



Agnieszka Stachowiak, Łukasz Hadaś, Piotr Cyplik¹
Politechnika Poznańska

Racjonalizacja przepływu materiałów i informacji jako podstawa efektywnej logistyki produkcji – studium przypadku

W cyklu życia każdego przedsiębiorstwa pojawia się okresowo konieczność reorganizacji i racjonalizacji, zarówno w odniesieniu do struktur organizacyjnych, jak i realizowanych procesów czy fizycznej budowy systemu i rozmieszczenia obiektów. Konieczność taka wynikać może z wielu czynników, zarówno zewnętrznych, takich jak choćby zmiany uwarunkowań prawnych, rozwój dostępnych technologii czy zmiany w układzie sił na rynku, jak i wewnętrznych, w tym zmiany w zarządzie i w koncepcji prowadzenia biznesu. W zależności od potrzeb i czynników sprawczych różny może być zakres takiej reorganizacji, a co za tym idzie, czas jej realizacji i, prawdopodobnie, koszty które za sobą pociągnie. W odniesieniu do aspektu rozmieszczenia stanowisk zakres reorganizacji może obejmować następujące warianty [Lis *et al.* 80]:

- całkowita przebudowa rozplanowania wynikająca ze zmian w strukturze komórki produkcyjnej, na przykład zmian asortymentu produkcji, zmian technologii (przypadek ten w zasadzie nie różni się od projektowania nowych komórek produkcyjnych)
- całkowita zmiana istniejącego rozplanowania wynikająca z konieczności poprawienia organizacji produkcji, warunków pracy
- całkowita zmiana istniejącego rozplanowania wskutek zmiany części parku maszynowego, wprowadzenie układu wielowarsztatowego itd.

Niezależnie od wybranego zakresu, reorganizacja rozmieszczenia stanowisk jest wynikiem i powinna towarzyszyć zmianom o szerszym charakterze, dotyczącym sposobu organizacji pracy, czyli zarządzania przepływem materiałów, co z kolei wymaga odpowiedniej organizacji przepływów informacji.

W artykule przedstawiona jest kompleksowa propozycja reorganizacji przepływów materiałów i informacji, na przykładzie obszaru montażu, co jest o tyle uzasadnione, że obszar ten jest obecnie często kluczowym dla powodzenia biznesu, gdyż mocno wpływa na poziom obsługi klienta poprzez zapewnianie produktów zgodnych z jego oczekiwaniami. Podejście wykorzystywane w artykule opiera się na przewadze metod syntezy i dedukcji [Lis *et al.* 80, Santarek 87]. W podejściu o przewadze metod syntezy i dedukcji, zwanym też systemowym, punktem wyjścia jest opracowanie syntetycznej koncepcji całości rozwiązania, a następnie jego stopniowe przystosowanie do istniejących warunków. Metody wywodzące się z tego

podejścia można nazwać różnicowymi, ze względu na stopniowe odstępowanie od rozwiązania idealnego.

Analiza warunków wstępnych

W analizowanym przedsiębiorstwie branży budowy maszyn przeprowadzono reorganizację opartą na założeniach dotyczących organizacji pracy w całym systemie produkcyjnym. Założenia te obejmują zaopatrzenie materiałowe sterowane zużyciem i zapotrzebowaniem, w zależności od kwalifikacji grupy asortymentowej, czyli częściową decentralizację sterowania produkcją. Aby umożliwić decentralizację sterowania, gniazda realizujące operacje montażowe, wraz z zasilaniem (magazynem części) i odbiorem (magazynem wyrobów gotowych) powinny być zgrupowane. W związku z hybrydowym podejściem i podziałem asortymentu na dwie kategorie:

- **A** – o dużej liczbie produkowanych sztuk, a co za tym idzie, codziennej powtarzalności produkcji
- **B** – o relatywnie małej liczbie produkowanych sztuk i niskiej powtarzalności

co skutkuje podziałem gniazd montażowych na grupy realizujące operacje związane z daną grupą asortymentową:

- dla wyrobów z kategorii A (szybkrotujących, zidentyfikowanych na podstawie danych ze sprzedaży) gniazdo obróbcze z magazynem trzystanowiskowym w formie supermarketu, dla zapewnienia ciągłej dostępności części i normaliów niezbędnych do realizacji procesu montażu. Gniazdo to obsługuje wolniej rotujące wyroby podobne technologicznie, lecz części niezbędne do ich wykonania dostarczane są na stanowiska na podstawie zleceń, ewidencjonowane przy pomocy kart kanban
- dla wyrobów z kategorii B, wolniej rotujących, odmiennych technologicznie od produktów z kategorii A, części niezbędne do ich wykonania dostarczane są na stanowiska na podstawie zleceń, ewidencjonowane przy pomocy kart kanban.

