



Prezentacja wprowadzająca  
do 4 części projektu



## „ROZMIESZCZENIE MASZYN METODĄ TRÓJKĄTÓW SCHMIGALLI”

Przedmiot: **PROJEKTOWANIE I ORGANIZACJA SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH**  
Kierunek: **INŻYNIERIA PRODUKCJI**  
Stopień/Rok: **DRUGI / PIERWSZY**

**Opracował: dr inż. Paweł Wojakowski**

**Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji**  
**Zakład Projektowania Procesów Wytwarzania**

Pokój: **C207 B**

Telefon: **12 374 32 61**

e-mail: **pwojakowski@pk.edu.pl**

www: **<http://m65.pk.edu.pl>**

## 1. Opracowanie macierzy ukierunkowanych powiązań transportowych:

Elementy macierzy:  $\vec{S}_{pq}$  Oznaczają liczbę partii transportowych przewożonych z maszyny  $p$  do  $q$ .

Widok ostateczny macierzy dla gniazda A:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1		260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUD50-2	0		0	0	0	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUD40-1	0	0		468	520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUD40-2	0	0	0		572	0	0	468	0	0	0	0	0	0	0	0
TUD40-3	0	0	0	0		0	572	0	0	520	0	0	0	0	0	0
TUD40-4	0	0	0	0	0		0	260	0	0	0	0	0	0	0	0
WR50	0	0	0	0	0	0		572	468	0	0	0	0	0	0	0
PHW12-1	0	0	0	0	0	0	468		0	0	832	0	0	0	0	0
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
ZFTK-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

	P086	P072	P077	P097
Liczba przebrojeń na wyrób w roku $L_{SETUP}$	52	52	260	520
Wielkość partii produkcyjnej PR [szt/PPR]	459	121	43	25
Ciężar partii produkcyjnej $W_{PR}$ [kg/PPR]	2386.8	435.6	309.6	290
Przyjęta liczba partii transportowych $L_{TR}$	9	11	1	1
Wielkość partii transportowej TR [szt/PTR]	51	11	43	25
Ciężar partii transportowej $W_{TR}$ [kg/PTR]	265.2	39.6	309.6	290
Liczba partii transportowych w roku $L_Y$	468	572	260	520

To jest suma liczby partii transportowych wyrobów P072 i P077 przesyłanych między maszynami PHW12-1 oraz PHW12-2

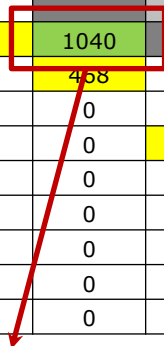
## 2. Opracowanie macierzy nieukierunkowanych powiązań transportowych:

Macierz nieukierunkowanych powiązań transportowych jest macierzą symetryczną, dla której zachodzi zależność:

$$S_{pq} = \vec{S}_{pq} + \vec{S}_{qp}$$

Widok ostateczny macierzy dla gniazda A:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	



To jest suma dwóch składowych: partii transportowych przesyłanych między maszynami WR50 a PHW12-1 = 572 oraz między maszynami PHW12-1 a WR50 = 468

## 3. Ustalenie kolejności rozmieszczania maszyn metodą trójkątów Schmigalli:

### a) Przygotowanie szablonu do ustalenia kolejności rozmieszczania maszyn:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																

Tu widać fragment tabeli. Wierszy zielonych ma być tyle ile jest maszyn instalowanych w projektowanym gnieździe

## 3. Ustalenie kolejności rozmieszczania maszyn metodą trójkątów Schmigalli:

b) Wybór maszyn z największą intensywnością transportu między nimi:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	
PHW12-1	0	0	0	468	0	260		X	0	0	832	0	0	0	0	0
WR50	0	0	0	0	572	0	X		468	0	0	0	0	0	0	0
SUMA																
SUMA																
SUMA																
SUMA																
SUMA																
SUMA																
SUMA																
SUMA																

Tutaj przepisuje się intensywność transportu wybranych maszyn z wszystkimi pozostałymi maszynami.

