
 **Harmonogramowanie produkcji** 

Przedmiot: Zarządzanie produkcją
Moduł: 2/3


Prowadzący:
mgr inż. Paweł Wojakowski
mgr inż. Łukasz Gola

Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji
Zakład Projektowania Procesów Wytwarzania

Pokój: 3/7 B, bud. 6B
Tel.: 12 374 32 61

E-mail: wojakowski.pawel@gmail.com
lugola@gmail.com

Strona WWW zakładu M65: <http://m65.pk.edu.pl>

 **Wprowadzenie do projektu** 

Jaki rodzaj zakładu przemysłowego będziemy analizować?
Zakład przemysłu maszynowego wyspecjalizowany w technologii obróbki skrawaniem.

Jakie rodzaje wyrobów będziemy analizować?


Części obrotowe:

1. Rodzina 5 wyrobów:
- wałki wielostopniowe


2. Asortyment 5 wyrobów:
- wałki, tarcze, tuleje



Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 2



Wprowadzenie do projektu

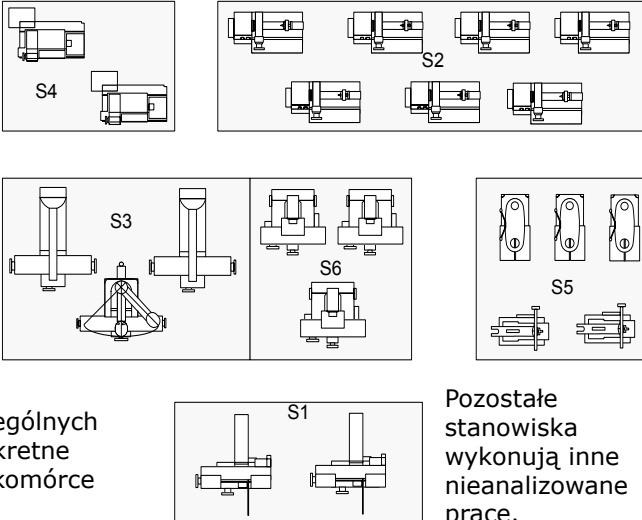


Jak wygląda zakład przemysłowy?

Stanowiska robocze sformowane w komórki produkcyjne o specjalizacji technologicznej.

Każda komórka S zawiera kilka stanowisk o zbliżonych możliwościach wytwórczych.


Do wykonania poszczególnych operacji wybrano konkretne stanowiska w każdej komórce produkcyjnej




Pozostałe stanowiska wykonują inne nieanalizowane prace.

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

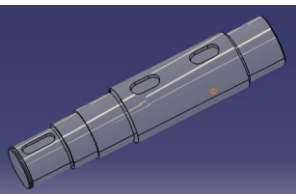
3

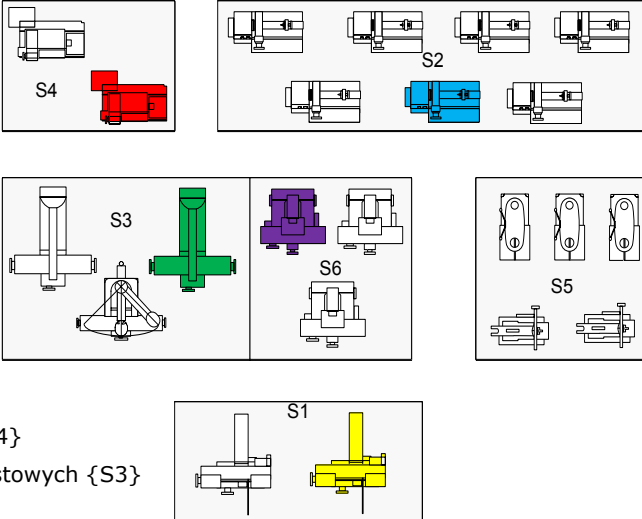


Wprowadzenie do projektu



Przypadek 1: Marszruta technologiczna dla rodziny wyrobów:
Reprezentant:





Sekwencja operacji na stanowiskach:

1. Cięcie {S1}
2. Toczenie zgrubne {S2}
3. Toczenie kształtujące {S4}
4. Wykonanie rowków wpustowych {S3}
5. Szlifowanie {S6}

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

4

Wprowadzenie do projektu

Przypadek 2: Marszruty technologiczne dla asortymentu wyrobów:

Do wykonania poszczególnych operacji wybrano zaznaczone kolorem stanowiska.

