

# ORGANIZACJA PRZEPLYWU CIĄGŁEGO W PROCESIE PRODUKCYJNYM Z UWZGLĘDNIENIEM ZMIENNOŚCI ZAPOTRZEBOWANIA NA WYROBY

## 1. Wstęp

Koncepcja przepływu ciągłego (ang. *continuous flow*) zwana również przepływem jednej sztuki (ang. *one-piece-flow*) definiowana jest jako organizacja procesu wytwórczego, która zmierza do maksymalnego skrócenia czasu przepływu materiałów przez stanowiska wytwórcze. By móc to osiągnąć, wyroby po przetworzeniu, muszą być bezpośrednio przekazywane na kolejne stanowisko, lecz tylko wtedy, gdy są potrzebne (system typu *pull*), bez przestojów i zahamowań, bez tworzenia zapasów i bez wykonywania czynności niedodających wartości do procesu – marnotrawstwa [1, 3].

Gniazdo zaprojektowane zgodnie z przedstawioną koncepcją charakteryzuje się następującymi cechami [1]:

1. Materiał w obrębie gniazda przepływa po jednej sztuce.
2. Operatorzy realizują zadania związane wyłącznie z obróbką materiałów, pozostałe czynności, np. dostarczanie czy przygotowywanie materiałów, wykonują pracownicy pomocniczy.
3. Stanowiska zlokalizowane są w taki sposób, by umożliwić jak najkrótszą drogę przejścia dla pracownika obsługującego gniazdo.
4. Utworzenie stanowiska Motyla, który ma za zadanie dostarczanie materiałów operatorom, wykorzystując do tego system Kanban.
5. Obciążenie pracą operatorów jest zbilansowane, przebiega w równym tempie, dzięki czemu można dokładnie wyznaczyć czas wykonania zlecenia.
6. Ze względu na zmienność wielkości zamówień, stosowana jest zmienność liczby operatorów w gnieździe.
7. Maksymalnie raz na godzinę dokonywana jest kontrola rytmiczności pracy w gnieździe.

Dzięki wdrożeniu przepływu ciągłego można uzyskać szereg korzyści. Główną zaletą tego przepływu jest możliwość skrócenia czasu przejścia materiałów w procesie produkcyjnym. Skraca się wówczas cykl obrotu pieniędzmi, a klient otrzymuje wyroby dużo wcześniej. Poprzez usunięcie zapasów w toku oraz przemieszczenie stanowisk roboczych możliwe jest zmniejszenie zapotrzebowania powierzchni nawet o 50%. Ponadto, przepływ ciągły wykorzystuje szereg działań, które zapewniają utrzymanie wysokiej jakości wyrobów i uniemożliwiają popełnianie błędów lub powstawanie wad produktów. Usunięcie marnotrawstwa zwiększa wydajność procesu, dzięki czemu można wyeliminować konieczność uruchamiania dodatkowych zmian. Ostatnią zaletą jest obniżenie kosztów produkcji, co wynika pośrednio ze wszystkich wcześniej wymienionych argumentów [1]. Istnieją także walory niematerialne, jakimi są morale pracowników produkcyjnych, które rosną dzięki ograniczeniu pracy do niezbędnych, dodających

wartość czynności, których efekty są natychmiast dostrzegalne [2].

Ważnym etapem w projektowaniu przepływu jednej sztuki jest odpowiedni podział czynności pomiędzy pracowników. Podział ten powinien zostać rozłożony nierównomiernie, z uwzględnieniem czasu taktu klienta. Dzięki temu, w procesie wytwórczym wyeksponowane zostaje marnotrawstwo [1].

Istnieje kilka różnych sposobów podziału zabiegów pośród większej ilości osób [3]:

1. Dzielenie pracy – operatorzy mają swoje określone zadania, przy czym przemieszczają się pomiędzy stanowiskami.
2. Jeden operator na stanowisko – pracownicy nie zmieniają swojego położenia, obsługując wyłącznie jedno przydzielone stanowisko.
3. Okrążenie – każdy operator wykonuje po kolei wszystkie zabiegi w gnieździe, przemieszczając się w odstępach kilku stanowisk.
4. Odwrócony przepływ – pracownicy wykonują okrążenia odwrotnie w stosunku do przepływu materiału, sprawdza się, gdy maszyny są za- i rozładowywane ręcznie. Wprowadza dodatkowy zapas 1 sztuki pomiędzy stanowiskami.
5. Kombinacja, np. dzielenia pracy i okrążenia lub jednego operatora na stację.
6. Zębatka – możliwa, gdy ilość stanowisk jest o 1 większa niż liczba operatorów, lecz wymaga równowagi linii, ponieważ operatorzy muszą przemieszczać się w równych odstępach czasu.

## 2. Stan obecny organizacji procesu montażu korpusów wodomierzy

Proces produkcyjny korpusu wodomierza rozpoczyna się operacją kucia matrycowego na gorąco. Partia półwyrobów zostaje następnie poddana zabiegowi śrutowania, prostowania, obróbki skrawaniem oraz montażu, który jest przedmiotem analizy.

Proces montażu korpusu wodomierza jest realizowany w czterech operacjach realizowanych przez trzech operatorów:

**Operacja 1 – suszenie korpusu.** Partia 2 tys. korpusów zostaje dostarczona na początek gniazda w metalowym pojemniku, z którego pracownik A pobiera je na stanowisko operacji 1. Korpusy poddaje się wzrokowej kontroli jakości i umieszcza na wlocie suszarki, skąd automatycznie przepychane są pojedynczo do jej wnętrza. Korpusy znajdujące się we wnętrzu suszarki tworzą zapas produkcji w toku, ponieważ suszarka pracuje według zasady, że na wyjściu pojawia się jedna sztuka tylko wtedy, gdy jedna jest umieszczona w środku.

**Operacja 2 – dodatkowe czyszczenie korpusu.** Korpusy po opuszczeniu suszarki są dodatkowo ręcznie czyszczone powietrzem pod ciśnieniem i odkładane w pozycji „dnem do dołu”, by odróżnić je od tych, które nie zostały jeszcze oczyszczone.

**Operacja 3 – montaż płytki spiętrzającej i sitka w korpusie.** Pracownik B pobiera płytę spiętrzającą z pojemnika znajdującego się na stole i zakłada ją na prasę. Następnie pobiera korpus, dokonuje kontroli wzrokowej i umieszcza go na płycie spiętrzającej. Kolejno montuje sitko we wlocie korpusu znajdującym się po prawej stronie i uruchamia prasę. Po zdjęciu korpusu z trzpienia prasy następuje kontrola wzrokowa i odłożenie korpusu.

**Operacja 4 – montaż osi podstawowej oraz kontrola korpusu na sprawdzianie.** Pracownik C rozpoczyna operację od umieszczenia osi podstawowej w otworze prasy, następnie pobiera korpus, dokonuje kontroli wzrokowej i ustala na prasie. Uruchomienie prasy powoduje wcisk osi w otwór korpusu. Pracownik zdejmuje korpus z prasy, sprawdza czujnikiem zegarowym odległość między wierzchołkiem osi podstawowej a powierzchnią kołnierza korpusu. Na koniec odkłada gotowy wyrób do pojemnika zbiorczego.