## 3. Ustalenie kolejności rozmieszczania maszyn metodą trójkątów Schmigalli:

### c) Sumowanie intensywności transportu dla wybranych maszyn:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	
PHW12-1	0	0	0	468	0	260		X	0	0	832	0	0	0	0	0
WR50	0	0	0	0	572	0	X		468	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	0	468	572	260			468	0	832	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																

Maszyna PHW12-2 będzie kolejną wybraną maszyną bo ma największą zsumowaną intensywność transportu z wcześniej wybranymi maszynami PHW12-1 oraz WR50

## 3. Ustalenie kolejności rozmieszczania maszyn metodą trójkątów Schmigalli:

d) Dodanie kolejnej maszyny do tabeli:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	
PHW12-1	0	0	0	468	0	260		X	0	0	832	0	0	0	0	0
WR50	0	0	0	0	572	0	X		468	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	0	468	572	260			468	0	832	0	0	0	0	0
PHW12-2	0	0	0	0	0	0			0	0	X	224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																

Tutaj przepisuje się intensywność transportu maszyny PHW12-2 ze wszystkimi pozostałymi maszynami

## 3. Ustalenie kolejności rozmieszczania maszyn metodą trójkątów Schmigalli:

e) Sumowanie intensywności transportu dla trzech wybranych maszyn:

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	
PHW12-1	0	0	0	468	0	260		X	0	0	832	0	0	0	0	0
WR50	0	0	0	0	572	0	X		468	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	0	468	572	260			468	0	832	0	0	0	0	0
PHW12-2	0	0	0	0	0	0			0	0	X	224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
<b>SUMA</b>	0	0	0	468	572	260			468	0		224.5672	224.5672	151.8816	115.492	115.492
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																
<b>SUMA</b>																

Maszyna TUD40-3 będzie kolejną wybraną maszyną bo ma największą zsumowaną intensywność transportu z trzema wcześniej wybranymi maszynami, itd.



## 3. Ustalenie kolejności rozmieszczania maszyn metodą trójkątów Schmigalli:

Proces powtarza się do chwili wstawienia wszystkich maszyn do tabeli.  
Poniżej widok ostateczny (bez części górnej):

PHW12-1	0	0	0	468	0	260		X	0	0	832	0	0	0	0	0
WR50	0	0	0	0	572	0	X		468	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	0	468	572	260			468	0	832	0	0	0	0	0
PHW12-2	0	0	0	0	0	0			0	0	X	224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
<b>SUMA</b>	0	0	0	468	572	260			468	0		224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
TUD40-3	0	0	520	572	X	0			0	520		0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	520	1040		260			468	520		224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
TUD40-2	0	0	468	X		0			0	0		0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0	988			260			468	520		224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
TUD40-1	0	0	X			0			0	0		0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0				260			468	520		224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
ZFTK-2	0	0				0			0	X		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>SUMA</b>	0	0				260			468			224.5672	224.5672	151.8816	115.492	115.492
ZFTK-1	0	0				0			X			0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	0				260						224.5672	224.5672	151.8816	115.492	115.492
TUD40-4	0	260				X						0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	0	260										224.5672	224.5672	151.8816	115.492	115.492
TUD50-2	260	X										0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	260											224.5672	224.5672	151.8816	115.492	115.492
TUD50-1	X											0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>												224.57	224.57	151.88	115.49	115.49
ZFC20-1												X	0	0	0	0
<b>SUMA</b>													224.57	151.88	115.49	115.49
ZFC20-2													X	0	0	0
<b>SUMA</b>														151.88	115.49	115.49
ZFC20-3														X	0	0
<b>SUMA</b>															115.49	115.49
ZFC20-4															X	0
<b>SUMA</b>																115.49
ZFC20-5																X