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 5

Dane do projektu

Dane potrzebne do zaprojektowania harmonogramów dla przypadku 1: harmonogram typu *flow-shop*:

W1:

W2:

W3:

W4:

W5:

Tabela 1:

Wykaz parametrów dla rodziny wyrobów					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Partia produkcyjna <i>n</i> [szt]	180	120	240	60	120
Partia transportowa <i>p</i> [szt]	12	15	10	12	8
Wykaz czasów przetwarzania dla każdej operacji <i>T</i> [min/szt]					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Operacja 1 {S1}	4	7	5	9	4
Operacja 2 {S2}	5	5	7	4	6
Operacja 3 {S4}	2	3	6	2	6
Operacja 4 {S3}	6	5	5	3	6
Operacja 5 {S6}	6	5	7	5	7

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 6

Dane do projektu

Dane potrzebne do zaprojektowania harmonogramów dla przypadku 2: harmonogram typu *job-shop*: **A1=W1:** **A2:** **A3:** **A4:** **A5:**

Tabela 2:

Wykaz parametrów dla asortymentu wyrobów					
Id wyrobu	A1	A2	A3	A4	A5
Partia produkcyjna n [szt]	180	360	120	240	180

Wykaz stanowisk roboczych S czasów przetwarzania dla każdej operacji T [min/szt]											
Id wyrobu	A1		A2		A3		A4		A5		T
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
Operacja 1	S1	4	S1	12	S1	3	S2	4	S2	2	2
Operacja 2	S2	5	S3	3	S4	2	S5	5	S3	5	5
Operacja 3	S4	2	S2	2	S5	4	S4	3	S5	8	8
Operacja 4	S3	6	S5	3	S3	3	S3	1	S4	3	3
Operacja 5	S6	6	S4	1	S2	2			S3	4	4
Operacja 6					S6	5			S2	2	2
Operacja 7									S6	2	2

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
7

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Zadanie polega na zaprojektowaniu harmonogramu pseudoaktywnego dla rodziny wyrobów.

Należy wykonać dwa harmonogramy. W pierwszej wersji należy zaprojektować harmonogram z przepływem szeregowym.

Przepływ szeregowy charakteryzuje się tym, że pomiędzy kolejnymi stanowiskami roboczymi transportowane są partie produkcyjne n .


W drugiej wersji należy zaprojektować harmonogram z przepływem równoległym.

Przepływ równoległy to taki przepływ, w którym pomiędzy kolejnymi stanowiskami roboczymi transportuje się partie transportowe p .


W projektowanych harmonogramach kolejność wprowadzanych zadań dla rodziny wyrobów jest zgodna z numeracją wyrobów w rodzinie, tj. wprowadza się zadania dla wyrobów kolejno od W1 do W5.

Obliczeniu podlegają następujące parametry: czas przepływu dla każdego wyrobu F , czas realizacji dla każdego wyrobu C , całkowity czas realizacji dla rodziny wyrobów C_{max} , obciążenie stanowisk roboczych W oraz ich beczynność B .

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
8



A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop* Przeływ szeregowy



Krok 1: Obliczyć czasy operacyjne dla każdego wyrobu T_o [h]:

$$T_{Oij} = \frac{n_i \cdot T_{ij}}{60}$$


Wykaz czasów operacyjnych T_o [h]					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Operacja 1 {S1}	12	14	20	9	8
Operacja 2 {S2}	15	10	28	4	12
Operacja 3 {S4}	6	6	24	2	12
Operacja 4 {S3}	18	10	20	3	12
Operacja 5 {S6}	18	10	28	5	14

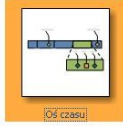
gdzie:
 $i = 1, \dots, I$ – numer kolejnego wyrobu z rodziny wyrobów,
 $j = 1, \dots, J$ – numer kolejnej operacji w marszrucie technologicznej wyrobu.


Krok 2: Utworzyć w programie MS Visio szablon do projektowania harmonogramów:

Harmonogram


Wszystkie szablony


 Kalendarz



 Wykres Gantta


 Wykres PERT

9



A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop* Przeływ szeregowy



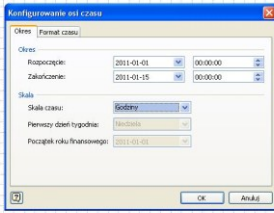
Krok 3: Obliczyć wymaganą długość harmonogramu L [h] korzystając ze wzoru:

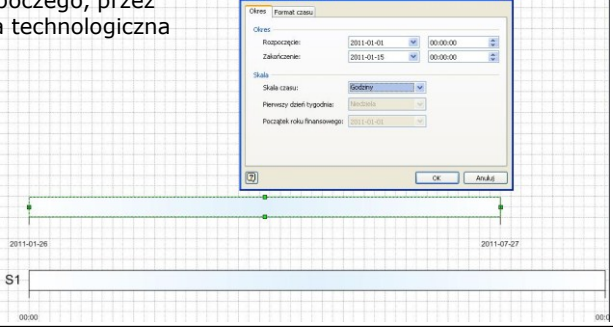
$$L = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{Oij}$$

W analizowanym przykładzie $L = 320$ [h].

