



Prezentacja wprowadzająca do 1 części projektu



„OBLICZENIA PARAMETRÓW WYJŚCIOWYCH”

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. Parametry wejściowe przedmiotów pracy

Lp.	ID wyrobu	Nazwa wyrobu	Średnica d _A [mm]	Szerokość B [mm]	Ciężar N [kg/szt]	Program prod. P [szt/rok]	Brakowość b [%]	Cena wyrobu S [zł/szt]	Rodzaj materiału	Rodzaj półfabrykatu	Cena surowca k _s [zł/szt]
1	P072	Koło zębate	120	35	3,6	6050	3%	180	C45	Odkuwka	54
2	P077	Koło zębate z piastą jednostronną	270	85	7,2	11700	1%	360	EN GJL 200	Odlew	144
3	P079	Koło zębate z piastą jednostronną	44	38	0,65	14500	3%	32,5	C45	Odkuwka	9,75
4	P086	Koło zębate stożkowe	158	48	5,2	23100	3%	260	C45	Odkuwka	78
5	P087	Koło zębate stożkowe	111	62	6,1	7400	2%	305	C45	Odkuwka	91,5
6	P089	Koło zębate stożkowe	70	46	1,3	14700	2%	65	C45	Odkuwka	19,5
7	P090	Koło zębate walcowe	196	47	8,5	13300	1%	425	EN GJL 300	Odlew	170
8	P094	Koło zębate stożkowe	100	36	2,7	12000	2%	135	C45	Odkuwka	40,5
9	P095	Koło zębate stożkowe	100	33	2,9	12000	3%	145	C45	Odkuwka	43,5
10	P097	Koło zębate stożkowe	138	90	11,6	12400	3%	580	C45	Odkuwka	174
11	P099	Koło zębate z piastą dwustronną	57	42	1,24	8860	1%	62	C55	Odkuwka	22,32
12	P101	Koło zębate stożkowe	184	48	7,5	5100	2%	375	C45	Odkuwka	112,5

2. Parametry wejściowe środków pracy

Charakterystyka stanowisk roboczych

Lp.	ID maszyny	Rodzaj maszyny	Cena zakupu k_z [zł/szt]	Koszt godziny pracy k_w [zł/h]	Koszt godziny postoju k_p [zł/h]	Długość m_d [mm]	Szerokość m_b [mm]	Wysokość m_h [mm]	Współczynnik niezdatności maszyny - zmiana 8h $\beta(T_D)$	Współczynnik niezdatności maszyny - zmiana 12h $\beta(T_D)$
1	TUM25	Tokarka kłowa uniwersalna	116 000 zł	18,59 zł	4,72 zł	2100	800	1200	25%	30%
2	TUD40	Tokarka kłowa uniwersalna	144 000 zł	20,90 zł	6,50 zł	3200	1300	1600	20%	25%
3	TUD50	Tokarka kłowa uniwersalna	170 000 zł	20,90 zł	5,50 zł	3700	1300	1700	15%	20%
4	TUB32	Tokarka narzędziowa uniwersalna	132 000 zł	20,90 zł	5,50 zł	2800	900	1300	20%	25%
5	TR10C1N	Tokarka kłowa CNC	299 000 zł	28,20 zł	10,60 zł	3800	2000	1300	8%	13%
6	ZFC20	Frezarka obwiedniowa do uzębień	800 000 zł	21,10 zł	6,60 zł	2000	1300	2000	5%	10%

3. Informacje o dostępnym czasie pracy

Data początkowa	Data końcowa	Liczba dni w roku [dni/rok]	Liczba dni roboczych w roku [dni/rok]	Współczynnik postojów wyłączeniowych $\beta(T_{NS})$
2016-01-01	2016-12-31	365	261	5%