## 4. Przygotowanie wykazu powiązań maszyn liczbą partii transportowych:

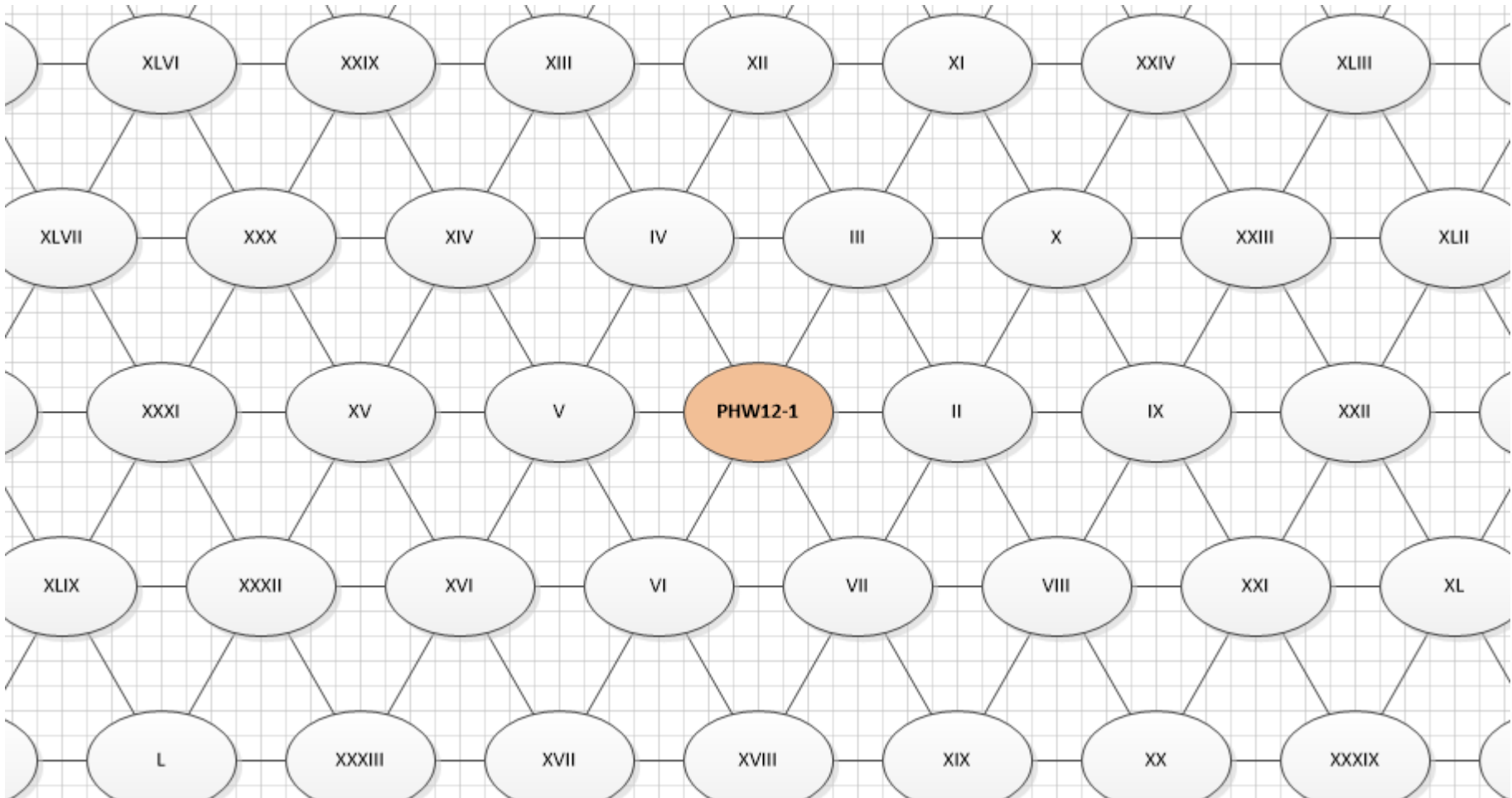
Każdy wiersz w tabeli odnosi się do powiązania maszyny z wszystkimi maszynami zapisanymi we wcześniejszych wierszach, np.:

- maszyna TUD40-2 jest powiązana z maszynami TUD40-3 oraz PHW12-1 (te maszyny występują wyżej w tabeli), nie jest jeszcze powiązana z maszyną TUD40-1 (maszyna jest zapisana niżej w tabeli, jej wiązanie będzie później zapisane)

	TUD50-1	TUD50-2	TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3	TUD40-4	WR50	PHW12-1	ZFTK-1	ZFTK-2	PHW12-2	ZFC20-1	ZFC20-2	ZFC20-3	ZFC20-4	ZFC20-5
TUD50-1																
TUD50-2	260															
TUD40-1	0	0														
TUD40-2	0	0	468													
TUD40-3	0	0	520	572												
TUD40-4	0	260	0	0	0											
WR50	0	0	0	0	572	0										
PHW12-1	0	0	0	468	0	260	1040									
ZFTK-1	0	0	0	0	0	0	468	0								
ZFTK-2	0	0	0	0	520	0	0	0	0							
PHW12-2	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0						
ZFC20-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57					
ZFC20-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224.57	0				
ZFC20-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151.88	0	0			
ZFC20-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0		
ZFC20-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115.49	0	0	0	0	

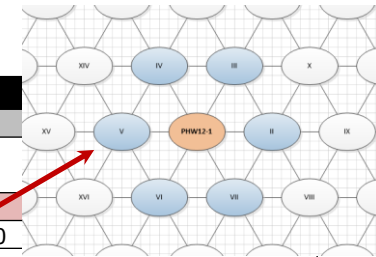
## 5. Rozmieszczenie maszyn w regularnej siatce trójkątów Schmigalli:

a) Wstawienie pierwszej maszyny z wykazu (z kroku 4) do węzła centralnego siatki trójkątów (skorzystaj z szablonu przygotowanego w MS Office Visio):



## 5. Rozmieszczenie maszyn w regularnej siatce trójkątów Schmigalli:

b) Wybór węzła siatki dla kolejnej maszyny z wykazu, według kryterium minimalnej długości dróg transportu:



PHW12-1		
WR50	PHW12-1	
	1040	
PHW12-2	PHW12-1	
	832	
TUD40-3	WR50	
	572	
TUD40-2	TUD40-3	PHW12-1
	572	468
TUD40-1	TUD40-2	TUD40-3
	468	520
ZFTK-2	TUD40-3	
	520	
ZFTK-1	WR50	
	468	
TUD40-4	PHW12-1	
	260	
TUD50-2	TUD40-4	
	260	
TUD50-1	TUD50-2	
	260	
ZFC20-1	PHW12-2	
	224.57	
ZFC20-2	PHW12-2	
	224.57	
ZFC20-3	PHW12-2	
	151.88	
ZFC20-4	PHW12-2	
	115.49	

