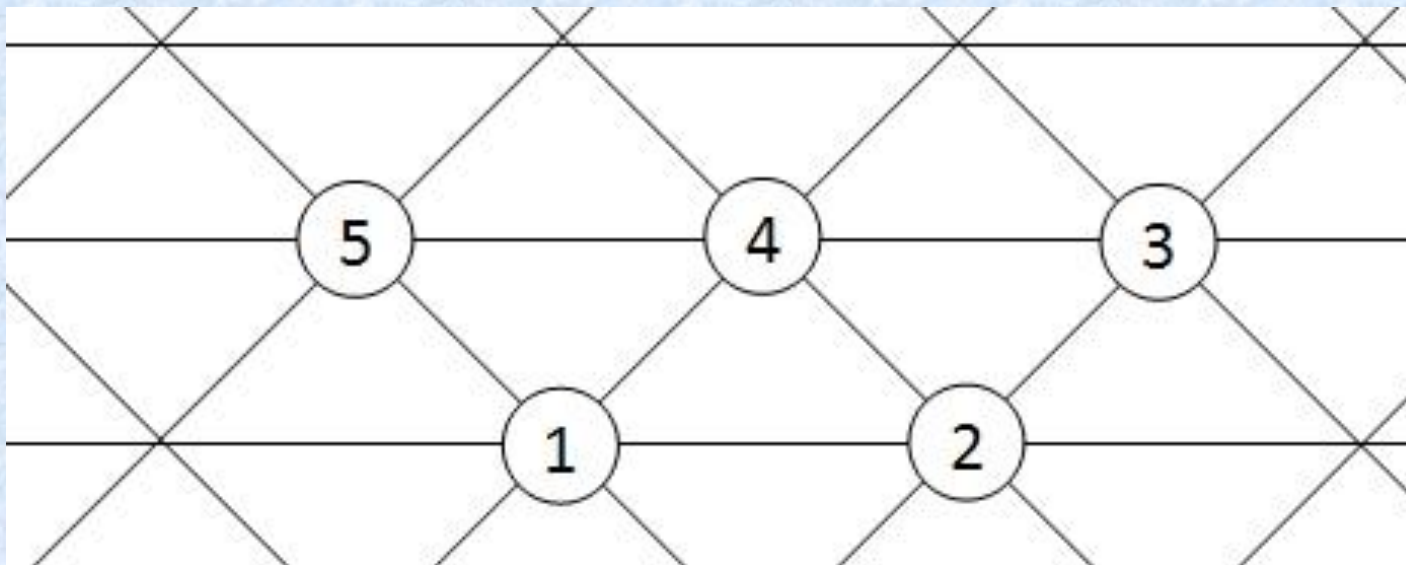
Metoda trójkątów Schmigalli - przykład



Metoda trójkątów Schmigalli - przykład

	Wielkość pracy transportowej									
Stanowisko	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Węzeł										
1	300	600	600	900	900	600	600	300	300	300
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	600	600	600	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	900	1200	1200	2100	2100	1800	1800	1500	1500	1500

Metoda trójkątów Schmigalli - przykład



$$Q=5100+300+600$$

$$Q=6000$$

Metoda trójkątów Schmigalli

Przykład 2

Metoda trójkątów Schmigalli – przykład 2

Przed rozpoczęciem obliczeń założono, iż wszystkie detale są wykonywane w równej ilości operacji technologicznych.