Krok 4: W Visio przygotować osie czasu dla każdego stanowiska roboczego, przez które przechodzi marszruta technologiczna rodziny wyrobów:

Ilość dni: zaokrąglić
otrzymaną wartość L w
górze do wielokrotności 24
[h], w tym przypadku do
wartości:
336 [h] = 14 dni.

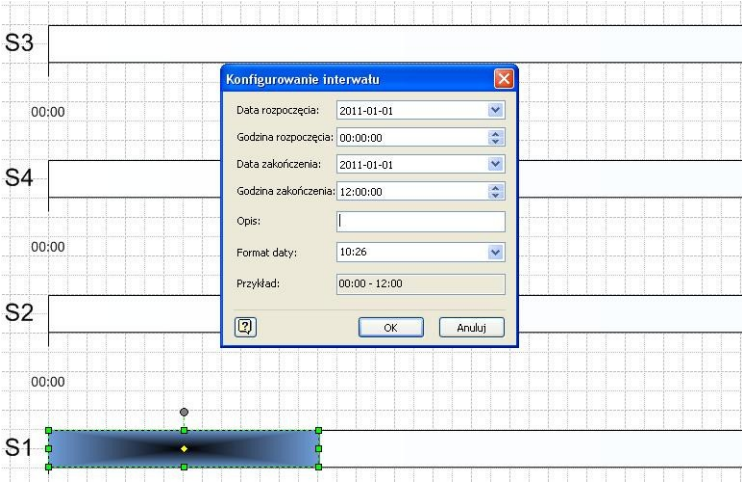




10

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*
Przeływ szeregowy

Krok 5: Definiować kolejne operacje za pomocą obiektu *Interwał-blok*. Rozpocząć wprowadzanie operacji od wyrobu W1, operacji 1 na odpowiednim stanowisku, długość bloku wynosi $T_{O11} = 12$ [h]:



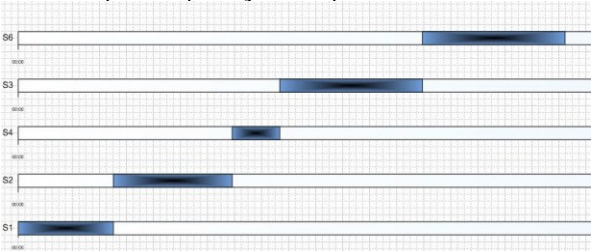
The dialog box 'Konfigurowanie interwału' contains the following fields:

- Data rozpoczęcia: 2011-01-01
- Godzina rozpoczęcia: 00:00:00
- Data zakończenia: 2011-01-01
- Godzina zakończenia: 12:00:00
- Opis: (empty)
- Format daty: 10:26
- Przykład: 00:00 - 12:00

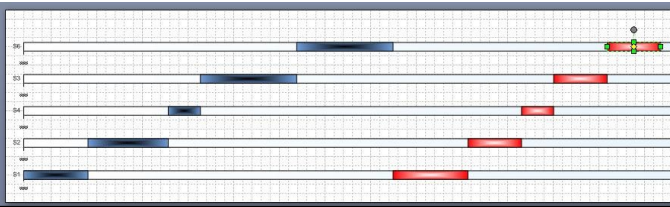
Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 11

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*
Przeływ szeregowy

Krok 6: Wprowadzić wszystkie operacje dla wyrobu W1:



Krok 7: Wprowadzić operacje dla wyrobu W2. Pierwsza operacja wyrobu W2 powinna rozpocząć się w momencie zakończenia ostatniej operacji wyrobu W1 (harmonogram pseudoaktywny):




Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 12

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przeływ szeregowy

Krok 8: Wprowadzić pozostałe operacje dla wyrobów W3, W4 oraz W5.



Krok 9: Obliczyć termin zakończenia produkcji C_i dla każdego wyrobu:

$$C_i = r_i + \sum_{j=1}^J T_{Oij}$$

gdzie: r_i – termin rozpoczęcia produkcji wyrobu i .