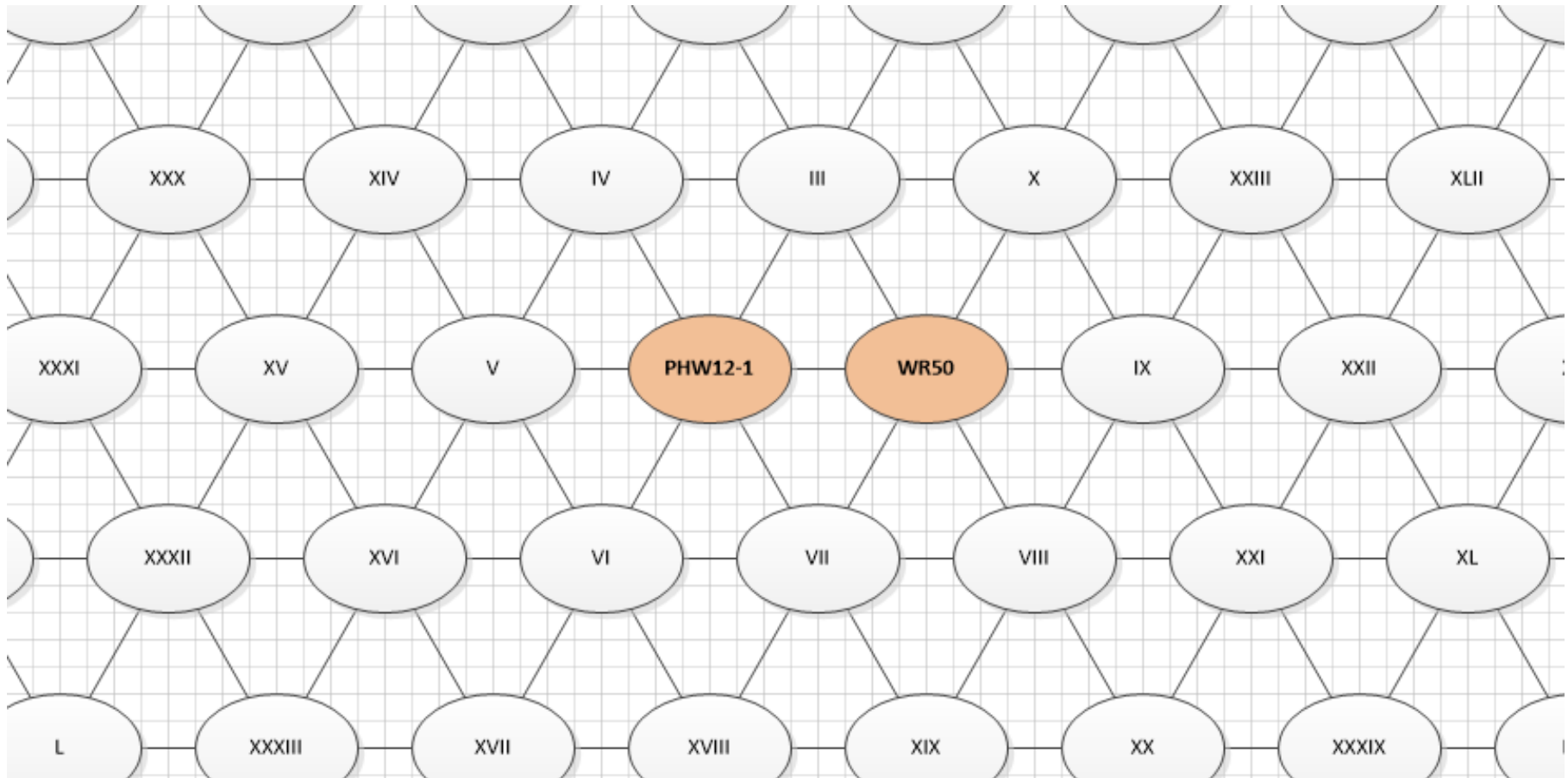
5a. Rozmieszczanie maszyn w siatce trójkątów						
ID maszyny	Wybór miejsca					
TUD40-1	I					
TUD40-3	II	III	IV	V	VI	VII
	1040	1040	1040	1040	1040	1040
ZFTK-2						
TUD40-2						
PHW12-1						
WR50						
PHW12-2						
ZFTK-1						
TUD40-4						
TUD50-2						
TUD50-1						
ZFC20-4						
ZFC20-5						
ZFC20-1						
ZFC20-2						
ZFC20-3						

Kolejną maszyną jest WR50, jest ona powiązana z maszyną PHW12-1 więc maszynę WR50 należy rozmieścić w jej pobliżu. Najbliższe wolne miejsca wokół PHW12-1 to miejsca II-VII

Długość drogi transportowej jest taka sama dla każdego węzła II-VII i wynosi 1 odległość od węzła I (z wstawioną maszyną PHW12-1) pomnożona przez liczbę przemieszczanych partii transportowych

O wyborze decyduje najmniejsza wartość a jeśli wyniki w kilku przypadkach są identyczne to wybór jest dowolny (w przykładzie wybrano węzeł II)

5. Rozmieszczenie maszyn w regularnej siatce trójkątów Schmigalli:  
 c) Wstawienie maszyny WR50 do II węzła siatki trójkątów:



## 5. Rozmieszczenie maszyn w regularnej siatce trójkątów Schmigalli:

d) Rozmieszczenie pozostałych maszyn w węzłach siatki trójkątów (poniżej uzupełniona tabela z wybranymi węzłami siatki i przeliczoną długością dróg transportowych do momentu alokacji maszyny TUD40-2):

PHW12-1		
WR50	PHW12-1	
	1040	
PHW12-2	PHW12-1	
	832	
TUD40-3	WR50	
	572	
TUD40-2	TUD40-3	PHW12-1
	572	468

Mnożnik **2** przy wartości 468 bo odległość węzła I z osadzoną maszyną PHW12-1 od węzła X wynosi dwa

Przykładowo wartość z węzła X (dla TUD40-2) oblicza się jako:  $2444 + 1 \cdot 572 + 2 \cdot 468 = 3952$

5a. Rozmieszczanie maszyn w siatce trójkątów						
ID maszyny	Wybór miejsca					
PHW12-1	<b>I</b>					
WR50	<b>II</b>	III	IV	V	VI	VII
	<b>1040</b>	1040	1040	1040	1040	1040
PHW12-2	III	IV	V	VI	<b>VII</b>	
	1872	1872	1872	1872	<b>1872</b>	
TUD40-3	<b>III</b>	VIII	IX	X		
	<b>2444</b>	2444	2444	2444		
TUD40-2	<b>IV</b>	V	X	XI	XII	
	<b>3484</b>	4056	3952	3952	3952	

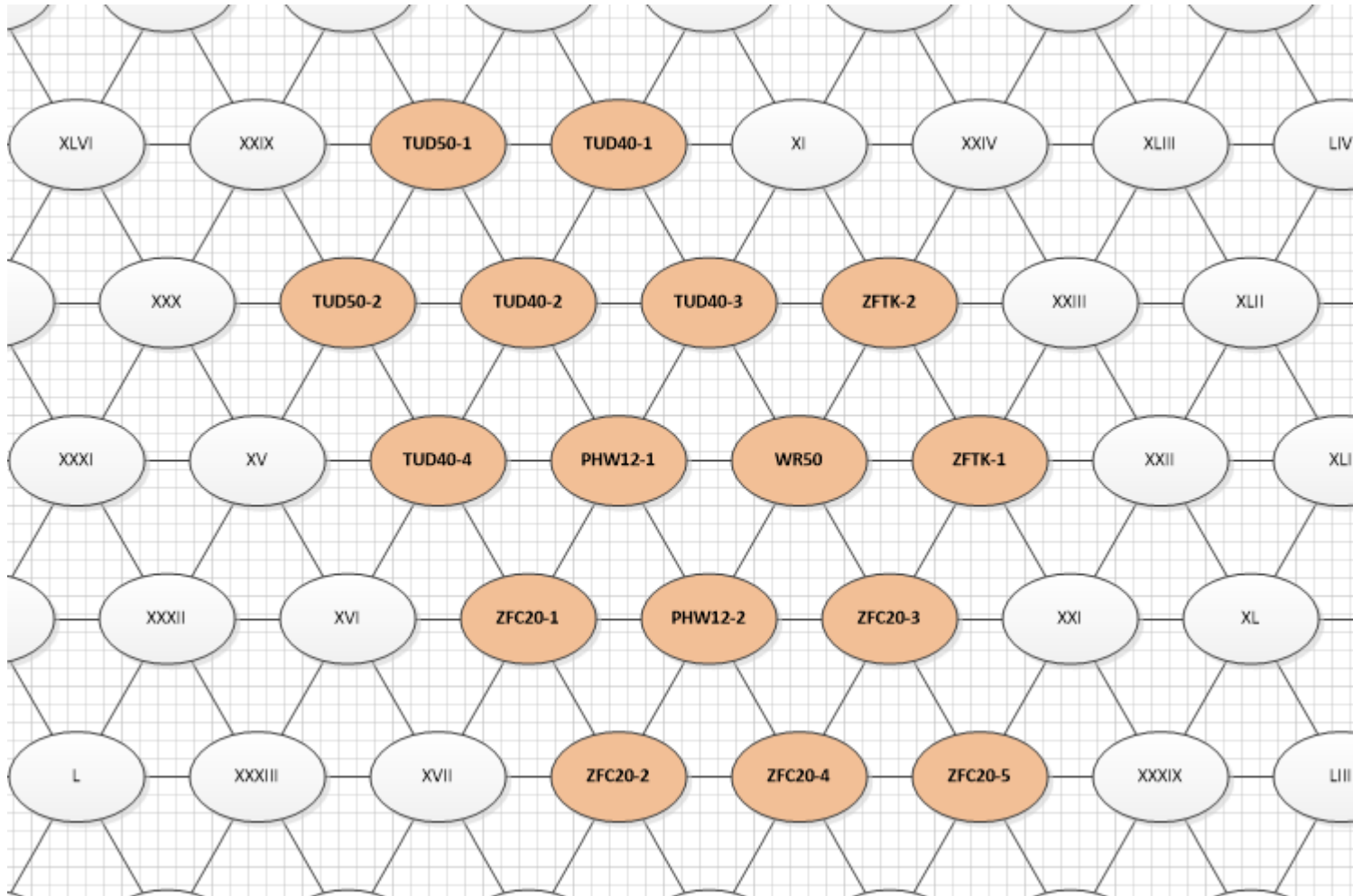
5. Rozmieszczenie maszyn w regularnej siatce trójkątów Schmigalli:  
 d) Rozmieszczenie pozostałych maszyn w węzłach siatki trójkątów  
 (poniżej pełna tabela z wszystkimi rozmieszczonymi maszynami):

