

STANDARYZACJA PRACY I ZASOBÓW W STRUMIENIU WARTOŚCI

Leszek BEDNARZ

Streszczenie: Standaryzacja pracy, rozumiana jako ustalanie, komunikowanie, przestrzeganie i doskonalenie obligatoryjnych uregulowań dotyczących sposobów wykonywania zadań stanowi ważny i kontrowersyjny problem zarządzania produkcją. Standaryzacja obejmuje także określanie wymaganych zasobów, wiąże się z ustaleniem norm czasu, norm obsad, liczby potrzebnych maszyn, normatywnego poziomu zapasów. W artykule podjęto próbę przedstawienia metodyki standaryzacji pracy i zasobów w strumieniu wartości zgodnie z zasadami szczupłej produkcji. Wskazano również rolę, jakie pełnią standardy w zarządzaniu produkcją we współczesnych przedsiębiorstwach.

Słowa kluczowe: standaryzacja, lean production, normowanie pracy, strumień wartości.

1. Wprowadzenie

Standaryzacja była jednym z filarów produkcji masowej rozwijanej od końca XIX wieku. Początki standaryzacji w aspekcie organizacyjnym wiążą się z badaniem czasu i metod pracy (*Time and Motion Study*) zapoczątkowanym przez F.Taylora w koncepcji, określanej jako naukowe zarządzanie (*Science Management*). W przypadku rutynowej pracy powtarzalnej, standardy określają wszystkie aspekty wykonywanej pracy odnośnie: przydziału elementów procesu do operacji, kolejności i metod ich wykonywania w przestrzeni i czasie, obsady, liczby wymaganych środków i przedmiotów pracy (zapasów) oraz innych istotnych elementów mających wpływ na przebieg i wyniki pracy.

Zagadnienia związane ze standaryzacją pracy stały się ponownie przedmiotem zainteresowania w kontekście koncepcji szczupłej produkcji (*Lean Production*), gdzie jest definiowana jako praktyka ustalania, komunikowania, przestrzegania i usprawniania standardów [1]. Istotnym celem koncepcji szczupłej produkcji jest zwiększanie wartości oferowanej klientowi poprzez eliminowanie lub ograniczanie [2, 3]:

- marnotrawstwa, tj. działań pochłaniających zasoby, a nietworzących nowej wartości dla klienta (określanych w języku japońskim, jako *muda*),
- przeciążania ludzi lub maszyn, ponad poziom dopuszczalny ze względów fizjologicznych lub technicznych (*jap.muri*),
- nierównomierności i niestabilności w przebiegu procesu produkcji (*jap. mura*).

Standaryzacja w koncepcji szczupłej produkcji jest istotnym sposobem walki z tymi trzema niekorzystnymi zjawiskami, w szczególności w procesach produkcyjnych, gdzie z różnych względów niemożliwa lub niezalecana jest pełna automatyzacja.

Standard to nie tylko zbiór reguł i procedur postępowania umożliwiający pracownikowi bezpiecznie, skutecznie i efektywnie wykonywać dane zadanie, ale także określanie wymaganych zasobów. W zawiązku z tym standaryzacja pracy wiąże się z ustaleniem norm czasu, norm obsad, liczby potrzebnych maszyn, normatywnego poziomu zapasów produkcji w toku.

Pomimo, że standaryzacja pracy uznawana była przez prekursorów koncepcji szczupłej produkcji za jej fundament [3, s. 91-96], to w literaturze przedmiotu temu zagadnieniu nie poświęca się zbyt wiele uwagi [4, 5] i podchodzi się do tego problemu z pewną dozą sceptycyzmu [6]. Na bazie krytyki taylorowskiej wizji organizacji, w teorii zarządzania dominuje przekonanie, że we współczesnych innowacyjnych i elastycznych firmach, pracownicy nie powinni być ograniczani standardami, ale mieć pewną swobodę wykonywania zadań. Standaryzacji i innowacyjności nie należy spostrzegać w kategoriach sprzeczności, czego najlepszym przykładem w skali światowej są zakłady Toyoty, gdzie pomimo wysokiego poziomu standaryzacji, mamy do czynienia z zaangażowaniem pracowników, rozbudowaną komunikacją, innowacyjnością i elastycznością ukierunkowaniem na klienta [7].

Standaryzacja pracy stanowi istotny element koncepcji szczupłej produkcji i powinna być zintegrowana z innymi przedsięwzięciami mającymi na celu osiągnięcie perfekcyjnego strumienia wartości drogą ciągłego eliminowania niesprawności przy zaangażowaniu wszystkich pracowników [8]. Przez strumień wartości rozumie się zbiór powiązanych działań niezbędnych do dostarczenia klientowi produktu stanowiącego dla niego określoną wartość [3, 9]. W sferze wytwarzania strumień wartości może być utożsamiany z procesem produkcyjnym, w trakcie którego następuje fizyczna transformacja materiałów (surowców, półproduktów) w gotowy produkt zaspakajający potrzeby klienta.

Celem artykułu jest przedstawienie w oparciu o studia literaturowe oraz doświadczenia przodujących firm sektora produkcyjnego, jak praktycznie przebiega proces standaryzacji pracy w koncepcji szczupłej produkcji oraz wskazanie warunków jakie należy spełnić, aby standardy pracy spełniały właściwą rolę w zarządzaniu produkcją we współczesnych przedsiębiorstwach.