Rysunek 1 przedstawia schemat stanowisk gniazda montażowego korpusów wodomierza.

### 2.1. Obciążenie pracą operatorów

Podczas badań dokonano identyfikacji zabiegów wykonywanych przez operatorów oraz przeprowadzono pomiary czasów ich wykonywania podczas realizacji operacji. Dzięki temu możliwe było ustalenie całkowitej zawartości pracy, a także dostrzeżenie marnotrawstwa. Do zebrania danych

z produkcji wykorzystano formularz analizy procesu, a pomiary czasów poszczególnych operacji zrealizowane zostały przy pomocy metody chronometrażu.

Poniżej przedstawiono przykładowy fragment formularza analizy zabiegów składających się na operację 1 i wykonywanych przez pracownika A (tab. 1).

### 2.2. Droga przejścia operatorów

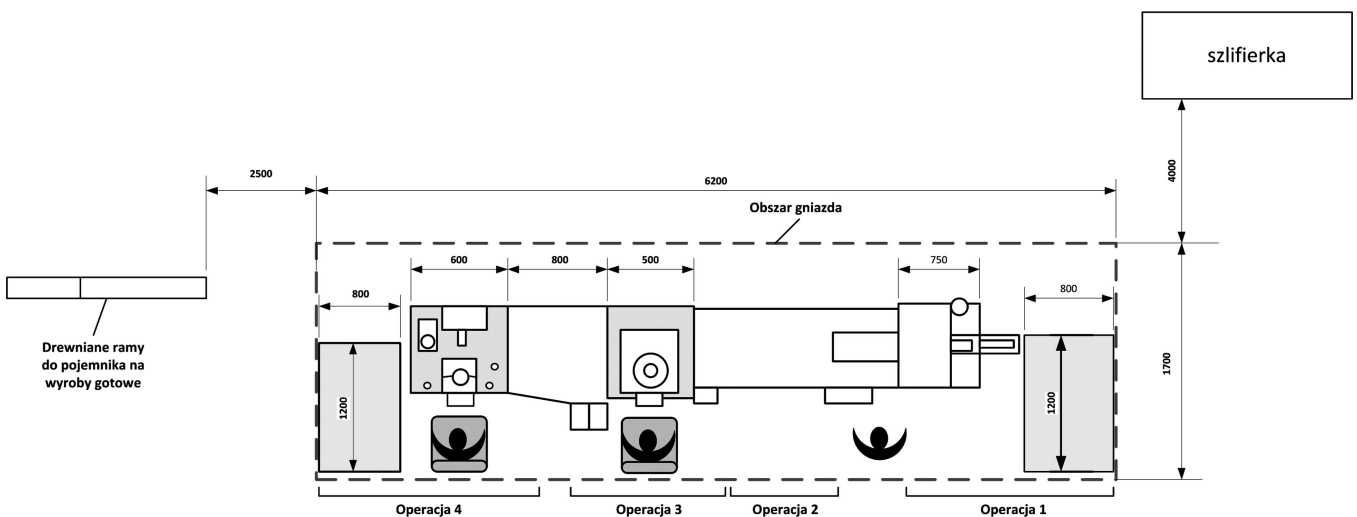
Analizie poddano także drogi przemieszczeń operatorów w gnieździe montażowym. W tym celu opracowano diagramy spaghetti dla każdego operatora. Poniżej przedstawiono przykładowy diagram spaghetti (rys. 2) sporządzony dla pracownika C. Żółtą linią zaznaczono trasę operatora, zaś numery znajdujące się przy kolorowych kółkach oznaczają numer zabiegu wykonywanego w tym miejscu.

### 2.3. Wnioski z analizy

Z przeprowadzonej analizy stanu obecnego organizacji procesu montażu korpusu wodomierza wynika, że czas przetwarzania jednego wyrobu to łącznie 27s. Czas cyklu dla kolejnych operacji wynosi odpowiednio:

- 5,5 s – umieszczenie korpusu w suszarce;
- 5 s – czyszczenie ręczne;
- 9 s – montaż sitka i płytki spiętrzającej;
- 7,5 s – montaż osi podstawowej i kontrola korpusu.

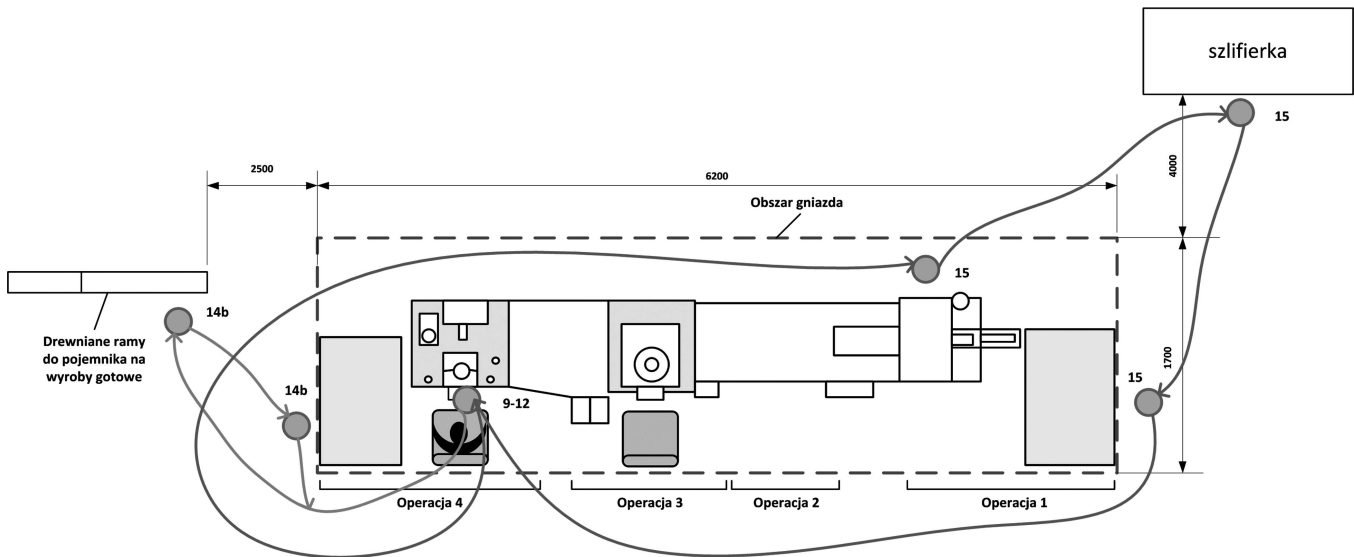
Całkowity czas przejścia wyrobu przez proces montażu wynosi nieco ponad 16 godzin. Różnica z czasem przetwarzania spowodowana jest zapasem produkcji w toku. Zapas ten między poszczególnymi operacjami wynosi odpowiednio: na wejściu 2000 szt., następnie 20 szt., 15 szt. i 20 szt., a na wyjściu 2000 szt.