5a. Rozmieszczanie maszyn w siatce trójkątów						
ID maszyny	Wybór miejsca					
PHW12-1	<b>I</b>					
WR50	<b>II</b>	III	IV	V	VI	VII
	<b>1040</b>	1040	1040	1040	1040	1040
PHW12-2	III	IV	V	VI	<b>VII</b>	
	1872	1872	1872	1872	<b>1872</b>	
TUD40-3	<b>III</b>	VIII	IX	X		
	<b>2444</b>	2444	2444	2444		
TUD40-2	<b>IV</b>	V	X	XI	XII	
	<b>3484</b>	4056	3952	3952	3952	
TUD40-1	V	XI	<b>XII</b>	XII	XIV	
	4992	4940	<b>4472</b>	4992	4992	
ZFTK-2	IX	<b>X</b>	XI			
	5512	<b>4992</b>	4992			
ZFTK-1	VIII	<b>IX</b>	XXIII			
	5460	<b>5460</b>	5928			
TUD40-4	<b>V</b>	VI	XIV			
	<b>5720</b>	5720	5980			
TUD50-2	VI	XIV	XV	<b>XVI</b>		
	5980	5980	5980	<b>5980</b>		
TUD50-1	<b>XIII</b>	XV	XXIV	XXX		
	<b>6240</b>	6240	6240	6240		
ZFC20-1	<b>VI</b>	VIII	XVIII	XIX	XX	
	<b>6464.57</b>	6464.57	6464.57	6464.57	6689.13	
ZFC20-2	VIII	<b>XVIII</b>	XIX	XX		
	6689.13	<b>6689.13</b>	6689.13	6913.70		
ZFC20-3	<b>VI</b>	XIX	XX			
	<b>6841.02</b>	6841.02	6992.90			
ZFC20-4	<b>XIX</b>	XX				
	<b>6956.51</b>	7072.00				
ZFC20-5	<b>XX</b>					
	<b>7187.49</b>					