2. Ustalanie potrzeb rynku jako podstawa standaryzacji pracy

Punktem wyjścia standaryzacji pracy, podobnie jak całej koncepcji szczupłej produkcji jest ustalenie potrzeb klientów [2]. Podstawowym wymaganiem klienta jest otrzymanie właściwych produktów w odpowiedniej ilości i w odpowiednim czasie, przy określonej cenie. Wielkość wymaganej produkcji strumienia wartości zależy od popytu klientów. Istnieje wiele sposobów ustalania przewidywanego popytu rynkowego. Najpewniejszym źródłem informacji o popycie są jednorazowe lub ramowe zamówienia klientów. Jednakże w wielu przypadkach w trakcie planowania zasobów (materiałowych, rzeczowych, osobowych), firma nie posiada zamkniętego portfela zamówień, a jeżeli posiada ramowe zamówienia, to i tak musi się liczyć z możliwością ich zmiany. W przypadku produktów już sprzedawanych źródłem informacji o popycie mogą być dane historyczne. Jednakże dane z ubiegłych okresów nie gwarantują, że w przyszłości popyt będzie kształtował się identycznie. Dane historyczne są powszechnie wykorzystywane do ustalania przewidywanego popytu przy zastosowaniu odpowiednich metod prognozowania. Istotną cechą prognoz jest to, że obarczone są mniejszym lub większym błędem. Błąd ten można zmniejszyć poprzez skracanie horyzontu prognozowania, który w pewnym stopniu jest zależny od cyklu realizacji procesu zapatrzania i produkcji. Drugim sposobem ograniczania błędów jest sporządzanie prognoz nie dla poszczególnych rodzajów produktów, ale dla całych rodzin. Oba te sposoby odgrywają dużą rolę w koncepcji szczupłej produkcji. Wymaganą produkcję w dłuższych okresach czasu (np. miesiąca) przelicza się na produkcję zmianową biorąc pod uwagę liczbę dni roboczych oraz

zmianowość. Tak ustalone potrzeby rynku, służą do wyliczenia czasu taktu, wyjściowego standardu szczupłej produkcji.

3. Analiza i pomiar czasu pracy działań w strumieniu wartości

Drugą grupę danych, które są niezbędne do ustalania standardu pracy oraz niezbędnych zasobów są czasy trwania działań realizowanych w strumieniu wartości. Czasy trwania elementów procesu, szczególnie w odniesieniu do pracy człowieka, zależą od wielu obiektywnych i subiektywnych czynników, co utrudnia dokładne oszacowanie czasu ich trwania. Do ustalania norm czasu w procesach produkcyjnych stosuje się metody normowania, które ogólnie dzieli się na sumaryczne i analityczne.

Przy stosowaniu metod sumarycznych czasy ustala się bez szczegółowego podziału pracy na elementy składowe w oparciu o doświadczenie osoby normującej, porównanie z innymi znormowanymi zadaniami lub w oparciu o dane historyczne. Metody te są stosunkowo proste i mało pracochłonne, ale uzyskiwane wyniki mogą być obciążone dużym błędem, w szczególności zawierać wiele marnotrawstwa. W metodach analitycznych czas ustala się w oparciu o wcześniej ustalone katalogi normatywów typowych czynności lub drogą bezpośrednich obserwacji i pomiarów przy wykorzystaniu klasycznych technik mierzenia czasu, tj. chronometrażu i fotografii dnia roboczego. Obserwacja i pomiar czasu poprzedzone muszą być przyjęciem odpowiedniej klasyfikacji kategorii czasu roboczego oraz podziałem procesu na elementy składowe.

Do mierzenia czasu kategorii o charakterze niepowtarzalnym (w szczególności czasu obsługi) zaleca się stosowanie fotografii czasu roboczego, natomiast w odniesieniu do kategorii o charakterze powtarzalnym, tj. czasu wykonania oraz jego składowych, jak i typowych czynności przygotowawczo-zakończeniowych, najczęściej stosuje się chronometraż.

Fotografia czasu zmiany roboczej polega na obserwacji i pomiarze czasu wszystkich zdarzeń występujących na danym rodzaju stanowisk pracy w kolejności ich występowania. W oparciu o wyniki odpowiedniej liczby fotografii możliwe jest ustalenie rzeczywistej struktury zużycia czasu na danym stanowisku lub grupie stanowisk tworzących gniazda linii produkcyjne. Liczba dni prowadzenia pomiarów ma wpływ zarówno na wielkość błędu, jak i pracochłonność prowadzonych badań i może być dokładnie ustalona przy wykorzystaniu odpowiednich metod statystycznych.

Wyniki pomiarów fotografii dnia roboczego mogą posłużyć do ustalania normatywnych wielkości niepowtarzalnych kategorii czasu roboczego, a w szczególności czasu obsługi. Wymaga to krytycznej analizy uzyskanych wyników w celu wyeliminowania tych kategorii, które stanowią marnotrawstwo. Kategoriami tymi są: czas innych przerw zależnych od pracownika oraz czas przerw z przyczyn organizacyjno-technicznych. O ile nieuwzględnianie czasu innych przerw z winy pracownika przy ustalaniu norm jest w pełni uzasadnione, to eliminowanie czasu przerw z przyczyn organizacyjno-technicznych, musi być poprzedzone zidentyfikowaniem przyczyny tych przerw oraz sposobów ich wyeliminowania w ramach ciągłego doskonalenia.