Rys. 1. Schemat gniazda montażowego

Analiza		Operator							Data/Czas		Strona		
Pracownik	Kroki procesu	Zabiegi	Zaobserwowany czas [s]							Najkrótszy powtarzalny	Czas cyklu maszyny [s]	Uwagi	
			2,14	1,96	2,73	1,5	2,57	2,35					
A	1	Pobranie korpusu z pojemnika	2,14	1,96	2,73	1,5	2,57	2,35		2		Pracownik A odkłada wiele korpusów na suszarkę do późniejszej kontroli przez Pracownika C; za suszarką utrzymywany zapas 15-25 szt	Pracownik A dodatkowo układa korpusy w pojemniku na końcu gniazda; bardzo dużo się przemieszcza
	2	Kontrola jakości (wzrokowo) i umieszczenie korpusu w suszarce	3,96	3,26	3,36	3,76	3,82	3,27		3,5	1		
	1+2		6,1	5,22	6,09	5,26	6,39	5,62		5,5			

Tab. 1. Zestawienie zabiegów operacji 1 i czasu ich wykonywania



Rys. 2. Droga pokonywana przez Pracownika C

### 3. Projekt przepływu ciągłego w gnieździe montażowym

#### 3.1. Czas taktu klienta

Obliczenia czasu taktu dokonano na podstawie danych historycznych wielkości zamówień na wyroby. Z analizy danych historycznych wynika, iż:

- zapotrzebowanie minimalne było w miesiącu marcu i były to 74 245 szt.;
  - zapotrzebowanie maksymalne było w miesiącu styczniu i były to 174 624 szt.;
  - zapotrzebowanie przeciętne w ciągu analizowanego roku to 125 594 szt./miesiąc;
  - zapotrzebowanie całkowite w roku to 1 381 534 szt./rok;
- Na podstawie powyższych danych obliczono takt minimalny, maksymalny i przeciętny, co przedstawiono w tabeli 2.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że w najintensywniejszym miesiącu (styczniu) klient kupował 1 wyrób co 10,6 sekundy, zaś w miesiącu marcu wystąpiła najmniejsza wartość wysłanych wyrobów, jedna część co 23,7 sekundy.

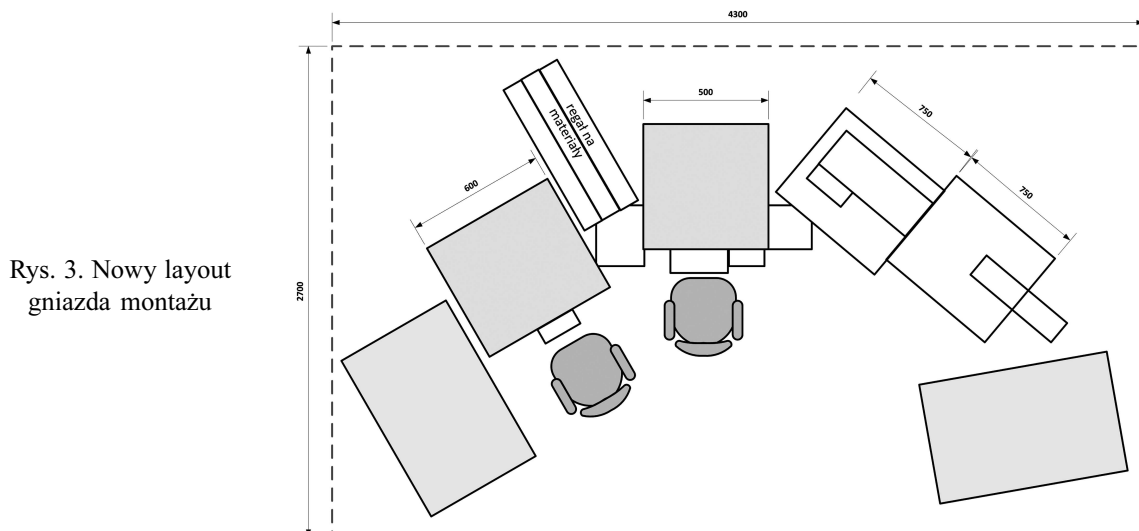
#### 3.2. Zagospodarowanie przestrzenne gniazda

Obecne ustawienie stanowisk w gnieździe montażowym w linii prostej powoduje, że pracownicy pokonują znaczne odległości podczas pracy: pracownik A – 8 m, pracownik B – 6 m, pracownik C – 16 m. Aby umożliwić skrócenie dróg przemieszczeń operatorów, zaproponowano rozmieszczenie stanowisk w kształt litery U (rys. 3).

Po zmianie ustawienia stanowisk roboczych niepotrzebne stają się obszary, które dotychczas wykorzystywane były jako miejsce składowania produkcji w toku. Materiałami

	Dostępny czas pracy [min]	Zapotrzebowanie [szt.]	Wynik [s/szt.]
Takt minimalny	30 690	174 624	10,6
Takt przeciętny	322 245	1 381 534	14
Takt maksymalny	29 295	74 245	23,7

Tab. 2. Wyniki obliczeń taktu minimalnego, maksymalnego i przeciętnego



Rys. 3. Nowy layout gniazda montażu

potrzebnymi w procesie są płytki spiętrzające, sitka i osie podstawowe, zaś idealnym miejscem dla nich jest obszar pomiędzy stanowiskiem operacji 3 i 4, ponieważ to właśnie w tych miejscach są używane. By ułatwić ich dostarczenie do gniazda mogą znajdować się one na specjalnie zaprojektowanym regale.

### 3.3. Bilans operatorów

Obecnie gniazdo obsługuje trzech operatorów, a podział ich pracy przedstawiony został na rysunku 4.

Całkowita zawartość pracy dodającej wartość do wyrobu w procesie montażu została określona na 27 sekund. By obliczyć ilość operatorów niezbędnych do wykonywania operacji podzielono całkowitą zawartość pracy przez czas taktu. Wartość ta jest zmienna i zależy od zapotrzebowania na wyroby. W tabeli 3 przedstawiono obliczenia dla trzech wartości taktu klienta. Do czasu całkowitej zawartości pracy nie wliczono prac pomocniczych wykonywanych przez pracowników.

Z przedstawionych obliczeń wynika, że liczba wymaganych operatorów waha się od 2 do 3, w zależności od tempa produkcji, jakie nadaje klient. Widać także, że w przypadku granicznych taktów zapotrzebowanie na jednego pracownika

wynosi odpowiednio 0,14 i 0,55. Z oczywistych względów ilość pracowników będzie minimalnie większa od tej faktycznie potrzebnej, lecz do wartości 0,3 uznaje się, że nie trzeba dodawać dodatkowego pracownika, więc w pierwszym przypadku zamiast 2 operatorów, należy sprawdzić działanie gniazda z 1 osobą.