4. Zestawienie danych o procesach technologicznych wyrobów

Maszyna Wyrób	TUD40		TUD40		WR50		PHW12		PHW12		ZFC20					
P072	10	4	20	4	30	4	40	4	50	4	60	6				
ID Maszyny	1	0,3	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,05	0,4	0,05	1,5	1,5				
P077	10	4	20	4	30	4	40	4	50	5	60	6				
ID Maszyny	0,4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,18	0,3	0,05	0,2	0,01	1	0,7				
P079	10	4	20	4	30	4	40	4	50	5	60	4	70	6	80	4
ID Maszyny	0,4	0,05	0,5	0,03	0,17	0,02	0,4	0,03	0,3	0,03	0,5	0,03	0,8	0,6	0,15	0,01
P086	10	4	20	4	30	4	40	4	50	7						
ID Maszyny	0,5	0,06	0,5	0,05	0,15	0,01	0,4	0,01	0,5	0,15						
P087	10	5	20	4	30	6	40	5	50	6	60	4	70	6	80	7
ID Maszyny	1	0,3	1	0,25	1	0,1	1	0,05	0,5	0,3	0,5	0,1	1	0,2	1	0,3
P089	10	4	20	4	30	4	40	5	50	7						
ID Maszyny	0,5	0,2	0,5	0,15	0,5	0,05	1	0,05	0,5	0,4						
P090	10	5	20	4	30	4	40	5	50	7						
ID Maszyny	0,5	0,16	0,3	0,01	0,3	0,01	0,4	0,19	0,5	0,58						
P094	10	4	20	4	30	4	40	5	50	7						
ID Maszyny	0,5	0,15	0,5	0,15	0,4	0,05	0,8	0,05	1	0,4						
P095	10	4	20	4	30	4	40	5	50	7						
ID Maszyny	0,5	0,2	0,5	0,2	0,4	0,05	0,8	0,1	1	0,4						
P097	10	5	20	5	30	7	40	6	50	6						
ID Maszyny	0,4	0,05	0,4	0,16	0,8	0,2	0,3	0,1	0,3	0,05						
P099	10	4	20	4	30	4	40	4	50	5						
ID Maszyny	0,5	0,4	0,3	0,06	0,4	0,02	0,4	0,03	0,6	0,3						
P101	10	5	20	5	30	5	40	7	50	7						
ID Maszyny	0,6	0,45	0,6	0,77	0,3	0,12	1	0,7	0,5	0,3						

ID Maszyny	
Nr operacji	Kategoria zaszeregowania pracy
Czas przygotowawczo-zakończeniowy [h]	Czas jednostkowy [h]

1. Obliczenie programów uruchomienia produkcji dla każdego wyrobu:

$$P_U = P \cdot \left(1 + \frac{b}{100} \right)$$

gdzie:

P – program produkcji,
b – poziom braków (brakowość).

Przykład:

ID wyrobu	Program produkcji P [szt/rok]	Brakowość b [%]	Program uruchomienia produkcji P _u [szt/rok]
P072	6100	3%	6283
P077	11700	1%	11817

2. Obliczenie całkowitego programu uruchomienia produkcji:

$$P_C = \sum_{w=1}^W P_{Uw}$$

gdzie:

W – liczba wyrobów analizowanych w projekcie.

W przykładzie: $P_C = 144\ 366$ [szt/rok]

3. Obliczenie udziału procentowego wyrobów w portfelu produkcji:

$$U_w = \frac{P_{Uw}}{P_C}$$

gdzie:

P_{Uw} – program uruchomienia produkcji wyrobu w ,

P_C – całkowity program uruchomienia produkcji.