Do ustalania powtarzalnych kategorii czasu roboczego, czasu wykonania, ewentualnie z podziałem na czas główny i pomocniczy, wykorzystuje się chronometraż, który polega na przeprowadzeniu określonej liczby pomiarów badanych elementów pracy. Przy ustalaniu liczby pomiarów należy kierować się tymi samymi zasadami, jak przy fotografii czasu roboczego, jednakże z uwagi na mniejszą pracochłonność obserwacji, liczba pomiarów może być większa.

Pomiary czasu muszą być poprzedzone podziałem procesu na elementy składowe (operacje, zabiegi, czynności) oraz szczegółową ich analizą w celu dogłębnego zrozumienia aktualnie stosowanej metody pracy. Przedmiotem pomiaru najczęściej jest zabieg, definiowany w uproszczeniu jako najmniejszy przyrost pracy możliwy do wykonania przez jednego pracownika [9, s.17]. Należy unikać mierzenia łącznego czasu całego procesu lub operacji. Operację definiuje się, jako zbiór zabiegów wykonywanych przez jednego wykonawcę. Podział procesu i mierzenie poszczególnych elementów (zabiegów, czynności) ułatwia identyfikowanie i eliminowanie marnotrawstwa. Należy wyraźnie oddzielać zabiegi ręczne, od zabiegów ręczno-maszynowych oraz maszynowych, wskazując przypadki pokrywania się czasów (tzn. wykonywania pewnych czynności ręcznych w czasie automatycznej pracy maszyn). Na tym etapie postępowania należy podejmować pewne działania, aby występujące ewidentne marnotrawstwo nie zniekształcało wyników pomiarów. Jednakże dopóki nie wyeliminujemy przyczyn występującego marnotrawstwa, ustalamy rzeczywisty czas trwania wszystkich zabiegów występujących w aktualnie realizowanym procesie, wyraźnie jednak oddzielając działania tworzące nową wartość od pozostałych, wskazując na ich charakter (czas główny, czas pomocniczy, przemieszczanie, oczekiwanie). Z uwagi na różnice wydajności między pracownikami oraz w różnych okresach czasu, należy odpowiednio dobierać zarówno pracownika poddawanej obserwacji, jak i momenty przeprowadzania pomiarów.

Normę czasu oblicza się, jako średnią arytmetyczną z szeregu pomiarów po wyeliminowaniu tych, które znacząco odbiegają od średniej. Praktycy odchudzania produkcji zalecają przyjmować czas najkrótszy, powtarzalny [9, s.25]. W metodyce chronometrażu zaleca się skorygowanie ustalonego w ten sposób czasu średniego o wskaźnik tempa pracy, w zależności od tego jak obserwator ocenił tempo pracy wykonawcy w stosunku do tempa uznawanego w danym zakładzie za normalne.

Zgromadzone w traktacie obserwacji dane zestawione są w dokumencie noszącym nazwę Karty Zdolności Produkcyjnych (*Process Capacity Sheet*), stanowią punkt wyjścia ustalania i dokumentowania standardu pracy [1 s.57]. Ogólną postać tego dokumentu przedstawiono na Rys. 1.

Karta Zdolności Produkcyjnych										
Nazwa procesu	Menedżer procesu	Indeks części			Nazwa części	Wielkość produkcji		Czas efektywny		Obsada
						450 szt./zmianę		435min/zmianę		8
Opis elementu procesu	Czas przejść (tprz)	Czas ręczny (tr)	Czas masz. (tm)	Czas wyko. (tw)	Czas wymiany narzędzi (tpz)	Wlk partii (n)	Czas tpz na szt.	Czas kal. (tk')	Zdolność Procesu (Zd)	
1.Montaż A		25		25				25	1044	
2.Montaż B		10		11				11	2610	
3.Montaż C		33		33				33	791	
4.Uszczelnianie		24	30	54	600	100	6	60	435	
5.Montaż D		22		22				22	1186	
6.Spawanie		15	35	50				50	522	
7.Montaż E		21		24				24	1243	
8.Pakowanie		28		28				28	932	
Suma		178	65	243						

Rys. 1. Karta Zdolności Produkcyjnych z przykładowymi danymi

W części nagłówkowej zawarte są dane ogólne. W części głównej arkusza umieszcza się wszystkie elementy procesu (zabiegi) oraz ustalone czasy ich trwania z podziałem na główne składowe oraz normatywne wielkości partii pozwalające na ustalenie czasu wykonania, czasu kalkulowanego oraz zdolności (normy wyrobu) dla poszczególnych elementów procesu.