Wykaz terminów zakończenia produkcji					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Termin rozpoczęcia r [h]	0	69	119	239	262
Termin zakończenia C [h]	69	119	239	262	320

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
13

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przeływ szeregowy

Krok 10: Obliczyć czas przepływu F_i dla każdego wyrobu:

$$F_i = C_i - r_i$$

Wykaz terminów zakończenia produkcji					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Termin rozpoczęcia r [h]	0	69	119	239	262
Termin zakończenia C [h]	69	119	239	262	320
Czas przepływu F [h]	69	50	120	23	58

Krok 11: Podać czas zakończenia produkcji rodziny wyrobów C_{max} :

$$C_{max} = L = C_I = 320[h]$$

Wykaz terminów zakończenia produkcji					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Termin rozpoczęcia r [h]	0	69	119	239	262
Termin zakończenia C [h]	69	119	239	262	320
Czas przepływu F [h]	69	50	120	23	58

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
14

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przepływ szeregowy

Krok 12: Obliczyć obciążenie każdego stanowiska roboczego W_j :

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^I T_{Oij}}{C_{\max}} \cdot 100[\%]$$

Wykaz obciążeń stanowisk roboczych					
Id stanowiska	S1	S2	S4	S3	S6
Obciążenie W [%]	19,69%	21,56%	15,63%	19,69%	23,44%

Krok 13: Obliczyć bezczynność każdego stanowiska roboczego B_j :

$$B_i = 100 - W_i$$

Wykaz obciążeń stanowisk roboczych					
Id stanowiska	S1	S2	S4	S3	S6
Obciążenie W [%]	19,69%	21,56%	15,63%	19,69%	23,44%
Bezczynność B [%]	80,31%	78,44%	84,38%	80,31%	76,56%

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
15

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przepływ równoległy

Krok 14: Obliczyć czasy operacyjne na jedną partię transportową:

Wykaz czasów operacyjnych na jedną partię transportową T_P [min]					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Operacja 1 {S1}	48	105	50	108	32
Operacja 2 {S2}	60	75	70	48	48
Operacja 3 {S4}	24	45	60	24	48
Operacja 4 {S3}	72	75	50	36	48
Operacja 5 {S6}	72	75	70	60	56

$$T_{Pij} = p_i \cdot T_{ij}$$

Krok 2: Utworzyć w programie MS Visio nowy szablon do projektowania harmonogramów. Następnie obliczyć wymaganą długość harmonogramu:

$$L = \sum_{i=1}^I \left[\left(\frac{n_i}{p_i} - 1 \right) \cdot T_{P_{i\max}} + \sum_{j=1}^J T_{Pij} \right] = 6028[\text{min}] = 100,47[h]$$

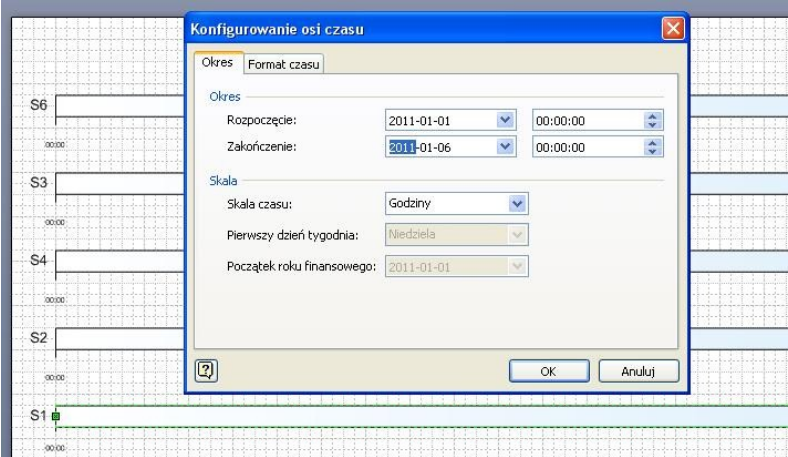
gdzie: $T_{P_{i\max}}$ - operacja wyrobu i posiadająca najdłuższy czas operacyjny na jedną partię transportową:

Wykaz operacji z najdłuższymi czasami operacyjnymi na jedną partię transportową					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Operacja $T_{P_{i\max}}$ [min]	72	105	70	108	56