Przykład:

ID wyrobu	Udział procentowy U [%]
P072	4,4%
P077	8,2%

4. Kategoryzacja wyrobów w portfelu produkcji:

- Utworzenie rankingu wyrobów według malejącej wartości udziału procentowego
- Obliczenie skumulowanego udziału procentowego według rankingu wyrobów
- Podział wyrobów na grupy ABC według skumulowanego udziału procentowego
- Narysowanie wykresu z rozkładem wyrobów w portfelu produkcji

Przykład:

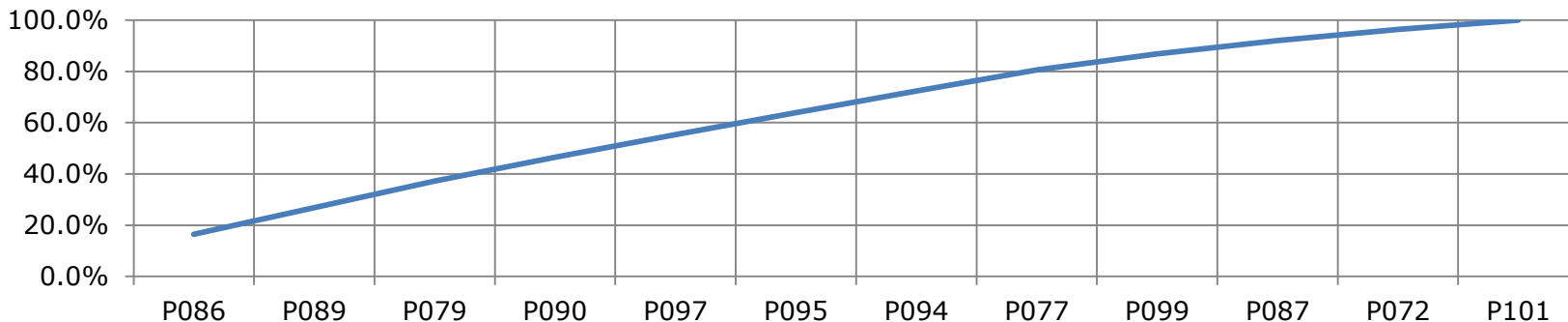
4. Kategoryzacja wyrobów w portfolio produkcji		
ID wyrobu	Udział procentowy U malejąco [%]	Procent skumulowany narastająco [%]
P086	16,5%	16,5%
P089	10,4%	26,9%
P079	10,3%	37,2%
P090	9,3%	46,5%
P097	8,8%	55,4%
P095	8,6%	63,9%
P094	8,5%	72,4%
P077	8,2%	80,6%
P099	6,2%	86,8%
P087	5,2%	92,0%
P072	4,4%	96,4%
P101	3,6%	100,0%

Zakres grupy A do 30÷50%
(względem procentu skumulowanego narastająco)

Zakres grupy B od 30÷50% do 80÷90%
(względem procentu skumulowanego narastająco)

Zakres grupy C powyżej 80÷90%
(względem procentu skumulowanego narastająco)

Wykresu z rozkładem wyrobów w portfolio produkcji do przykładu:



5. Obliczenie funduszu czasu pracy w różnych systemach zmianowych:

$$F_{eff} = d \cdot i \cdot z \cdot (1 - \beta_{T_{NS}})$$

gdzie:

i – liczba zmian rozliczeniowych,

z – liczba przepracowanych godzin przez zmianę w ciągu jednego dnia,

$\beta_{T_{NS}}$ – współczynnik postojów wyłączeniowych,

d – liczba dni rozliczeniowych:

Data początkowa	Data końcowa	Liczba dni w roku [dni/rok]	Liczba dni roboczych w roku [dni/rok]
2016-01-01	2016-12-31	365	261

Dla systemów
4-brygadowych

Dla systemów
1,2 i 3-brygadowych

UWAGA:

Obliczenia przeprowadzić dla następujących systemów zmianowych:

- System 3-zmianowy, 3-brygadowy (**3Z/3B**)
- System 3-zmianowy, 4-brygadowy (**3Z/4B**)
- System 2-zmianowy, 4-brygadowy (**2Z/4B**)
- System 2-zmianowy, 2-brygadowy (**2Z/2B**)
- System 1-zmianowy, 1-brygadowy (**1Z/1B**)

6. Obliczenie czasów taktu dla różnych systemów zmianowych:

$$\tau = \frac{F_{eff}}{P_U}$$

gdzie:

F_{eff} – fundusz czasu pracy dla danego systemu zmianowego,

P_U – program uruchomienia produkcji dla danego wyrobu.