Czas wykonania równy jest sumie czasu ręcznego (pomocniczego lub głównego) i maszynowego zakładając powtarzalność czasu pomocniczego w każdym cyklu pracy. Czas przygotowawczo-zakończeniowy (tpz) należy uśredniać na jedną sztukę w celu obliczenia czasu kalkulowanego. Niepełny czas kalkulowany określa uśredniony czas potrzebny na wykonanie jednej sztuki (niepełny dlatego, że bez czasu obsługi i czasu na potrzeby fizjologiczne). Te dwie kategorie zostały uwzględnione przy ustalaniu efektywnego czasu pracy, poprzez pomniejszenie nominalnego czasu pracy (480 min) o ustalony przy wykorzystaniu fotografii czasu roboczego lub przyjęty według normatywów czasu na obsługę oraz czasu na potrzeby fizjologiczne, które w analizowanym przypadku łącznie wynosi 45 min na zmianę. Niepełny czas kalkulowany można obliczyć wg poniższej formuły:

$$tk' = tw + tpz/n \quad (1)$$

gdzie: tk' - niepełny czas kalkulowany,
 tw - czas wykonania,
 tpz - czas przygotowawczo-zakończeniowy,
 n - wielkość partii.

Zdolność procesu (*Process Capacity*), określa maksymalną liczbę powtórzeń danego elementu procesu w czasie efektywnym (T_e) i jest ustalana jako iloraz efektywnego funduszu czasu pracy przez niepełny czas kalkulowany. Zdolność produkcyjna (norma wyrobu) pierwszego elementu w procesie wyniesie 1444 sztuki:

$$Zd_1 = T_e / tk' = 435 \times 60 / 25 = 1444 \text{ szt./zmianę} \quad (2)$$

W dolnej części jest ustalony sumaryczny czas działań realizowanych przez pracowników oraz urządzenia. W skład sumarycznego czasu pracownika można włączyć czas przejść pod warunkiem, że w docelowym rozwiązaniu nie przewiduje się znaczącej ich zmiany.

4. Ustalanie i dokumentowanie standardu pracy

Poddane krytycznej analizie wyniki obserwacji i pomiarów stają się podstawą do ustalenia i dokumentowania w Karcie Standardu Pracy (*Standard Operations Sheet*), takich komponentów standardu pracy, jak:

- czas taktu,
- norma obsady,
- czasu cyklu i standardowa sekwencja pracy,
- normatyw zapasów produkcji w toku,
- wzorzec struktury przestrzennej.

4.1. Czas taktu

Czas taktu (*Tact time*) określa przedział czasu, co jaki gotowe produkty winny spływać z danego strumienia wartości, aby zaspokoić wymagania klienta. Czas taktu arytmetycznie ustala się, jako iloraz wymaganej produkcji w określonym przedziale czasu (np. zmiany roboczej) przez efektywny fundusz czasu pracy:

$$\text{Czas taktu} = \text{Efektywny czas w ciągu zmiany} / \text{Wymagana produkcja zmianowa} \quad (3)$$

W oparciu o dane zawarte w Karcie Zdolności Produkcyjnych (Rys. 1) możliwe jest wyliczenie taktu dla analizowanego proces:

$$\text{Czas taktu} = 435 \times 60 / 450 = 58 \text{ sek.} \quad (4)$$

Czas taktu stanowi kluczowy element szczupłej produkcji, zapewniający dostosowanie tempa produkcji do potrzeb klienta i w zasadzie nie powinien ulegać zbyt częstym zmianom, aby zapewnić stabilność warunków działania i równomierne wykorzystywanie zasobów. Jednym z celów standaryzacji pracy jest równoważenie i stabilizowanie prac w kolejnych ogniwach strumienia wartości w oparciu o czas taktu, który z kolei oparty jest na tempie popytu ze strony klienta. Zmieniający się popyt utrudnia standaryzację prace oraz planowanie niezbędnych zasobów. Toyota dokonuje przeliczenia czasu taktu dla każdego strumienia wartości raz w miesiącu dopuszczając wprowadzanie małych korekt co dziesięć dni oraz podejmuje działania w celu poziomowania zarówno sprzedaży, jak i produkcji [8, s.17, 9 s.191-220].

Poziomowanie sprzedaży obejmuje zestaw działań mających na celu eliminowanie przyczyn sztucznych wzrostów sprzedaży, określanych jako popyt wykreowany (*created demand*) czemu sprzyja nawiązywanie długookresowych partnerskich relacji z klientami (dostawcami o odbiorcami) oraz stosowanie odpowiedniej polityki marketingowej.

Poziomowanie produkcji polega na planowaniu produkcji wszystkich oferowanych asortymentów w jak najkrótszych przedziałach czasu (tygodniach, dniach, zmianach), w takich stałych ilościach i takich proporcjach, aby pokryć przewidywany popyt. Decyzja odnośnie tego, jaką wielkość produkcji należy brać jako podstawę ustalania czasu taktu, szczególnie przypadku niemożliwości poziomowaniem sprzedaży, jest bardzo trudna i w pewnym stopniu subiektywna. W Toyocie z reguły stanowi ona w przybliżeniu 80% maksymalnego popytu, przy założeniu że nie był on jednorazowym, odizolowanym zdarzeniem [9, s.199]. Stosowanie poziomowania, umożliwi skuteczne zaspokajanie potrzeb klientów, przy niskim poziomie zapasów wyrobów finalnych oraz stabilnym przebiegu pracy i zapotrzebowaniu na wszystkie wymagane zasoby.