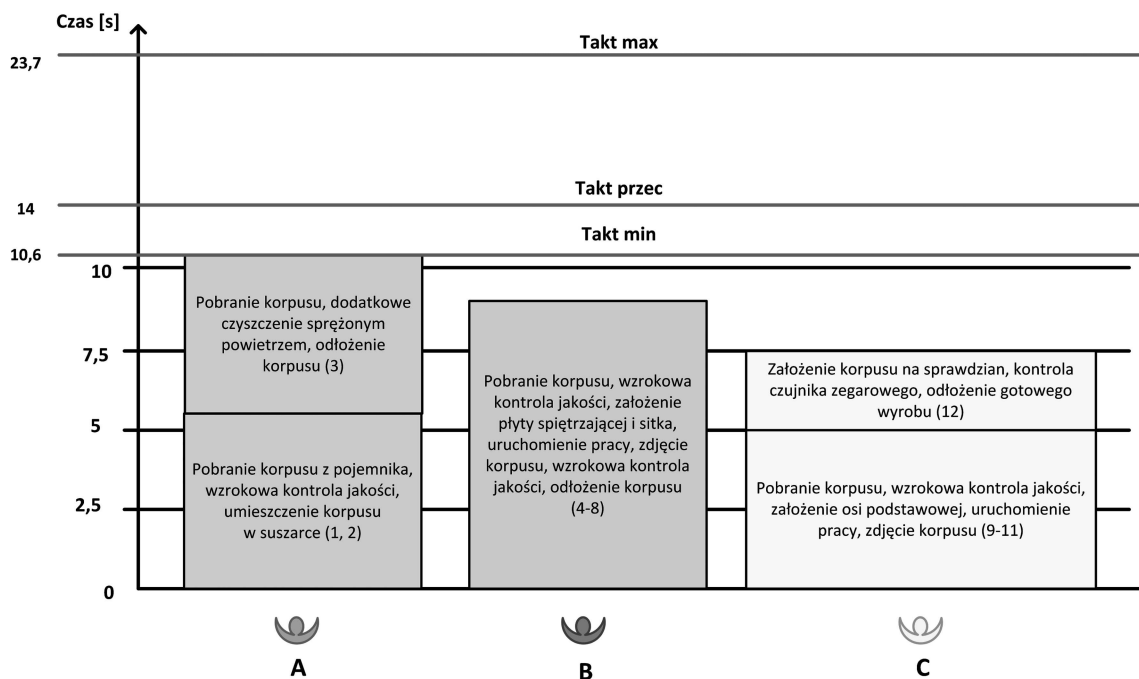
Mimo iż wielkość zamówień jest zmienna, możliwe jest wprowadzenie zależności pomiędzy liczbą operatorów a wielkością zamówienia w danym okresie czasu. Wymagane dane, wzory i wykres przedstawiono poniżej.

Oznaczenie:

- $o$  – liczba operatorów,
- $c$  – całkowita zawartość pracy [s];  $c = 27s$ ,
- $x$  – czas taktu klienta [s/szt.],
- $t$  – dostępny czas pracy w danym okresie czasu [s]; dla 1 zmiany:  $t_1 = 27\ 900s$ ,
- $z$  – zapotrzebowanie klienta w danym okresie czasu [szt.].

Na podstawie zależności ustalającej liczbę operatorów oraz na czas taktu klienta ustalono następującą zależność:

$$o = \frac{c}{x}, \quad x = \frac{t}{z} \rightarrow o = \frac{c}{\frac{t}{z}} \rightarrow o = \frac{c}{t}z$$



Rys. 4. Obecny bilans operatorów

	Całkowita zawartość pracy [s]	Czas taktu [s]	Wynik [s/szt.]
Liczba wymaganych operatorów dla minimalnego zamówienia z wykorzystaniem wartości taktu maksymalnego	27	23,7	1,14 → 2 osoby
Liczba wymaganych operatorów dla przeciętnego zamówienia z wykorzystaniem wartości taktu przeciętnego	27	14	1,93 → 2 osoby
Liczba wymaganych operatorów dla maksymalnego zamówienia z wykorzystaniem wartości taktu minimalnego	27	10,6	2,55 → 3 osoby

Tab. 3. Liczba wymaganych operatorów w zależności od taktu klienta

Całkowita zawartość pracy została ustalona na niezmiennym poziomie 27 s, a czas  $t$  jest daną wielokrotnością  $t_1$ , w zależności od okresu czasu, jaki się rozpatruje.

Wykorzystując powyższą zależność, utworzono wykres (rys. 5) zależności ilości operatorów od wielkości zamówienia przypadającego na 1 zmianę roboczą. Przyjęto, że wielkość zamówień dla 1 zmiany zmienia się co 10 jednostek.

Z powyższego wykresu wynika, że wartościami granicznymi przy przejściu na kolejną liczbę operatorów są wartości zamówień dla jednej zmiany na poziomie 2 375 szt. (z trzech na dwóch operatorów) oraz 1 345 szt. (z dwóch na jednego operatora). Wartości zamówień powyżej 4 005 szt. wymagałyby 4 i więcej operatorów.

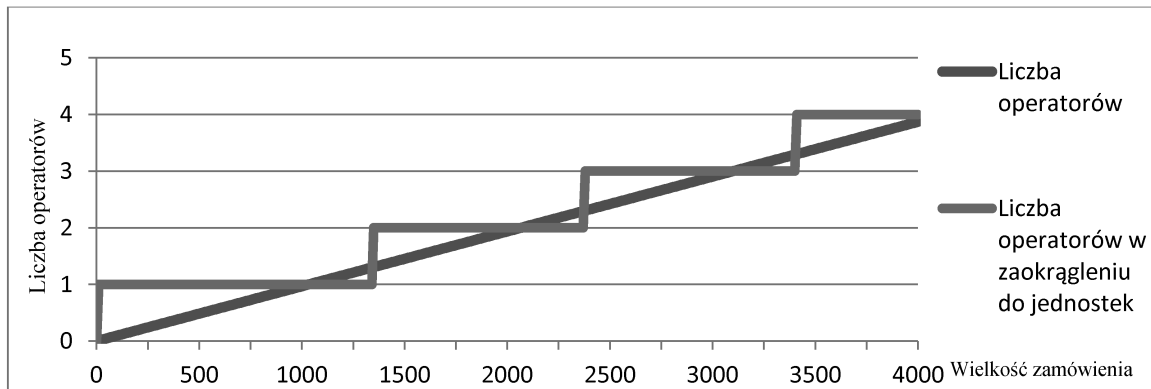
Korzystając z powyższych danych, opracowano również schemat (rys. 6) pokazujący ilu operatorów należy przydzielić do procesu przy danej wysokości czasu taktu klienta ( $x$ ):