Przykład:

ID wyrobu	Takt 3Z/3B τ [h/szt]	Takt 3Z/4B τ [h/szt]	Takt 2Z/4B τ [h/szt]	Takt 2Z/2B τ [h/szt]	Takt 1Z/1B τ [h/szt]
P072	0,95	1,32	1,32	0,63	0,32
P077	0,50	0,70	0,70	0,34	0,17

7. Obliczenie zadań godzinowych dla różnych systemów zmianowych:

$$Z_G = \frac{P_U}{F_{eff}}$$

gdzie:

P_U – program uruchomienia produkcji dla danego wyrobu,
 F_{eff} – fundusz czasu pracy dla danego systemu zmianowego.

Przykład:

ID wyrobu	Zadanie godzinowe 3Z/3B Z_G [szt/h]	Zadanie godzinowe 3Z/4B Z_G [szt/h]	Zadanie godzinowe 2Z/4B Z_G [szt/h]	Zadanie godzinowe 2Z/2B Z_G [szt/h]	Zadanie godzinowe 1Z/1B Z_G [szt/h]
P072	1,06	0,75	0,75	1,58	3,17
P077	1,99	1,42	1,42	2,98	5,96

8. Przygotowanie wykazu współczynników odwrotnych niezdatności maszyn:

UWAGA:

Współczynniki odwrotne niezdatności maszyn przygotować dla typów technologicznych maszyn występujących w zestawie danych o procesach technologicznych wyrobów:

ID maszyny	TUD40	WR50	PHW12	ZFC20	TUD50	TUM25	SPC20
Współczynnik odwrotny niezdatności maszyny - zmiana 8h $1-\beta(T_D)$	80%	89%	86%	95%	85%	75%	82%
Współczynnik odwrotny niezdatności maszyny - zmiana 12h $1-\beta(T_D)$	75%	84%	81%	90%	80%	70%	77%
ID maszyny	WS15	ZFTK	SWB25	SAC30	TR10C1N	SWA25	SOJ10
Współczynnik odwrotny niezdatności maszyny - zmiana 8h $1-\beta(T_D)$	75%	93%	88%	88%	92%	85%	90%
Współczynnik odwrotny niezdatności maszyny - zmiana 12h $1-\beta(T_D)$	70%	88%	83%	83%	87%	80%	85%

9. Obliczenie czasów cyklu maszyn:

$$\chi = \frac{t_j}{1 - \beta_{T_D}}$$

gdzie:

t_j – czas jednostkowy operacji,

$1 - \beta_{T_D}$ – współczynnik odwrotny niezdatności maszyny:

Dla zmian 12-godzinnych

Dla zmian 8-godzinnych

Lp.	ID maszyny	Rodzaj maszyny	Cena zakupu k_z [zł/szt]	Koszt godziny pracy k_w [zł/h]	Koszt godziny postoju k_p [zł/h]	Długość m_d [mm]	Szerokość m_b [mm]	Wysokość m_h [mm]	Współczynnik niezdatności maszyny - zmiana 8h (β_{T_D})	Współczynnik niezdatności maszyny - zmiana 12h (β_{T_D})
1	TUM25	Tokarka kłowa uniwersalna	116 000 zł	18,59 zł	4,72 zł	2100	800	1200	25%	30%

Przykład:

ID wyrobu	Czas cyklu TUD40-1		Czas cyklu TUD40-2		Czas cyklu WR50		Czas cyklu PHW12-1		Czas cyklu PHW12-2	
	Zmiana 8h χ [h/szt]	Zmiana 12h χ [h/szt]	Zmiana 8h χ [h/szt]	Zmiana 12h χ [h/szt]	Zmiana 8h χ [h/szt]	Zmiana 12h χ [h/szt]	Zmiana 8h χ [h/szt]	Zmiana 12h χ [h/szt]	Zmiana 8h χ [h/szt]	Zmiana 12h χ [h/szt]
P072	0,3750	0,4000	0,1250	0,1333	0,1124	0,1190	0,0581	0,0617	0,0581	0,0617
P077	0,2250	0,2400					0,0581	0,0617	0,0116	0,0123
P079	0,0625	0,0667	0,0375	0,0400			0,0233	0,0247	0,0116	0,0123
P086	0,0750	0,0800	0,0625	0,0667	0,0112	0,0119	0,0116	0,0123		
P087							0,1163	0,1235		
P089							0,0581	0,0617		
P090							0,0116	0,0123	0,0116	0,0123
P094							0,0581	0,0617		
P095							0,0581	0,0617		
P097	0,0625	0,0667	0,2000	0,2133						
P099							0,0233	0,0247	0,0349	0,0370
P101							0,1395	0,1481		

10. Obliczenie możliwości godzinowej maszyn:

$$m_G = \frac{1}{\chi}$$

gdzie:

χ – czas cyklu:

Przykład:

ID wyrobu	Możliw. godz. TUD40-1		Możliw. godz. TUD40-2		Możliw. godz. WR50		Możliw. godz. PHW12-1		Możliw. godz. PHW12-2	
	Zmiana 8h m_G [szt/h]	Zmiana 12h m_G [szt/h]	Zmiana 8h m_G [szt/h]	Zmiana 12h m_G [szt/h]	Zmiana 8h m_G [szt/h]	Zmiana 12h m_G [szt/h]	Zmiana 8h m_G [szt/h]	Zmiana 12h m_G [szt/h]	Zmiana 8h m_G [szt/h]	Zmiana 12h m_G [szt/h]
P072	2,6667	2,5000	8,0000	7,5000	8,9000	8,4000	17,2000	16,2000	17,2000	16,2000
P077	4,4444	4,1667					17,2000	16,2000	86,0000	81,0000
P079	16,0000	15,0000	26,6667	25,0000			43,0000	40,5000	86,0000	81,0000
P086	13,3333	12,5000	16,0000	15,0000	89,0000	84,0000	86,0000	81,0000		
P087							8,6000	8,1000		
P089							17,2000	16,2000		
P090							86,0000	81,0000	86,0000	81,0000
P094							17,2000	16,2000		
P095							17,2000	16,2000		
P097	16,0000	15,0000	5,0000	4,6875						
P099							43,0000	40,5000	28,6667	27,0000
P101							7,1667	6,7500		

11. Obliczenie wskaźników obciążenia maszyn operacjami technologicznymi:

$$\eta = \frac{Z_G}{m_G}$$

gdzie:

Z_G – zadanie godzinowe dla danego systemu zmianowego,

m_G – możliwość godzinowa maszyny.

Przykład:

ID wyrobu	Obciążenie TUD40-1					Obciążenie TUD40-2					Obciążenie WR50					Obciążenie PHW12-1				
	3Z/3B η [%]	3Z/4B η [%]	2Z/4B η [%]	2Z/2B η [%]	1Z/1B η [%]	3Z/3B η [%]	3Z/4B η [%]	2Z/4B η [%]	2Z/2B η [%]	1Z/1B η [%]	3Z/3B η [%]	3Z/4B η [%]	2Z/4B η [%]	2Z/2B η [%]	1Z/1B η [%]	3Z/3B η [%]	3Z/4B η [%]	2Z/4B η [%]	2Z/2B η [%]	1Z/1B η [%]
P072	39,6%	28,3%	30,2%	59,4%	118,8%	13,2%	9,4%	10,1%	19,8%	39,6%	11,9%	8,5%	9,0%	17,8%	35,6%	6,1%	4,4%	4,7%	9,2%	18,4%
P077	44,7%	31,9%	34,1%	67,0%	134,0%											11,5%	8,3%	8,8%	17,3%	34,6%
P079	15,7%	11,2%	12,0%	23,5%	47,1%	9,4%	6,7%	7,2%	14,1%	28,2%						5,8%	4,2%	4,4%	8,8%	17,5%
P086	30,0%	21,4%	22,9%	45,0%	90,0%	25,0%	17,9%	19,1%	37,5%	75,0%	4,5%	3,2%	3,4%	6,7%	13,5%	4,6%	3,3%	3,5%	7,0%	13,9%
P087																14,7%	10,5%	11,2%	22,1%	44,2%
P089																14,6%	10,5%	11,1%	22,0%	43,9%
P090																2,6%	1,9%	2,0%	3,9%	7,9%
P094																12,0%	8,6%	9,1%	17,9%	35,9%
P095																12,1%	8,6%	9,2%	18,1%	36,2%
P097	13,4%	9,6%	10,2%	20,1%	40,2%	42,9%	30,7%	32,7%	64,4%	128,8%										
P099																3,5%	2,5%	2,7%	5,3%	10,5%
P101																12,2%	8,7%	9,3%	18,3%	36,6%
SUMA η [%]	143,4%	102,5%	109,3%	215,0%	430,1%	90,5%	64,7%	69,0%	135,8%	271,6%	16,4%	11,7%	12,4%	24,5%	49,1%	99,9%	71,5%	75,9%	149,9%	299,8%