4.2. Ustalanie wymaganej wielkości zasobów

Przy ustaleniu wymaganej wielkości zasobów, którymi mogą być pracownicy (stanowiska pracy), maszyny, pod uwagę bierze się z jednej strony czas taktu, z drugiej sumaryczny czas wykonania z podziałem na czas pracy ręcznej i maszynowej, co obrazuje poniższa ogólna postać formuły:

$$\text{Wymagana liczba zasobów} = \text{Sumaryczny czas wykonania} / \text{Czas taktu} \quad (5)$$

Przy ustalaniu liczby pracowników uwzględnia się ręczny czas wykonania, a przy ustalaniu liczby maszyn czas maszynowy. W analizowanym przypadku wymagana liczba pracowników wynosi:

$$\text{Wymagana liczba pracowników} = 178/58 = 3,06 \quad (6)$$

Ustaloną wg podanego wzoru wartość zaokrągla się do liczby całkowitej w górę. W przypadku pracy ręcznej reguła ta nie zawsze musi być stosowana. Jeżeli przekroczenie całkowitej wielkości nie przekracza 0,5, można rozważyć mniejszą obsadę niż to wynika z obliczeń, pod warunkiem podjęcia działań w celu racjonalizacji przebiegu pracy, a tym samym zmniejszenia sumarycznego obciążenia. Przyjmowanie liczby wykonawców większej niż to wynika z obliczeń stwarza pewien stopień swobody, na wypadek różnego rodzaju zakłóceń, które mogą wystąpić szczególnie w pierwszej fazie obowiązywania standardu.

4.3. Bilansowanie czasów cykli oraz ustalanie standardowej sekwencji pracy

W następnym kroku postępowania należy ustalić standardową sekwencję pracy, co wiąże się z przydziałem zadań poszczególnym wykonawcom, tak aby obciążenie pracą były równe (zbilansowane) w stosunku do przyjętego czasu taktu. Do równomiernego rozdziału obciążeń w liniach produkcyjnych stosuje się doświadczone lub analityczne metody bilansowania (synchronizacji) linii (*Line Balancing Methods*). Celem równoważenia jest uzyskanie takiego przydziału zabiegów do operacji, aby uwzględniając występujące pomiędzy nimi zależności technologiczne, uzyskać jak najwyższy poziom wyrównania obciążeń kolejnych wykonawców. W koncepcji szczupłej produkcji, gdzie dominującą formą są wieloprzedmiotowe gniazda produkcyjne lub linie grupowe (*Mixed Model Line*) odmiennie podchodzi się do samego bilansowania obciążeń oraz istnieje większe pole manewru odnośnie wariantów podziału pracy [10, s.54]. W tradycyjnym podejściu dąży się do równego obciążania wszystkich wykonawców, zakładając równomierne niedociążenie każdego z nich w stosunku do założonego czasu taktu. Podejście takie powoduje trzy negatywne konsekwencje [11]. Po pierwsze utrudnia wyeliminowanie marnotrawstwa, jakim jest niedociążenie każdego pojedynczego wykonawcy, które jest wbudowane w treść pracy. Po drugie zwiększa się prawdopodobieństwo nadprodukcji na stanowiskach niedociążonych, których potencjał jest większy od wymaganego czasu taktu. Po trzecie może przyczynić się do stopniowego zaniku ciągłego przepływu, z powodu tworzenia zapasów. Z tych trzech względów w koncepcji odchudzonej produkcji za lepsze uznaje się rozwiązanie, gdzie w miarę możliwości wszyscy operatorzy są w pełni obciążeni, za wyjątkiem ostatniego. Wyrównywanie obciążeń stanowi jeden z kluczowych aspektów eliminowania trzech głównych form niesprawności: marnotrawstwa, nierównomierności i przeciążania.

Istotną cechą form gniazdowych jest elastyczność w dostosowywaniu się do wahań popytu, poprzez możliwość zastosowania różnych wariantów podziału pracy w zależności od zmian popytu [10, s. 55-62]. W skrajnym przypadku maksymalnego zapotrzebowania, każdy wykonawca obsługuje tylko jedno stanowisko pracy. W drugim skrajnym przypadku, minimalnego popytu, powinna być możliwość wykonania przez jednego pracownika wszystkich operacji w procesie. Między tymi dwoma skrajnymi sytuacjami,

występuje wiele przypadków pośrednich, gdy wykonawca wykonuje kilka operacji przemieszczając się między stanowiskami, według z góry ustalonej marszruty. Przy czym standardowa sekwencja przebiegu pracy, nie zawsze musi być zgodna z marszrutą przebiegu procesu zawartą w dokumentacji technologicznej.

Karta Standardowej Sekwencji Pracy (*Standard Work Sequence Sheet*) jest dokumentem obrazującym za pomocą odpowiednich symboli graficznych w skali czasu taktu, kolejność i czasy trwania działań (ręcznych, maszynowych, przejść, oczekiwań) składających się na czas cyklu (*cycle time*). Przy czym działania tworzące nową wartość (czasy główne, czasy wykonania) oznacza się kolorem zielonym, a działania nietworzące nowej wartości (czasy pomocnicze, czasy przejść i oczekiwań) oznacza się kolorem czerwonym. Standardowa sekwencja pracy jest szczególnie przydatna w przypadku pracy wielowarsztatowej, gdy jeden pracownik obsługuje kilka stanowisk pracy. Przykład Karty Standardowej Sekwencji Pracy dla operatora 2 wykonującego trzy elementy wcześniej analizowanego procesu (patrz rys 1) przedstawiono na rys 2.