- 3 operatorów:  $o \in \langle 2,3 ; 3,3 \rangle \rightarrow x \in (8,2 ; 11,7)$
- 2 operatorów:  $o \in \langle 1,3 ; 2,3 \rangle \rightarrow x \in (11,7 ; 20,8)$
- 1 operator:  $o \in (0 ; 1,3) \rightarrow x \in \langle 20,8 ; +\infty \rangle$

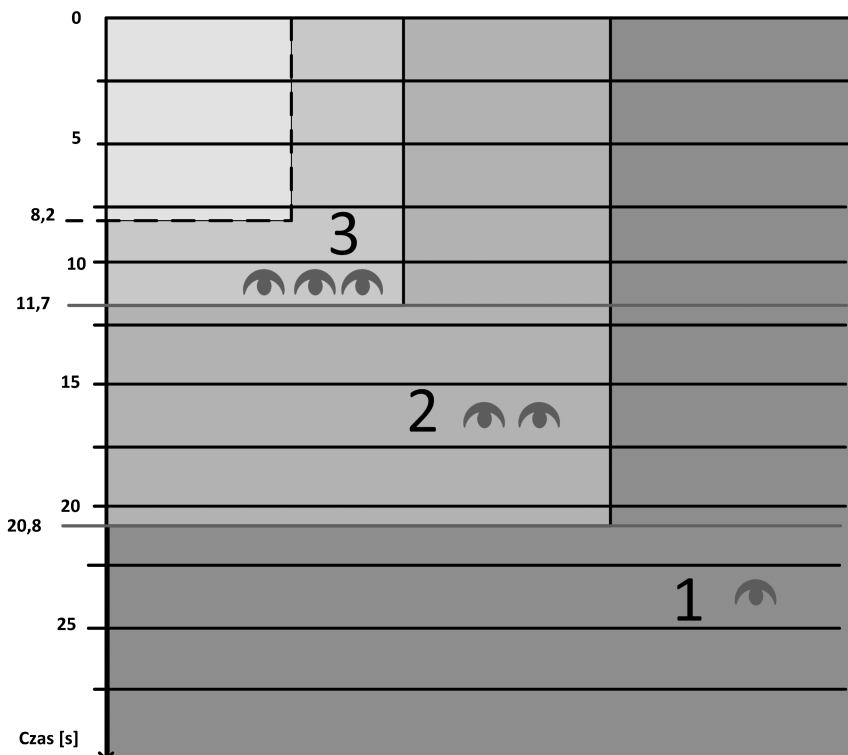
### 3.4. Podział pracy

Kolejnym etapem organizacji przepływu ciągłego jest odpowiednie rozdzielenie zadań zabiegów w procesie między operatorów.

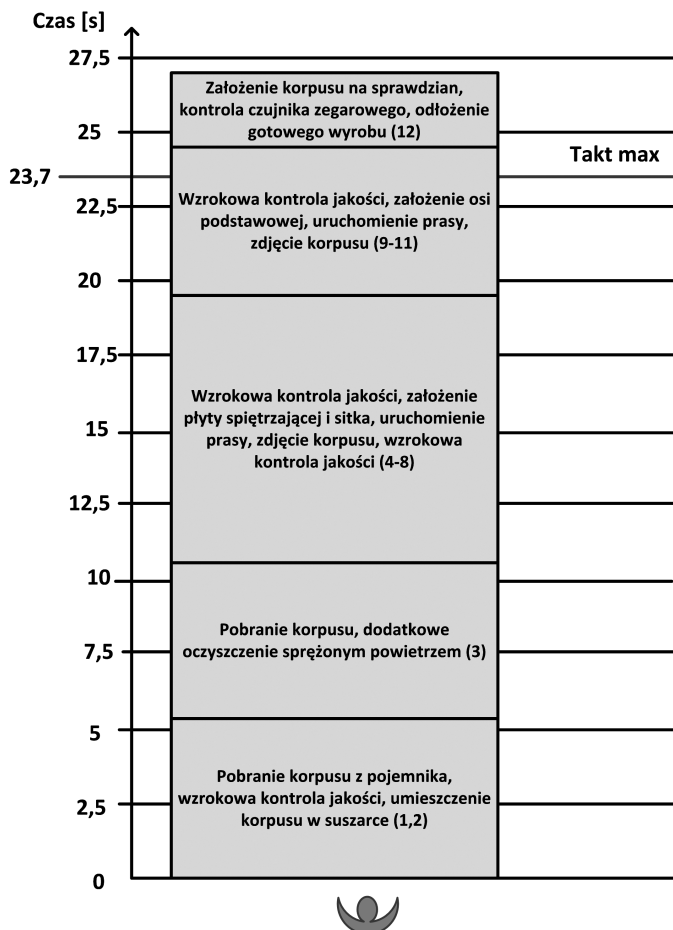
W przypadku pracy jednego operatora w gnieździe najczęściej stosuje się metodę okrężenia (rys. 7). W zakresie taktu od 20,8 sekundy ma on już możliwość wykonywania wszystkich zadań samodzielnie (rys. 8), przechodząc na kolejne stanowiska. Maksymalny takt występujący w analizowanym roku, wynoszący 23,7 sekundy wpisuje się właśnie w ten zakres. Dzięki maksymalnemu ograniczeniu ilości pracowników, możliwe jest usunięcie marnotrawstwa związanego z wielokrotnym podnoszeniem i odkładaniem części. Wadą tego rozwiązania jest znaczna droga przejścia operatora – 4 m. Z powodu różnej wysokości stanowisk (dla operacji 1 i 2 – pozycja stojąca, dla operacji 3 i 4 – siedząca) problematyczne może być powtarzające się siadanie i wstawanie. Stosunkowo prostym rozwiązaniem jest ustawienie stanowisk 3 i 4 na podeście.



Rys. 5. Wykres zależności ilości operatorów od wielkości zamówienia przypadającego na 1 zmianę roboczą



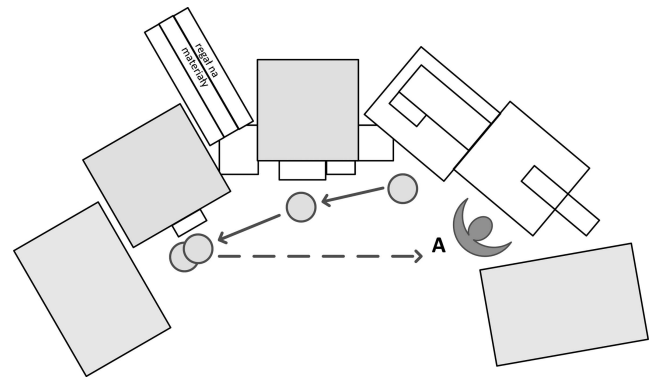
Rys. 6. Wymagana liczba operatorów w stosunku do wielkości taktu klienta



Rys. 7. Bilans operatorów dla taktu maksymalnego

W przypadku dwóch operatorów dla taktu z zakresu od 11,7 do 20,8 sekundy możliwymi opcjami są: dzielenie pracy (rys. 9-10) i okrążenie (rys. 11-12). W analizowanym roku miesiące o zapotrzebowaniu odpowiadającym jednemu lub trzem pracownikom występowały tylko przez 18% czasu (2 miesiące), zatem obsada dwóch pracowników jest przeważającym przypadkiem. Odpowiada temu takt przeciętny 14 sekund.

