

Cykl według Wikipedii (<https://pl.wiktionary.org/wiki/cykl>) to szereg czynności lub zjawisk tworzących zamkniętą całość rozwojową, powtarzającą się okresowo.

Cykl pracy brygady tworzy powtarzające się okresowo wykonywanie kompletu działań, od pierwszego do ostatniego, stanowiących proces roboczy  $P^r$ .

Chwile rozpoczęć przejmowania działek i zakończeń ich oddawania nazwano odpowiednio chwilami przejść i zwrotu działek.

Okresem cyklu pracy brygady nazwano przedział czasu od chwili  $t_{ij}^-$  – przejścia  $i$ -tej działki przez brygadę realizującą proces roboczy  $j$  do chwili  $t_{ij}^+$  – zwrotu tej działki  $i$ , po zrealizowaniu procesu roboczego  $j$ , tj. po wykonaniu przez brygadę kompletu działań w zakresie zaplanowanej roboty  $P^r$ .

Czas trwania cyklu pracy brygady  $t_{ij}$  (przy jego utożsamieniu z miarą długości przedziału; wyrażony w zmianach roboczych – zm. lub w innych jednostkach wg SI) odpowiada okresowi realizacji na działce  $i$  procesu roboczego  $j$  oraz wynosi:

$$t_{ij} = |t_{ij}^+ - t_{ij}^-|, (t_{ij}^-, t_{ij}^+) \in T, i \in I, j \in J, \quad (1.6)$$

gdzie:  $t_{ij}^-, t_{ij}^+$  – chwile, odpowiednio przejścia oraz zwrotu działki  $i$  przez brygadę realizującą proces roboczy  $j$ ,  $T$  – jednoparametrowy, nieskończony przedział czasu, w którym chwilę  $\tau$  odwzorowano punktem,  $T = \{\tau: \tau \in R\}$ .

W szczególnym przypadku realizacji każdego procesu roboczego  $j, j = 1, 2, \dots, m$  na każdej działce  $i, i = 1, 2, \dots, n$ , w równych przedziałach czasu  $t_{ij} = \text{const}$ , okres cyklu pracy  $t^c$  jest stały i wynosi:

$$t^c = t_{ij} = \text{const}. \quad (1.7)$$

## 1.8. Rytm pracy

Rytm, zgodnie z wikipedią (<https://pl.wiktionary.org/wiki/rytm>), to określony porządek powtarzający się okresowo.

Rytmem pracy nazwano regularnie powtarzające się przejścia tej samej działki przez kolejne brygady, od pierwszej aż do ostatniej.

Okres rytmu pracy odpowiada przedziałowi czasu, od chwili  $t_{ij}^-$  – przejścia działki roboczej  $i$  przez brygadę realizującą proces  $j$ , do chwili  $t_{ij+1}^-$  – przejścia tej samej działki  $i$  przez brygadę następczą, realizującą następny proces  $j + 1$ .

Czas trwania rytmu pracy  $t^r_{ij}$  odpowiadający okresowi czasu wpływającemu między przejściami tej samej działki  $i$ , przez kolejne brygady realizujące odpowiednio proces  $j$  oraz proces następczy  $j + 1$ , wynosi:

$$t^r_{ij} = |t_{ij+1}^- - t_{ij}^-|, (t_{ij}^-, t_{ij+1}^-) \in T, i \in I, j = 1, 2, \dots, m-1. \quad (1.8)$$

W szczególnym przypadku jednakowych odstępów czasu  $t^r_{ij} = \text{const}$  między przejściami każdej działki  $i, i = 1, 2, \dots, n$ , przez brygady realizujące każdy proces roboczy  $j, j = 1, 2, \dots, m$ , okres rytmu  $r$  jest stały i wynosi:

$$r = t^r_{ij} = \text{const}. \quad (1.9)$$

## 1.9. Warunek ciągłości pracy brygad

Przy przechodzeniu brygad przez kolejne działki robocze warunek ciągłości pracy jest spełniony, jeśli chwila zwrotu  $t^+_{i,j}$  działki  $i$  po zakończeniu procesu  $j$  odpowiada chwili  $\bar{t}_{i+1,j}$  przejścia działki następnej  $i + 1$  oraz rozpoczęcia oraz wykonywania na niej tego samego procesu  $j$ , tzn.:

$$t^+_{i,j} = \bar{t}_{i+1,j}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1, j \in J. \quad (1.10)$$

W warunkach budowy ten najkorzystniejszy przypadek nie zawsze jest spełniony. Uwzględniając dodatkowo opóźnienie w przejściu następnej działki roboczej względem chwili zakończenia procesu na działce poprzedzającej, okresy realizacji  $t_{ij}$  i  $t_{i+1,j}$  procesu  $j$  oraz terminy jego zakończenia  $t^+_{i,j}$  i rozpoczęcia  $\bar{t}_{i+1,j}$  na kolejnych działkach roboczych, odpowiednio  $i$  oraz  $i + 1$  można scharakteryzować następująco:

$$\begin{aligned} t_{i,j} &\prec t_{i+1,j}, \\ t^+_{i,j} &\leq \bar{t}_{i+1,j}, \\ i &= 1, 2, \dots, n-1, j \in J, \end{aligned} \quad (1.11)$$

gdzie:  $\prec$  – relacja bezpośredniego następstwa,  $t_{i,j}$ ,  $t_{i+1,j}$  – okresy realizacji odpowiednio na działce  $i$  oraz na działce następnej  $i + 1$  procesu roboczego  $j$ ,  $t^+_{i,j}$ ,  $\bar{t}_{i+1,j}$  – chwile odpowiednio zakończenia na działce  $i$  oraz rozpoczęcia na działce następnej  $i + 1$  realizacji procesu  $j$ .

## 1.10. Warunek ciągłości korzystania z działek

Istotna jest ciągłość zajętości (wykorzystania) działek roboczych, bowiem okresem przerw w ich wykorzystaniu odpowiadają przestoje frontów pracy związane bezpośrednio z wydłużeniem ogólnego czasu realizacji zadania.

W szczególnym przypadku braku przestojów działek, chwila  $t^+_{i,j}$  zakończenia realizacji na działce  $i$  procesu  $j$  odpowiada chwili  $t_{i,j+1}$  rozpoczęcia realizacji na tej działce  $i$  następnego procesu  $j + 1$ , zgodnie z poniższym opisem:

$$t^+_{i,j} = \bar{t}_{i,j+1}, \quad i \in I, j = 1, 2, \dots, m-1. \quad (1.12)$$

W warunkach budowy, przy uwzględnieniu dodatkowo możliwości występowania nieciągłości wykorzystania działki, okresy realizacji  $t_{i,j}$  i  $t_{i,j+1}$  na działce  $i$  procesów, odpowiednio  $j$  i  $j + 1$ , można opisać następująco:

$$\begin{aligned} t_{i,j} &\prec t_{i,j+1}, \\ t^+_{i,j} &\leq \bar{t}_{i,j+1}, \\ i &\in I, j = 1, 2, \dots, m-1, \end{aligned} \quad (1.13)$$

gdzie:  $t_{i,j}$ ,  $t_{i,j+1}$  – okresy realizacji na działce  $i$ , odpowiednio: procesu roboczego  $j$  oraz procesu następnego  $j + 1$ ,  $t^+_{i,j}$ ,  $\bar{t}_{i,j+1}$  – chwile na działce  $i$ , odpowiednio: zakończenia procesu roboczego  $j$  i rozpoczęcia procesu następnego  $j + 1$ .