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
16

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*
Przeływ równoległy

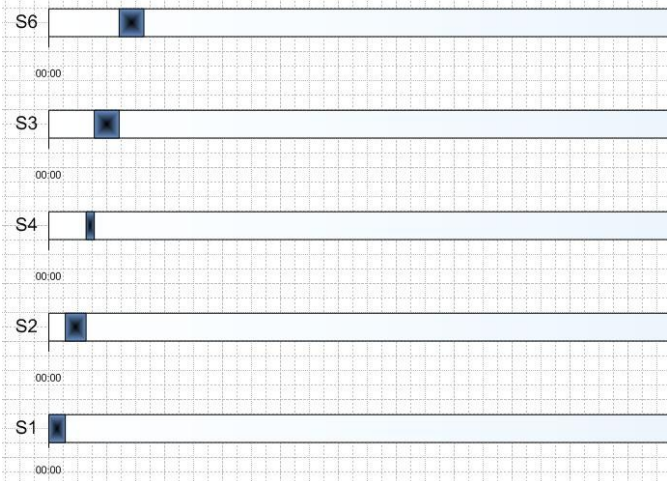
Krok 15: W Visio przygotować osie czasu dla każdego stanowiska roboczego zaokrąglając ponownie wymaganą długość harmonogramu do wielokrotności 24 [h], czyli w tym przypadku do 120 [h] = 5 dni:



Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 17

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*
Przeływ równoległy

Krok 16: Wprowadzić wszystkie operacje dla wyrobu W1 ale tym razem, długości bloków wynoszą T_{pij} (na jedną partię transportową):



Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 18

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przepływ równoległy

Krok 17: Wprowadzić przebiegi dla kolejnych partii transportowych tego samego wyrobu. Ilość partii transportowych q_i wynosi:

$$q_i = \frac{n_i}{p_i}$$

Ilość partii transportowych					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Ilość partii transportowych q_i	15	8	24	5	15

Dla wyrobu W1 skopiować 14-krotnie przebieg operacji T_{P1max} (operacji wykonywanych bez przerwy):

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
19

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przepływ równoległy

Krok 18: Wprowadzić operacje dla pozostałych partii transportowych wyrobu W1, pozostawiając odległość pomiędzy sąsiednimi partiami transportowymi wynoszącą T_{P1max} :

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
20

A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*
Przepływ równoległy

Krok 19: Wprowadzić operacje dla wyrobu W2 w taki sam sposób jak dla wyrobu W1. Pierwsza operacja wyrobu W2 powinna rozpocząć się w momencie zakończenia ostatniej operacji wyrobu W1 (harmonogram pseudoaktywny):

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 21


A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*
Przepływ równoległy

Krok 20: Wprowadzić pozostałe operacje dla wyrobów W3, W4 oraz W5.

Krok 21: Dla harmonogramu z przepływem równoległym obliczyć wartości C_i , F_i , C_{max} :


Wykaz terminów zakończenia produkcji					
Id wyrobu	W1	W2	W3	W4	W5
Termin rozpoczęcia r [min]	0	1284	2394	4304	5012
Termin zakończenia C [min]	1284	2394	4304	5012	6028
Czas przepływu F [min]	1284	1110	1910	708	1016
Czas zakończenia produkcji dla rodziny wyrobów C_{max} [min]					6028

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 22



A. Projekt harmonogramu typu *flow-shop*

Przepływ równoległy



Krok 22: Obliczyć obciążenie każdego stanowiska roboczego W_j :

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^I q_i \cdot T_{Pij}}{C_{\max}} \cdot 100 [\%]$$

Wykaz obciążeń stanowisk roboczych					
Id stanowiska	S1	S2	S4	S3	S6
Obciążenie W [%]	62,71%	68,68%	49,77%	62,71%	74,65%


Krok 23: Obliczyć bezczynność każdego stanowiska roboczego B_j :

$$B_i = 100 - W_i$$


Wykaz obciążeń stanowisk roboczych					
Id stanowiska	S1	S2	S4	S3	S6
Obciążenie W [%]	62,71%	68,68%	49,77%	62,71%	74,65%
Bezczynność B [%]	37,29%	31,32%	50,23%	37,29%	25,35%

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

23



B. Projekt harmonogramu typu *job-shop*



Zadanie polega na zaprojektowaniu harmonogramu aktywnego dla zadanego asortymentu wyrobów.

Należy wykonać dwa harmonogramy. W pierwszej wersji należy zaprojektować harmonogram o przepływie szeregowym wykorzystując regułę priorytetu **SPT**.