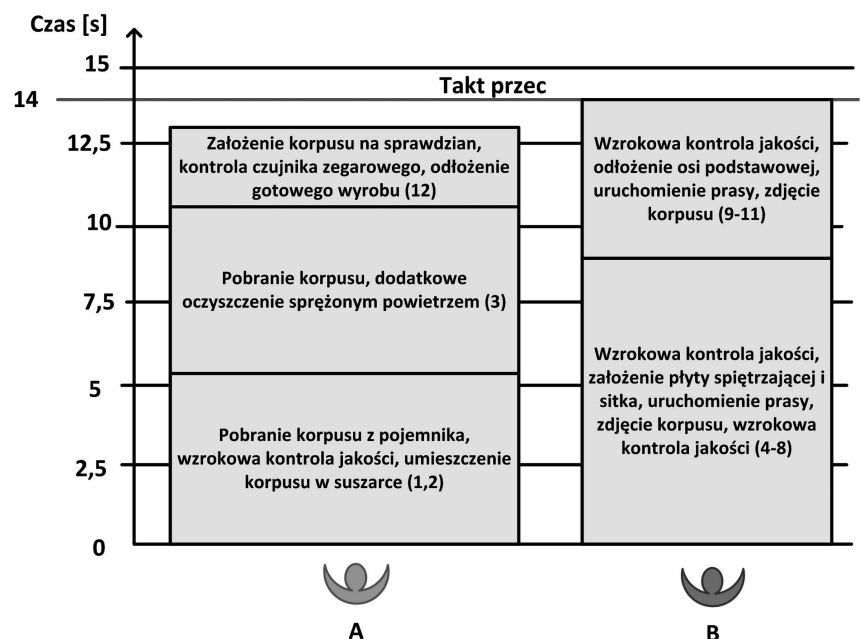
Podczas dzielenia pracy każdy z operatorów ma przyporządkowane określone zabiegi. Pracownik B odpowiedzialny jest za obsługę pras, natomiast pracownik A wykonuje pozostałe zabiegi. Z przedstawionego bilansu wynika, że pracownik B jest bardziej obciążony, jednakże dłuższa droga, jaką musi pokonywać pracownik A (pracownik A – 4 m, pracownik B – 1 m) może rekompensować tę różnicę i wyrównać czas pracy obu operatorów. Taka synchronizacja może jednak okazać się trudna, przez co koniecznym staje się wprowadzenie niewielkiego zapasu na wypadek opóźnień. W związku z tym jednakże, nie powstaną nadmierne zapasy w toku, ponieważ osoba A nie wprowadzi kolejnej części do procesu zanim nie odbierze poprzedniej od pracownika B.



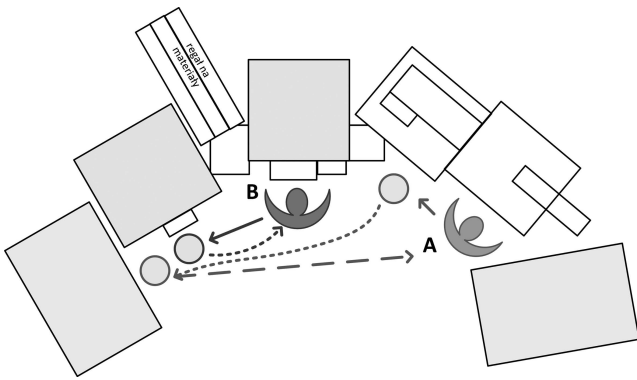
Rys. 8. Okrążenie z obecnością jednego operatora

W opcji wykorzystującej metodę okrążenia (rys. 11-12) obaj pracownicy wykonują taki sam zakres zadań – wszystkie występujące zabiegi. Poruszają się w odstępie równemu czasowi cyklu, czyli co 13,5 sekund, dzięki czemu istnieje bezpieczny zapas w razie niewielkiego przestoju. Operatorzy od początku do końca gniazda odpowiadają za jeden przedmiot i w procesie, oprócz zapasu w suszarce, zawsze znajduje się tylko tyle części ilu jest pracowników. W tym przypadku pracownicy pokonują równe odległości wynoszące 4 m. Mała różnica w czasie cyklu i taktu wskazuje na równe, odpowiednio wysokie wykorzystanie zdolności operatorów.

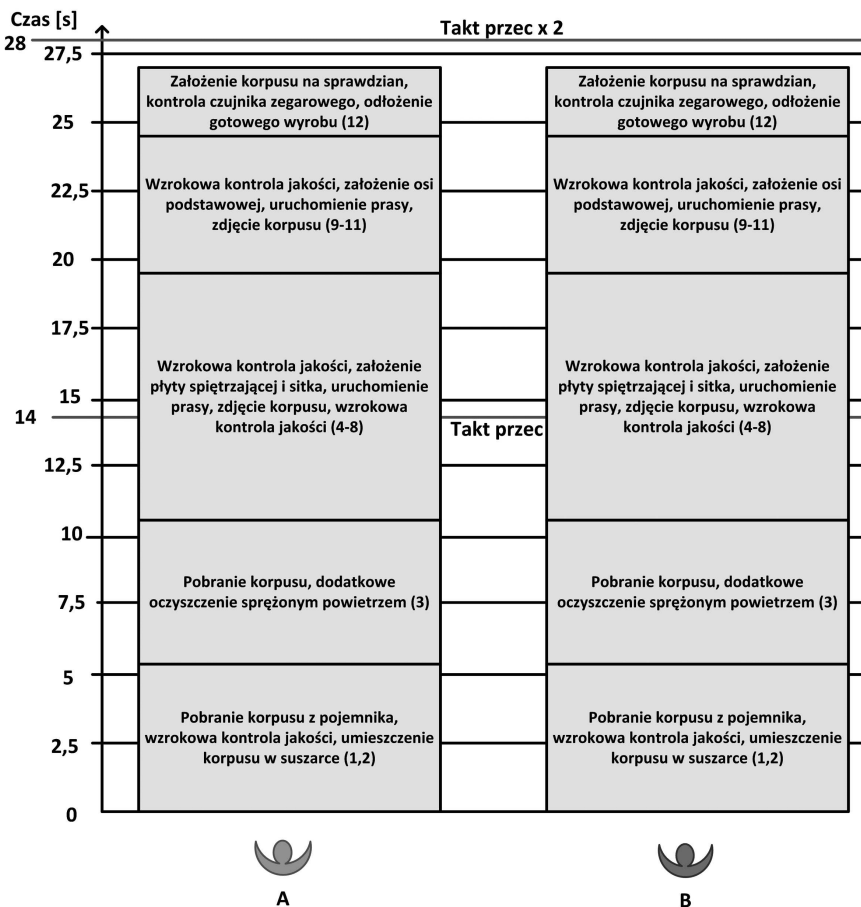
Przy wymaganych trzech operatorach możliwe jest wprowadzenie okrążenia i kombinację dzielenia pracy lub jednego pracownika na stanowisko. Taka ilość osób wymagana jest przy takcie klienta z zakresu 8,2 do 11,7 sekund. Minimalny takt zaobserwowany w analizowanym roku wyniósł 10,6 sekund. Okrążenie (rys. 3, 13-14) zakłada wykonywanie wszystkich zabiegów przez każdą z osób, jednak poruszają się one w odstępie czasowym równym 9 sekund. W tym przypadku operatorzy pokonują taką samą odległość – po 4 m oraz są równo obciążeni pracą, jednakże