12. Agregacja wyników obciążenia w różnych systemach zmianowych:

a) Obliczenie średniego obciążenia w różnych systemach zmianowych

$$\eta_{SR} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{m=1}^M \eta_m$$

gdzie:

$m=1, \dots, M$

– identyfikatory typów technologicznych maszyn,

η_m

– sumaryczne obciążenie maszyny w danym systemie zmianowym

b) Obliczenie środkowego obciążenia w różnych systemach zmianowych,

gdy M jest liczbą parzystą:

$$\eta_{ME} = \frac{1}{2} \cdot \left[\eta_{M/2} + \eta_{M/2+1} \right]$$

gdy M jest liczbą nieparzystą:

$$\eta_{ME} = \eta_{M/2+1}$$

12. Agregacja wyników obciążenia w różnych systemach zmianowych:

c) Obliczenie minimalnego obciążenia w różnych systemach zmianowych

$$\eta_{MIN} = \min_{m=1, \dots, M} \{ \eta_m \}$$

d) Obliczenie maksymalnego obciążenia w różnych systemach zmianowych

$$\eta_{MAX} = \max_{m=1, \dots, M} \{ \eta_m \}$$

Przykład:

Parametr	3Z/3B	3Z/4B	2Z/4B	2Z/2B	1Z/1B
Średnie obciążenie	117,7%	84,2%	89,2%	176,6%	353,1%
Środkowe obciążenie	53,0%	37,9%	40,1%	79,5%	159,0%
Minimalne obciążenie	7,2%	5,2%	5,5%	10,8%	21,6%
Maksymalne obciążenie	644,3%	460,7%	486,9%	966,5%	1932,9%

13. Podjęcie decyzji dotyczące wyboru systemu zmianowego:

W celu podjęcia decyzji wesprzeć się poniższymi założeniami projektowymi:

- a) Środkowe obciążenie powinno być mniejsze niż 100%
- b) Średnie obciążenie powinno być mniejsze niż 200%
- c) Maksymalne obciążenie powinno być mniejsze niż 1000%

W przykładzie podjęto decyzję o przyjęciu systemu
2-zmianowego, 2-brygadowego:

Parametr	3Z/3B	3Z/4B	2Z/4B	2Z/2B	1Z/1B
Średnie obciążenie	117,7%	84,2%	89,2%	176,6%	353,1%
Środkowe obciążenie	53,0%	37,9%	40,1%	79,5%	159,0%
Minimalne obciążenie	7,2%	5,2%	5,5%	10,8%	21,6%
Maksymalne obciążenie	644,3%	460,7%	486,9%	966,5%	1932,9%

Dla systemu 2-zmianowego, 2-brygadowego
wszystkie powyższe założenia są spełnione



Koniec wprowadzenia do części 1 projektu