Organizacja pracy i rozmieszczenie stanowisk w Gnieździe Montażowym A

W Gnieździe Montażowym A montowane będą małe produkty, które należą do grupy wyrobów podobnych technologicznie. W ramach linii realizowany jest montaż, próba jakościowa, malowanie i pakowanie, przy czym zaleca się, aby do

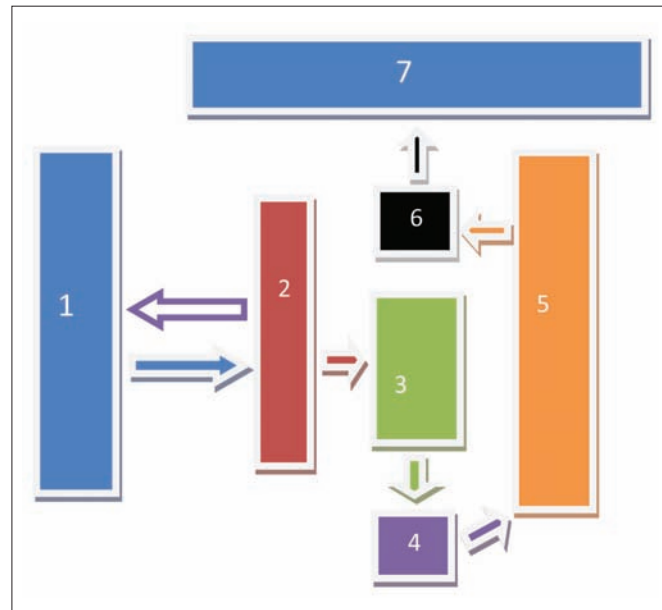
¹ Dr inż. A. Stachowiak, dr inż. Ł. Hadaś, dr inż. P. Cyplik pracują w Katedrze Zarządzania Produkcją i Logistyki na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Artykuł recenzowany (*przyp. red.*).



montażu dostarczane były części przygotowane w jak najwyższym stopniu, by usprawnić proces montażu i ograniczyć ilość miejsca zajmowanego przez części dla pojedynczego wyrobu dla sprawnej organizacji supermarketu. W Gnieździe Montażowym A istotne jest zapewnienie odpowiedniej wydajności, a zatem ciągłość przepływu. Proponuje się następującą logikę przepływu (rysunek 1).

Po pobraniu kart pracy, pracownicy przechodzą do właściwych stanowisk montażowych (3) i rozpoczynają realizację zadań ujętych w zleceniu. Jeżeli są to zadania z grupy A, pobierają potrzebne elementy bezpośrednio z supermarketu² (2), jeżeli są to zlecenia z grupy B1 (podobne technologicznie, lecz nie ujęte w supermarketcie), korzystają z pojemników opisanych odpowiednimi kartami kanban dostarczonymi z Magazynu Części (1) na początek zmiany roboczej. Z wstępnych obliczeń wynika, że obsługa Gniazda A powinna obejmować 3 osoby; liczba ta może być zweryfikowana po korekcie danych z technologii montażu, przy czym zakłada się elastyczność obsługi. Do ich zadań należy montaż pompy i przeprowadzenie próby szczelności (4), po której pompy przekazywane są na linię malarską (5). Liczbę osób do obsługi linii malarskiej należy ustalić w zależności od stopnia jej automatyzacji. Pomalowane i wysuszone pompy są pakowane (6), przy czym operacja ta dla grupy A zasilana jest z supermarketu, dla grupy B1 z pojemników oznaczonych kartami kanban. Zapakowane produkty przekazywane są do Magazynu Wyrobów Gotowych (7). Karty kanban z opróżnionych pojemników odkładane są w wyznaczone miejsce na regale supermarketu i na koniec zmiany roboczej zabierane przez pracownika odpowiedzialnego za rozliczanie produkcji.

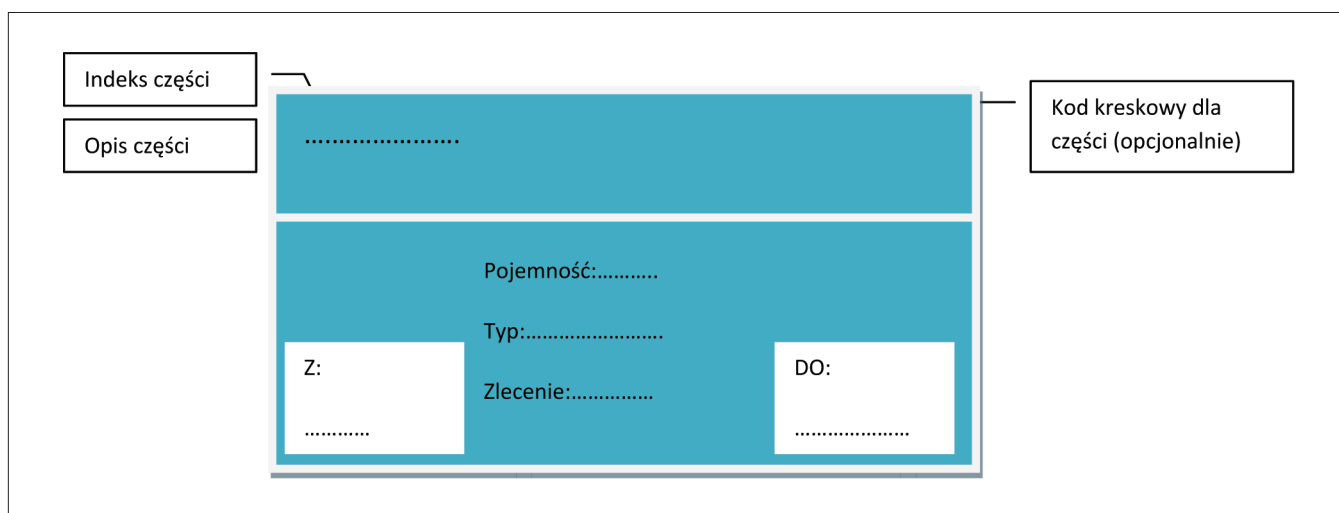
Karty kanban oznaczone są kolorami dedykowanymi dla poszczególnych gniazd montażowych. Można rozważyć wprowadzenie dodatkowych oznaczeń kolorowych dla identyfikacji miejsc magazynowych, z których części są pobierane (stref/półek w Magazynie Części – białe pole z:) i segmentów supermarketu, w których mają być umieszczane (białe pole do:); wy-