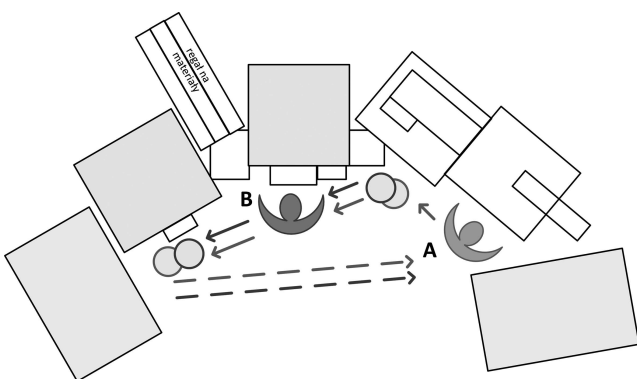
Rys. 9. Bilans operatorów dla taktu przeciętnego



Rys. 10. Dzielenie pracy z obecnością dwóch operatorów



Rys. 11. Bilans operatorów dla taktu przeciętnego



Rys. 12. Okrążenie z obecnością dwóch operatorów

bilans pokazuje dużą różnicę czasu cyklu i czasu taktu klienta. Istnieje więc ryzyko równomiernego zwolnienia i cykl wydłuży się z 9 do ponad 10 sekund. Zamaskuje to niedomiar pracy i nie będzie prowadziło do dalszych usprawnień, docelowo prowadzących do wykorzystywania tu dwóch operatorów.

Zastosowanie kombinacji (rys. 15-16), która jest obecnie stosowana w gnieździe montażowym zakładu, że czas cyklu każdego kolejnego operatora zmniejsza się, co nie powinno prowadzić do tworzenia się zapasów w toku i pozwala dostarczyć dużą ilość niewykorzystanego czasu przez pracowników B i C.

### 3.5. Dostarczanie materiałów do gniazda

Przepływ ciągły zakłada takie przydziale pracy operatorom stanowiska, by wykonywali oni tylko niezbędne czynności dodające wartość do produktu. Zdejmuje z nich obowiązek uzupełniania materiałów i innych czynności dodatkowych. Czynności te przechodzą na pracownika określanego mianem Motyla (ang. *Butterfly*). Osoba ta ma za zadanie zasilać cyklicznie stanowiska w materiał oraz przejmuje czynności dodatkowe [1].

W gnieździe montażu zespołów korpusu Motyl miałby następujące zadania:

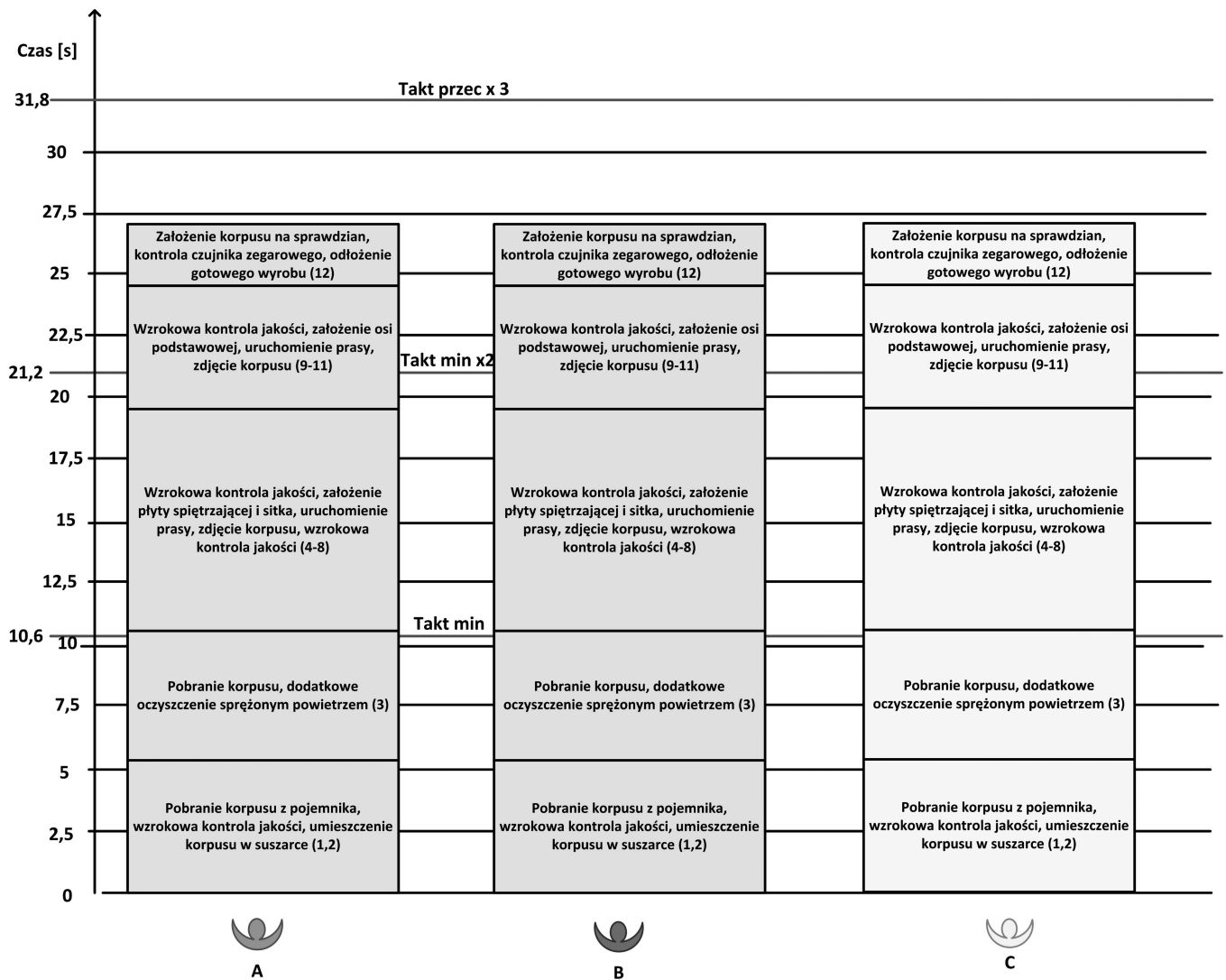
- wymiana pustych pojemników po elementach do produkcji na pełne, co ustalony okres czasu;
- zakładanie drewnianych ramek oraz kartonowych przekładek na paletę z wyrobami gotowymi;
- kontrola i ewentualna poprawa jakości na szlifierce.