Karta Standardowej Sekwencji Pracy									
Nazwa procesu		Nazwa Operacji	Operator	Indeks części	Nazwa części	Czas taktu	Czas cyklu	Obsada	
			2			58	52	1	
Nr	Opis elementu operacji	Elementy czasu			Czas operacji (sekundy)			Takt=58	
		Ręczne	Maszyno.	Przejścia	10	20	30	40	50
1	Montaż B	10		2					
2	Spawanie	15	35	2					
3	Montaż E	21		2					
Legenda: — - czas ręczny -maszynowy \ - czas przejścia ⇔ - czas oczekiwania									

Rys. 2. Karta standardowej sekwencji operatora obsługującego trzy stanowiska pracy

4.4. Normatyw poziomu zapasów produkcji w toku

Następnym elementem standardu pracy jest normatywny poziom zapasów (*Standard Quantity of Work in Process*) gwarantujący ciągłość przebiegu procesu, przy minimalnych kosztach związanych z ich utrzymywaniem. W ujęciu analitycznym przy ustalaniu normatywnego poziomu zapasów należy uwzględnić:

- zapasy operacyjne, tj. przedmioty znajdujące się w trakcie przetwarzania,
- zapasy transportowe, tj. przedmioty znajdujące się w toku przemieszczania,
- zapasy zabezpieczające tworzone na wypadek losowych zakłóceń w przebiegu procesu,
- zapasy cykliczne wynikające z przekazywania przedmiotów w partiach większych niż jedna sztuka.

W praktyce normatyw poziomu zapasów zależy od wielu różnych czynników, z których najistotniejsze znaczenie odgrywiają: forma organizacji produkcji, zasada sterowania, sposób przekazywania przedmiotów między stanowiskami.

Forma organizacji produkcji wiąże się ze sposobem grupowania stanowisk pracy, który może być oparty na zasadzie specjalizacji technologicznej lub przedmiotowej. Przy stosowaniu specjalizacji technologicznej grupowanie dotyczy jednorodnych, takich samych lub podobnych stanowisk pracy, w komórki określane jako gniazda technologiczne. W przypadku specjalizacji przedmiotowej różnorodne stanowiska niezbędne do wykonania

określonego przedmiotu, mogą być zgrupowane w gniazda przedmiotowe lub linie produkcyjne.

Sterowanie przebiegiem produkcji, może być oparte na zasadzie ssania (*pull*) tj. wytwarzania zgodnie z potrzebami bezpośredniego odbiorcy lub zasadzie pchania (*push*) tj. wytwarzania zgodnie z ogólnie ustalonymi planami.

Przedmioty mogą być przekazywane w partiach produkcyjnych w sposób szeregowy, jak to ma miejsce w formach technologicznych. W gniazdach przedmiotowych, w liniach produkcyjnych przekazywanie może odbywać się sposobem szeregowo-równoległym lub równoległym partiami transportowymi nawet pojedynczymi sztukami.

W zależności od oddziaływania tych czynników stosuje się różne sposoby ustalania normatywnego poziomu zapasów. W szczupłych systemach produkcyjnych dominują formy przedmiotowe (gniazda przedmiotowe lub grupowe linie produkcyjne), sterowane w oparciu o zasadę *pull*. Przekazywanie przedmiotów odbywa się pojedynczymi sztukami lub w partiach transportowych równych pojemności jednego kontenera.

W tego typu systemach minimalny poziom zapasów w całym procesie można obliczyć, jako iloraz sumarycznej pracochłonności przez przyjęty czas taktu. Wyliczony w ten sposób zapas operacyjny, może być powiększony o zapas transportowy i zabezpieczający. W procesach maszynowych normatyw zapasu w ramach danej operacji wynika z ilorazu czas cyklu przez czas taktu. Przykładowo, jeżeli proces malowania wymaga 60 min czasu schnięcia na przenośniku, a czas taktu wynosi 2 min, to wymagany zapas wyniesie 30szt.

W przypadku przekazywania przedmiotów w partiach transportowych równych pojemności pojemników, zasadniczą rolę odgrywają zapasy cykliczne, których wielkość równa jest liczbie pojemników znajdujących się w procesie zależnej od liczby kart kanban (K) wyliczanych wg następującej formuły:

$$K = \frac{T_p * D + Z_z}{Q} \quad (7)$$

Gdzie: T_p - czas potrzebny na uzupełnienie zapasu w pojemniku,

D - średnie tempo zużycia,

Z_z - zapas zabezpieczający,

Q - pojemność kontenera.

Liczba kart kanban określa normatywny poziom zapasów między kolejnymi ogniwami strumienia wartości. Taki sposób ustalania normatywnego poziomu zapasu dominuje w koncepcji szczupłej produkcji. Ułatwia on wizualne kontrolowanie poziomu zapasów.