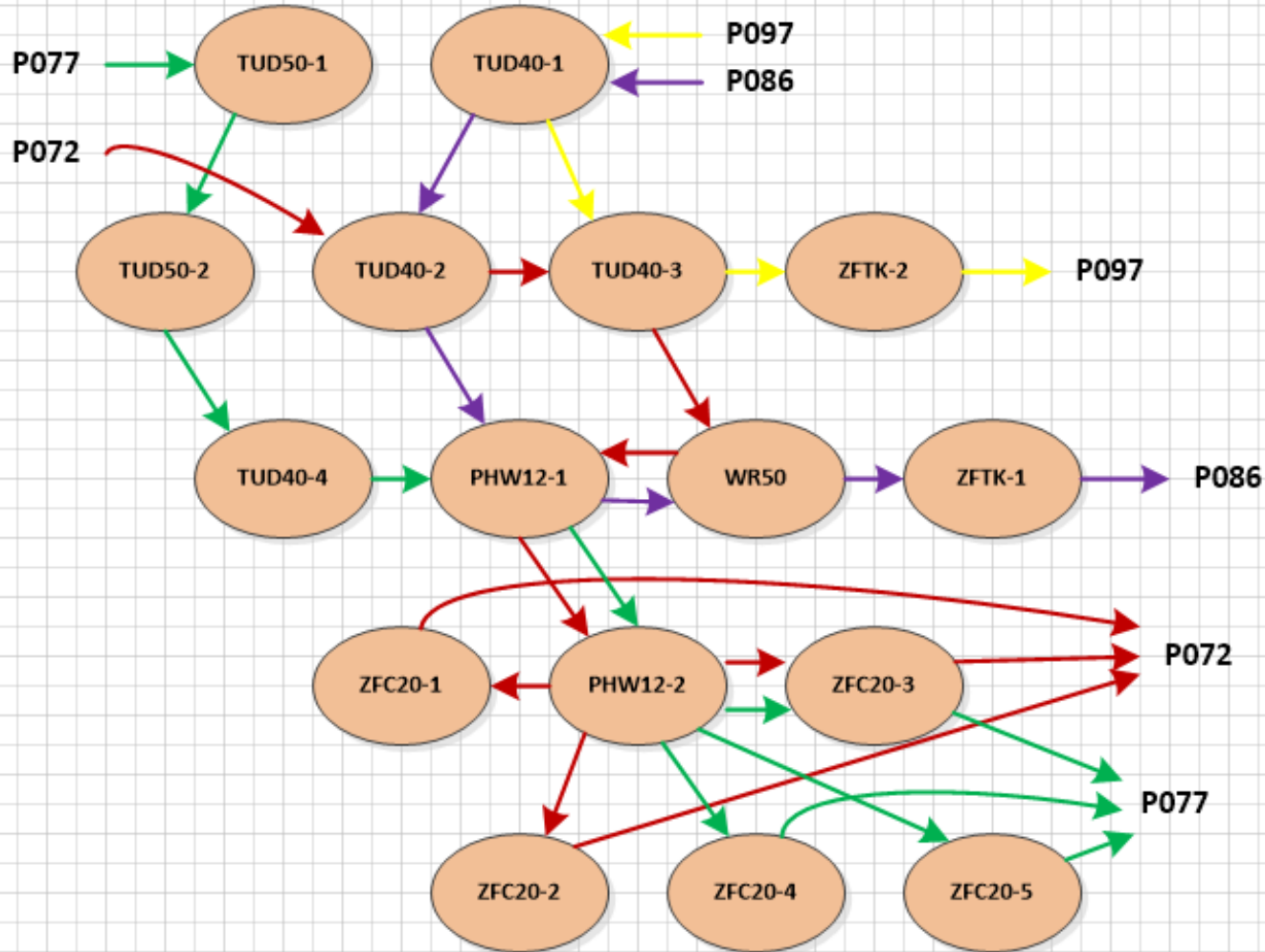
## 5. Rozmieszczenie maszyn w regularnej siatce trójkątów Schmigalli:

d) Rozmieszczenie pozostałych maszyn w węzłach siatki trójkątów (poniżej siatka trójkątów z wszystkimi rozmieszczonymi maszynami):





6. Usunięcie siatki trójkątów oraz dorysowanie przepływu wyrobów przez schematycznie rozmieszczone instancje maszyn:





# Koniec wprowadzenia do części 4 projektu