Reguła priorytetu SPT (*shortest processing time*) jako pierwsze wstawia do harmonogramu operacje z najkrótszym czasem operacyjnym. Jeżeli dwie operacje mają jednakowy czas operacyjny, wówczas operacje wstawia się kolejno według rosnącego numeru porządkowego.

W drugiej wersji należy zaprojektować harmonogram z przepływem szeregowym stosując regułę **MWR**. Reguła MWR (*most work remaining*) jako pierwsze wstawia do harmonogramu operacje pochodzące od wyrobów, dla których wkład czasu pracy do zakończenia produkcji jest najdłuższy.

Harmonogramy projektuje się w taki sposób, że jako pierwsze wprowadza się operacje oznaczone jako 1 dla każdego wyrobu. Pierwsze operacje podlegają kolejkowaniu. Po wprowadzeniu wszystkich operacji nr 1, kolejkuje się operacje nr 2, itd.

Dla obydwu harmonogramów należy obliczyć takie same parametry jak poprzednio.

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

24

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop*

Krok 1: Obliczyć czasy operacyjne dla każdego wyrobu T_o [h]:

$$T_{Oij} = \frac{n_i \cdot T_{ij}}{60}$$

Wykaz czasów operacyjnych T_o [h]					
Id wyrobu	A1	A2	A3	A4	A5
Operacja 1	12	72	6	16	6
Operacja 2	15	18	4	20	15
Operacja 3	6	12	8	12	24
Operacja 4	18	18	6	4	9
Operacja 5	18	6	4		12
Operacja 6			10		6
Operacja 7					6

Krok 2: Utworzyć w programie MS Visio szablon do projektowania harmonogramów. Przyjąć dowolną długość osi czasów. Ilość osi czasów jest taka, ile różnych stanowisk roboczych pojawiło się w danych wejściowych dla drugiej części modułu:

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 25

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)

Krok 3: Ułożyć kolejkę operacji nr 1 według reguły SPT:

Zwrócić uwagę na zapis symbolu operacji. Kolejne składowe symbolu (oddzielone kropkami) oznaczają:

NrWyrobu.NrOperacji.NrStanowiska

Kolejka operacji nr 1 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T_{Oij} [h]	Id wyrobu	T_{Oij} [h]	
A1	12	A3	6	3.1.1
A2	72	A5	6	5.1.2
A3	6	A1	12	1.1.1
A4	16	A4	16	4.1.2
A5	6	A2	72	2.1.1

Krok 4: Wprowadzić kolejne operacje do harmonogramu zgodnie z ustaloną kolejką, każdą operację opisać symbolem, każdy wyrób wyszczególnić innym kolorem:

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji 26

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)

Krok 5: Ułożyć kolejkę operacji nr 2 według reguły SPT:

Pamiętać o tym, że sekwencja operacji jest stała, tzn. operacja następna może rozpocząć się dopiero w momencie zakończenia operacji poprzedzającej.

Kolejka operacji nr 2 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T _{O12} [h]	Id wyrobu	T _{O12} [h]	
A1	15	A3	4	3.2.4
A2	18	A1	15	1.2.2
A3	4	A5	15	5.2.3
A4	20	A2	18	2.2.3
A5	15	A4	20	4.2.5

Wszelkie czasy dodatkowe jak czasy przebrojenia, transportu, magazynowania pominięto, dlatego nie ma przerwy pomiędzy kolejnymi operacjami.

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

27

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)

Krok 6: Ułożyć kolejkę operacji nr 3 według reguły SPT:

Pamiętać o tym, że w harmonogramie aktywnym można wstawić blok w puste miejsce pomiędzy zaplanowanymi operacjami, jeżeli nowy blok nie spowoduje ich przesunięcia.

Kolejka operacji nr 3 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T _{O13} [h]	Id wyrobu	T _{O13} [h]	
A1	6	A1	6	1.3.4
A2	12	A3	8	3.3.5
A3	8	A2	12	2.3.2
A4	12	A4	12	4.3.4
A5	24	A5	24	5.3.5

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

28

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)

Krok 7: Ułożyć kolejkę operacji nr 4 według reguły SPT:

Kolejka operacji nr 4 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T _{O14} [h]	Id wyrobu	T _{O14} [h]	
A1	18	A4	4	4.4.3
A2	18	A3	6	3.4.3
A3	6	A5	9	5.4.4
A4	4	A1	18	1.4.3
A5	9	A2	18	2.4.5

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

29


B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)

Krok 7: Ułożyć kolejkę operacji nr 5 według reguły SPT:


Kolejka operacji nr 5 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T _{O15} [h]	Id wyrobu	T _{O15} [h]	
A1	18	A3	4	3.5.2
A2	6	A2	6	2.5.4
A3	4	A5	12	5.5.3
A5	12	A1	18	1.5.6

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

30

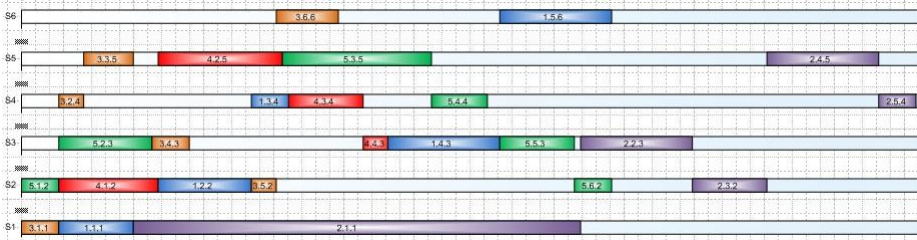


B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)




Krok 8: Ułożyć kolejkę operacji nr 6 według reguły SPT:

Kolejka operacji nr 6 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T_{O16} [h]	Id wyrobu	T_{O16} [h]	
A3	10	A5	6	5.6.2
A5	6	A3	10	3.6.6




Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

31

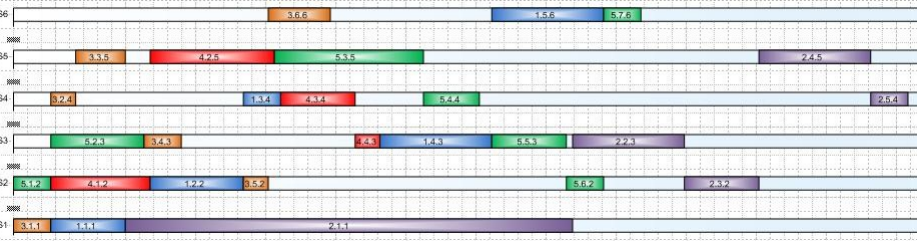


B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)




Krok 8: Ułożyć kolejkę operacji nr 7 według reguły SPT:

Kolejka operacji nr 7 według SPT				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	T_{O17} [h]	Id wyrobu	T_{O17} [h]	
A5	6	A5	6	5.7.6




Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

32



B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* SPT (*ang. Shortest Processing Time*)



Krok 8: Podać z harmonogramu termin zakończenia produkcji C_i , oraz czas przepływu F_i dla każdego wyrobu:

Wykaz terminów zakończenia produkcji, reguła SPT					
Id wyrobu	A1	A2	A3	A4	A5
Termin rozpoczęcia r [h]	6	18	0	6	0
Termin zakończenia C [h]	95	144	51	59	101
Czas przepływu F [h]	89	126	51	53	101


Krok 9: Podać czas zakończenia produkcji asortymentu wyrobów C_{max} :

Wykaz terminów zakończenia produkcji, reguła SPT					
Id wyrobu	A1	A2	A3	A4	A5
Termin rozpoczęcia r [h]	6	18	0	6	0
Termin zakończenia C [h]	95	144	51	59	101
Czas przepływu F [h]	89	126	51	53	101


Krok 10: Obliczyć obciążenie każdego stanowiska roboczego W_j , oraz bezczynność B_j :

Wykaz obciążeń stanowisk roboczych						
Id stanowiska	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Obciążenie W [%]	62,50%	40,97%	50,69%	25,69%	48,61%	23,61%
Bezczynność B [%]	37,50%	59,03%	49,31%	74,31%	51,39%	76,39%

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
33



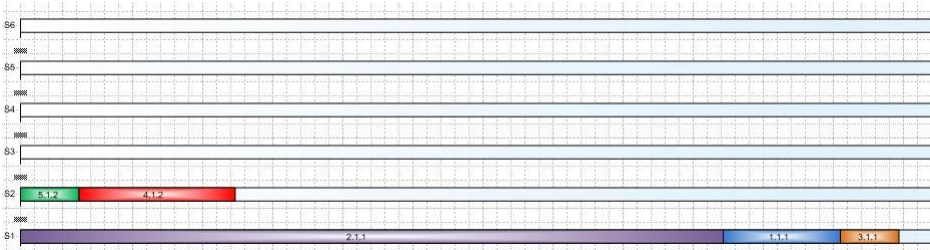
B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)




Krok 9: Utworzyć w programie MS Visio nowy szablon, tym razem do projektowania harmonogramu wykorzystając regułę MWR.