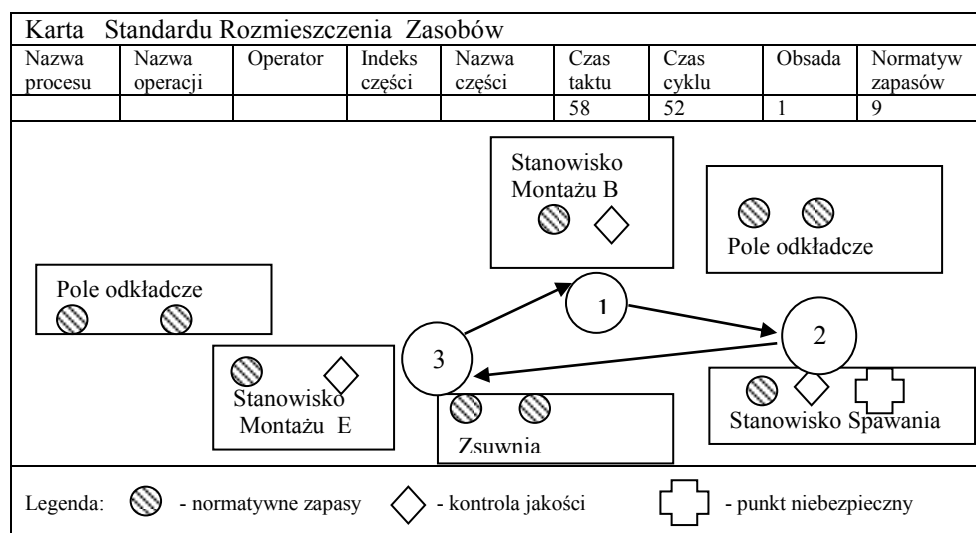
4.5. Standard struktury przestrzennej – alokacji zasobów

Równoległe z ustalaniem ilości zasobów (stanowisk, maszyn, zapasów) następuje identyfikowanie fizycznych cech wymaganych zasobów oraz poszukiwanie takiego sposobu ich rozmieszczenia, aby zapewnić skuteczny i efektywny przebieg pracy i przepływ materiałów. Zarówno manipulacje materiałami, jak i przejścia wykonawców między stanowiskami nie tworzą nowej wartości w związku z tym powinny być eliminowane. Aby działania te eliminować lub ograniczać należy przestrzegać ogólnych zasad odnośnie organizacji stanowisk pracy oraz ich rozmieszczania przestrzeni.

Przy organizacji stanowisk zaleca się stosowanie metody 5S, polegającej na systematycznym podejściu opartym na angażowaniu wszystkich pracowników do utrzymywania czystych, uporządkowanych i bezpiecznych stanowisk pracy [3, s.59]. Działania związane z dbaniem o właściwą organizację stanowisk pracy winny być realizowane przez bezpośrednio zainteresowanych oraz podlegać ciągłemu audytowi.

Poszczególne stanowiska (maszyny) należy rozmieszczać możliwie blisko siebie, aby minimalizować drogi transportu materiałów, przemieszczania operatorów, a jednocześnie zapewnić bezpieczne warunki pracy. Wewnętrzna szerokość gniazda nie powinna przekraczać 1.5 metra, aby umożliwić obsługę kilku stanowisk przez jednego wykonawcę, a stanowiska początkowe i końcowe winy być zlokalizowane blisko siebie, aby ułatwić nadawanie właściwego tempa pracy.

Dokumentem przedstawiającym wyniki ustaleń odnośnie niezbędnych zasobów, a w szczególności ich rozmieszczenia jest Karta Standardu Rozmieszczenia Zasobów, (*Standard Work Area Layout*). Na Rys. 3 przedstawiono przykład karty dla fragmentu procesu, dla którego ustalono standardową sekwencję pracy (porównaj Rys. 2.).



Rys. 3. Karta Standardu Rozmieszczenia Zasobów

Na stanowisku pracy umieszcza się jeden dokument noszący nazwę Karty Standardu Pracy (*Standard Operations Sheet*), na którym umieszcza się informacje dotyczące istotnych w danym przypadku ustaleń odnośnie: wymaganej produkcji, czasu taktu, wymaganej liczby wykonawców, normatywnego poziomu zasobów, a w szczególności standardowej sekwencji pracy oraz rozplanowania obszaru pracy. Tak opracowany standard pracy spełnia wiele funkcji w trakcie zarządzania produkcją.

5. Rola standardów w zarządzaniu produkcją

Standardy pracy odgrywają ważną rolę w zarządzaniu produkcją w trakcie planowania, organizowania, motywowania i kontrolowania realizacji zadań, a także w doskonaleniu pracy.

Standardy stanowią podstawę planowania zasobów niezbędnych do realizacji wymaganego w danym okresie wolumenu produkcji. Pozwalają na elastyczne dostosowywanie liczebności obsady do potrzeb klienta, przyczyniając się tym samym do eliminowania nadprodukcji.