1 –piła

2 – tokarka

3 – wiertarka

4 – frezarka

5 – szlifierka

6 – stanowisko kontroli technicznej

Metoda trójkątów Schmigalli – przykład 2

Lp.	Kolejność operacji na stanowiskach	Program produkcyjny [tys. szt.]	Ciężar detalu [kg]
1	1-2-3-4-5-6	100	1,5
2	2-3-6-5-4-1	150	2,0
3	1-3-5-4-6-2	200	1,2
4	1-2-3-6-4-5	180	1,0

Zestawienie przepływów pomiędzy stanowiskami

	1	2	3	4	5	6
1	x	150 180	240			
2		x	150 300 180			
3			x	150	240	300 180
4	300			x	150 180	240
5				300 240	x	150
6		240		180	300	x

Macierz symetryczna powiązań stanowisk

	1	2	3	4	5	6
1	x					
2	330	x				
3	240	630	x			
4	300	0	150	x		
5	0	0	240	870	x	
6	0	240	480	420	450	x

Ustalenie kolejności rozmieszczania stanowisk

		1	2	3	4	5	6
1		x					
2		330	x				
3		240	630	x			
4		300	0	150	x		
5		0	0	240	870	x	
6		0	240	480	420	450	x
Iteracje	Kolejność						

Ustalenie kolejności rozmieszczania stanowisk

		1	2	3	4	5	6
1		x					
2		330	x				
3		240	630	x			
4		300	0	150	x		
5		0	0	240	870	x	
6		0	240	480	420	450	x
Iteracje	Kolejność						
	4	300	0	150	-	-	420
	5	0	0	240	-	-	450
1	Σ	300	0	390	-	-	870

Ustalenie kolejności rozmieszczania stanowisk

		1	2	3	4	5	6
1		x					
2		330	x				
3		240	630	x			
4		300	0	150	x		
5		0	0	240	870	x	
6		0	240	480	420	450	x
Iteracje	Kolejność						
	4	300	0	150	-	-	420
	5	0	0	240	-	-	450
1	Σ	300	0	390	-	-	870
	6	0	240	480	-	-	-
2	Σ	300	240	870			

Ustalenie kolejności rozmieszczania stanowisk

		1	2	3	4	5	6
1		x					
2		330	x				
3		240	630	x			
4		300	0	150	x		
5		0	0	240	870	x	
6		0	240	480	420	450	x
Iteracje	Kolejność						
	4	300	0	150	-	-	420
	5	0	0	240	-	-	450
1	Σ	300	0	390	-	-	870
	6	0	240	480	-	-	-
2	Σ	300	240	870			
	3	240	630	-	-	-	-
3	Σ	540	870	-	-	-	-

		1	2	3	4	5	6
1		x					
2		330	x				
3		240	630	x			
4		300	0	150	x		
5		0	0	240	870	x	
6		0	240	480	420	450	x
Iteracje	Kolejność						
	4	300	0	150	-	-	420
	5	0	0	240	-	-	450
1	Σ	300	0	390	-	-	870
	6	0	240	480	-	-	-
2	Σ	300	240	870			
	3	240	630	-	-	-	-
3	Σ	540	870	-	-	-	-
	2	330	-	-	-	-	-
4	Σ	870	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-

Zadanie

Rozmieść stanowiska na modułowej siatce trójkątów, zgodnie z określoną wcześniej kolejnością, przy minimalnej funkcji celu.

Zadanie 1

Należy rozmieścić 4 stanowiska. Dane dotyczące powiązań technologicznych (wielkości przepływów materiałów w ciągu miesiąca) zawiera poniższa tabela. Skorzystaj z metody Schmigalli.

Stanowisko		Wielkość przepływu materiałów			
i \ j		1	2	3	4
	1	X	-	-	-
	2	220	x	-	-
	3	100	300	x	-
	4	50	10	30	x

Zadanie 2

Przed rozpoczęciem obliczeń założono, iż wszystkie detale są wykonywane w równej ilości operacji technologicznych. Należy rozmieścić 6 stanowisk roboczych.

Lp.	Kolejność operacji na stanowiskach	Program produkcyjny [tys. szt.]	Ciężar detalu [kg]
1	2-3-6-5-4-1	50	4,0
2	1-2-3-4-6-5	200	2,5
3	1-4-5-3-2-6	150	2,0
4	1-3-2-6-4-5	50	1,0