Krok 10: Ułożyć kolejkę operacji nr 1 według reguły MWR:


Kolejka operacji nr 1 według MWR				
Stan początkowy	Kolejkowanie		Symbol bloku	
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A1	69	A2	126	2.1.1
A2	126	A5	78	5.1.2
A3	38	A1	69	1.1.1
A4	52	A4	52	4.1.2
A5	78	A3	38	3.1.1



Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
34




B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)




Krok 11: Ułożyć kolejkę operacji nr 2 według reguły MWR:

Kolejka operacji nr 2 według MWR				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A1	57	A5	72	5.2.3
A2	54	A1	57	1.2.2
A3	32	A2	54	2.2.3
A4	36	A4	36	4.2.5
A5	72	A3	32	3.2.4

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
35



B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)



Krok 12: Ułożyć kolejkę operacji nr 3 według reguły MWR:

Kolejka operacji nr 3 według MWR				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A1	42	A5	57	5.3.5
A2	36	A1	42	1.3.4
A3	28	A2	36	2.3.2
A4	16	A3	28	3.3.5
A5	57	A4	16	4.3.4

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
36

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)

Krok 13: Ułożyć kolejkę operacji nr 4 według reguły MWR:

Kolejka operacji nr 4 według MWR				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A1	36	A1	36	1.4.3
A2	24	A5	33	5.4.4
A3	20	A2	24	2.4.5
A4	4	A3	20	3.4.3
A5	33	A4	4	4.4.3

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

37

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)

Krok 14: Ułożyć kolejkę operacji nr 5 według reguły MWR:

Kolejka operacji nr 5 według MWR				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A1	18	A5	24	5.5.3
A2	6	A1	18	1.5.6
A3	14	A3	14	3.5.2
A5	24	A2	6	2.5.4

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

38

B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)

Krok 15: Ułożyć kolejkę operacji nr 6 według reguły MWR:

Kolejka operacji nr 6 według MWR				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A3	10	A5	12	5.6.2
A5	12	A3	10	3.6.6

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

39


B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)

Krok 16: Ułożyć kolejkę operacji nr 7 według reguły MWR:


Kolejka operacji nr 7 według MWR				
Stan początkowy		Kolejkowanie		Symbol operacji
Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	Id wyrobu	ΣT_{Oij} [h]	
A5	6	A5	6	5.7.6

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji

40



B. Projekt harmonogramu typu *job-shop* MWR (*ang. Most Work Remaining*)



Krok 17: Podać z harmonogramu termin zakończenia produkcji C_i oraz czas przepływu F_i dla każdego wyrobu:

Wykaz terminów zakończenia produkcji, reguła SPT					
Id wyrobu	A1	A2	A3	A4	A5
Termin rozpoczęcia r [h]	72	0	84	6	0
Termin zakończenia C [h]	141	135	151	58	123
Czas przepływu F [h]	69	135	67	52	123


Krok 18: Podać czas zakończenia produkcji asortymentu wyrobów C_{max} :

Wykaz terminów zakończenia produkcji, reguła SPT					
Id wyrobu	A1	A2	A3	A4	A5
Termin rozpoczęcia r [h]	72	0	84	6	0
Termin zakończenia C [h]	141	135	151	58	123
Czas przepływu F [h]	69	135	67	52	123


Krok 19: Obliczyć obciążenie każdego stanowiska roboczego W_j oraz bezczynność B_j :

Wykaz obciążeń stanowisk roboczych						
Id stanowiska	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Obciążenie W [%]	59,60%	39,07%	39,07%	24,50%	46,36%	22,52%
Bezczynność B [%]	40,40%	60,93%	60,93%	75,50%	53,64%	77,48%

Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
41




Podsumowanie




Na zaliczenie części projektowej modułu 2 sprawozdanie zawierające:

- stronę tytułową,
- opracowanie zawierające wszelkie przeliczenia zgodnie z postępowaniem zaprezentowanym w przykładzie (na ocenę 3.0 wystarczające jest dostarczenie części A opracowania),
- 4 harmonogramy w wersji papierowej dołączone do sprawozdania + wersja elektroniczna w MS Visio 2007/2010 (2 harmonogramy z części A (wystarczy na 3.0): 1 – przepływ szeregowy, 2 – przepływ równoległy, 2 harmonogramy z części B: 3 – harmonogram SPT, 4 – harmonogram MWR).



Koniec modułu 2



Zarządzanie produkcją, M2: Harmonogramowanie produkcji
42