Główną zaletą obsadzenia tego stanowiska jest zmniejszenie pracochłonności wytworzenia wyrobu. Dzięki przejściu od operatorów w/w obowiązków, mogą zająć się oni tylko czynnościami wewnątrz gniazda. Powoduje to skrócenie czasu, jaki materiał potrzebuje na przepływ przez gniazdo.

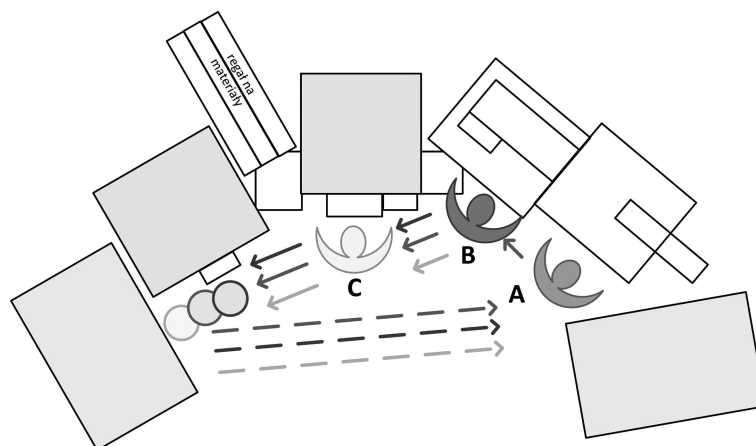
## 4. Wnioski końcowe i podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika, że wprowadzenie przepływu ciągłego jest uzasadnione i przyniesie przedsiębiorstwu wymierne korzyści. Największą zaletą z wdrożenia *one-piece-flow* jest skrócenie cyklu produkcji, co korzystnie wpłynie na wzrost wskaźnika rotacji zapasów. Poprzez wyeliminowanie zapasów produkcji w toku, całkowity czas przejścia zmniejszył się z 16 godzin do 8 godzin. W związku z tym, zwiększyła się produktywność, dzięki czemu możliwa będzie rezygnacja z dodatkowo płatnych nadgodzin, które dotychczas firma musiała wprowadzać, by sprostać zapotrzebowaniu klientów.

W artykule zaproponowano różne warianty podziału pracy operatorów, w zależności od zapotrzebowania na wyroby i czasu taktu klienta. W celu wyboru odpowiedniego



Rys. 13. Bilans operatorów dla taktu minimalnego



Rys. 14. Okrążenie z obecnością trzech operatorów

dla firmy wariantu, zostanie przeprowadzona weryfikacja w warunkach rzeczywistych i podjęta ostateczna decyzja. Koszty wprowadzenia wszelkich zmian obejmują głównie koszty jednorazowej pracy ludzkiej przy zmianach organizacyjnych oraz w razie potrzeby koszt operatora przy największym zapotrzebowaniu. Z analizy zaproponowanych działań doskonalących można zauważyć następujące zależności:

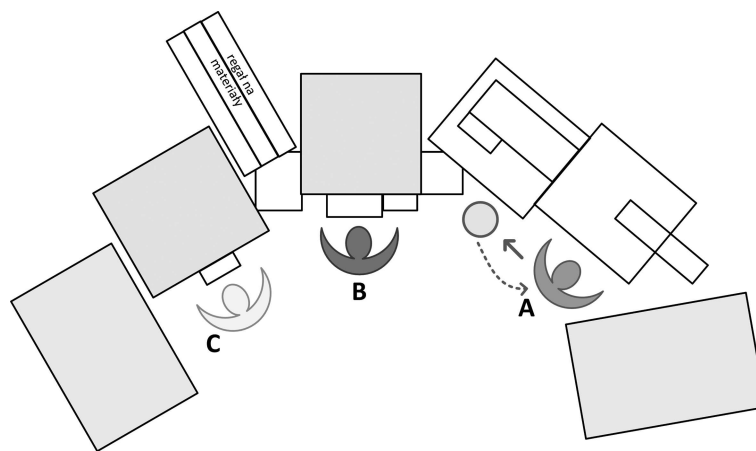
- przy niskim zapotrzebowaniu na wyroby (jeden operator + Motyl) jeden z operatorów może realizować inne zadania w procesie produkcyjnym,
- przy przeciętnym zapotrzebowaniu na wyroby nie ma potrzeby zmiany zatrudnienia liczby operatorów pracujących w gnieździe.

Wprowadzenie metody podziału pracy – okrążenie, wymaga przeprowadzenia szkoleń operatorów związanych





Rys. 15. Bilans operatorów dla taktu minimalnego



Rys. 16. Kombinacja z obecnością trzech operatorów

z wykonywaniem wszystkich zabiegów w procesie. Dostrzeżenie zalet po wprowadzeniu przepływu jednej sztuki w analizowanym procesie może skłonić przedsiębiorstwo do podjęcia kolejnych kroków w kierunku szczupłej produkcji.

**Literatura:**

[1] Czerna J., *Pozwól płynąć swojemu produktowi*. Wydawnictwo PLACET, Warszawa 2011.  
 [2] Liker J.K., *Droga Toyoty*. MT Biznes sp. z o.o., Warszawa 2005.  
 [3] Rother M., Harris R., *Tworzenie ciągłego przepływu*. Wrocławskie Centrum Transferu Technologii Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.

**ORGANIZATION OF CONTINUOUS FLOW IN THE PROCESS OF PRODUCTION WITH REGARD TO VARIABILITY DEMAND FOR PRODUCTS**

**Key words:**

continuous flow, division of labor, production process

**Abstract:**

The article presents the project organization in the continuous flow water meter corps assembly process. On the basis of observations in the company analyzes were performed: the production process in the seating assembly, the scope of work of each operator, spatial development workplaces and how to supplying the materials. When developing new rules for the organization of the production flow the characteristics of the demand for products, which is one of the factors affecting the distribution of work between the operators, was taken into account. It shows the benefits of the continuous flow by eliminating waste, changing the method of division of labor carried out by the operators, and the spatial development of the seating. The result is to reduced the transit time of the material in process, reduced work-in-progress inventory and increasing flexibility in the customer's needs.

**Dr inż. Krzysztof ŻYWICKI**  
**mgr inż. Paulina REWERS**

Politechnika Poznańska  
 Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania  
 Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji  
 krzysztof.zywicki@put.poznan.pl  
 paulina.h.rewers@doctorate.put.poznan.pl