W trakcie uruchamiania produkcji standardy zapewniają wzorzec organizacji stanowisk pracy oraz stanowią podstawę opracowywania instrukcji pracy, w oparciu o które przeprowadza się szkolenia pracowników. W trakcie wykonywania samej pracy jasne sprecyzowanie zadań odnośnie zawartości, kolejności, czasu, zasobów i wyników motywują pracowników do prawidłowego wykonywania pracy oraz ułatwia koordynację zadań realizowanych przez poszczególnych pracowników, czyniąc je przewidywalnymi dla partnerów.

Standardy spełniają również funkcje kontrolną przez przypominanie wykonawcą, jak ma być zorganizowane stanowisko pracy i jak należy wykonywać powierzone zadania. Jednocześnie pozwalają kierownictwu na bieżącą kontrolę prawidłowości przebiegu samego procesu, a nie tylko jej wyników.

Brak standardów utrudnia doskonalenie przebiegu procesu. Tam gdzie nie ma standardów, nie może być prawidłowo realizowany proces usprawnień [9, s.179]. Jeżeli przebieg danego procesu nie poddamy standaryzacji, to każde wprowadzone rozwiązanie, będzie zmianą, ale nie zawsze zmianą na lepsze. Standaryzacja ułatwia usprawnianie procesu poprzez ustabilizowanie procesu i ukazanie związku pomiędzy przyczyną i efektem.

Aby standardy dawały oczekiwane efekty, działania związane z szeroko rozumianą standaryzacją prac i jej usprawnianiem winny być realizowane przy czynnym udziale bezpośrednio zainteresowanych, tj. pracowników liniowych wspomaganych przez bezpośrednich przełożonych (brygadzystów, mistrzów, kierowników) oraz personel inżyniersko-techniczny. Udział bezpośrednich wykonawców w tworzeniu standardów pracy, a w szczególności ich doskonaleniu pozwala na wyeliminowanie największego marnotrawstwa, jakie występuje w działalności produkcyjnej, tj. niewykorzystywanie w pełni potencjału tkwiącego w każdym pracowniku.

Pewne aspekty pracy nawet o charakterze wykonawczym to w większym stopniu „sztuka” niż „nauka”. Pomimo tego dzięki analitycznemu podejściu możliwe jest ich zidentyfikowanie, zrozumienie, opisanie, standaryzowanie i rozpowszechnianie. Na tym etapie postępowania pojawia się problem w jaki sposób zezwalać na kreatywność i innowacyjność, a jednocześnie zapewnić spójność wyników, tam gdzie to ma znaczenie. Kreowanie nawet najlepszych praktyk bez umiejętności dyfuzji tej wiedzy byłoby bezużyteczne, a uczenie bez głębokiej znajomości pracy i wyróżniania istotnych jej aspektów prowadziło by jedynie do przekazywania minimalnej jej ilości [12].

Ważne znaczenie odgrywa skoncentrowanie uwagi na najważniejszych aspektach pracy oraz ściśle egzekwowanie sposobu ich wykonania. Pozostawienie pewnego stopnia swobody, stanowi warunek, aby standardy były właściwie wykorzystywane i służyły zarówno pracownikom, jak i organizacji. Jeżeli procedury i instrukcje są zbyt szczegółowe, pracownicy koncentrują uwagę na robieniu rzeczy prawidłowo, a nie robieniu rzeczy właściwych.

Literatura:

1. Standaryzacja pracy na hali produkcyjnej. Wydawnictwo ProdPress.com, Wrocław, 2008.
2. Womack P., Jones D.T.: Lean thinking - szczupłe myślenie: eliminowanie marnotrawstwa i tworzenie wartości w przedsiębiorstwie. Wrocław, ProdPress.com, Wrocław, 2008.
3. Imai M.: Gemba Kaizen. Zdroworozsądkowe, niskokosztowe podejście do zarządzania. MT Biznes, Warszawa, 2006.
4. Kozieradzka A., Krupa A.: Wdrażanie standaryzacji pracy w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Zarządzanie przedsiębiorstwem, 2009, nr 1, str. 38-50.
5. Bednarz L. :Współczesne podejście do standaryzacji pracy. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej, Nr 16, 2011, str. 249-262.
6. Pokosinska B.: Does Standardization Have a Negative Impact on Working Conditions? , Human Factors and Ergonomics in Manufacturing. 2007, Vol 17 (4), str. 383-394.
7. Kondo Y.: Are creativity and standardization mutually exclusive?, Human System Management, 1995, 14, str. 309-312.
8. Leksykon Lean. Ilustrowany słownik z zakresu Lean Management. Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław, 2010.
9. Liker J.K. , Meier D.P.: Droga Toyoty. Fieldbook. Praktyczny przewodnik wdrażania 4P Toyoty. MT Biznes, Warszawa, 2011.
10. Rother M., Harris R.: Tworzenie ciągłego przepływu. WCTT, Wrocław, 2001.
11. Hobbs D. P: Lean Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer . J. Ross Publishing , 2004.
12. Likier K., D.P. Meier: , Toyota Talent. Rozwijaj swoich pracowników na sposób Toyoty. MT Biznes, Warszawa, 2007.

Dr inż. Leszek BEDNARZ
Instytut Organizacji i Zarządzania
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
53-345 Wrocław ul. Komandorska 118/120
Tel./fax: (071) 3680665
e-mail: leszek.bednarz@ue.wroc.pl