Rys. 1. Proponowana logika przepływu w Gnieździe Montażowym.
1 – Magazyn Części; 2 – supermarket; 3 – stanowiska montażowe; 4 – miejsce wykonywania prób jakościowych produktu; 5 – linia malarska; 6 – miejsce pakowania wyrobu; 7 – Magazyn Wyrobów Gotowych.

maga to jednak informacji o organizacji magazynu. Potencjalną korzyścią wprowadzenia tych oznaczeń kolorystycznych jest szybki dostęp do właściwych części i eliminacja błędów związanych z pobraniem niewłaściwej części.

Podstawowym dokumentem związanym z przepływem materiałów w ramach projektowanej reorganizacji wydziału montażu jest karta kanban. Karty kanban wykorzystywane są zatem w rozliczaniu materiałów wykorzystywanych w procesie montażu (ilościowo i jakościowo, w odniesieniu do konkretnego zlecenia). Można rozważyć wprowadzenie jak największej liczby automatycznych informacji (kody kreskowe), aby dodatkowo usprawnić i uwiarygodnić przepływ informacji.

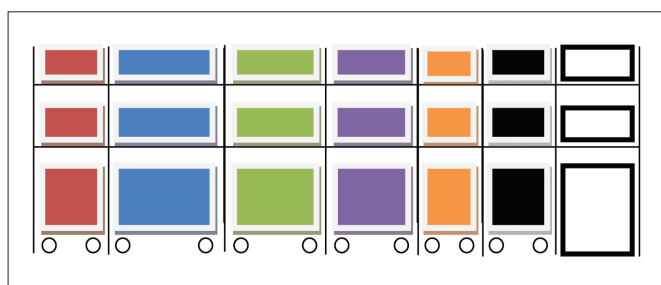


Rys. 2. Przykład karty kanban.

² Supermarket – regał dostępny z dwóch stron (z Magazynu Części i ze stanowisk obróbczych), przygotowany by pomieścić pojemniki zgodne przyjętym standardem.

Funkcjonowanie supermarketu

Supermarket to regał dostępny z dwóch stron (Magazynu Części i stanowisk obróbczych), przygotowany by pomieścić pojemniki zgodne przyjętym standardem. Wymiary supermarketu wynikają z ilości potrzebnych pojemników i wysokości dostępnej dla pracowników. Dolny poziom supermarketu może funkcjonować na zasadzie miejsc parkingowych dla pojemników z częściami ciężkimi, by wyeliminować wysiłek, kontuzje i wypadki wynikające z podnoszenia ciężkich ładunków. Zakłada się, że supermarket powinien zapewnić części do montażu zleceń na całą zmianę roboczą. Można rozważyć stosowanie 2, 3 lub 4 pojemników na część danego rodzaju. W przypadku stosowania 2 pojemników konieczna jest kontrola pracownika Magazynu Części i uzupełnienie poprzez wymianę pustego pojemnika na pełny po połowie zmiany roboczej i na koniec zmiany roboczej. W przypadku stosowania 3 pojemników konieczna jest kontrola pracownika Magazynu Części i uzupełnienie poprzez wymianę pustego pojemnika na pełny co 3 godziny. W przypadku stosowania 4 pojemników konieczna jest kontrola pracownika Magazynu Części i uzupełnienie poprzez wymianę pustego pojemnika na pełny co 2 godziny. Większa ilość pojemników zapewnia większą elastyczność i niezawodność.



Rys. 3. Schemat supermarketu – kolorami mogą być wyroby lub grupy części. Na dolnym poziomie (na kołach) umieszczone są pojemniki mobilne.

Od ilości pojemników zależy ich rozmiar – pojemniki powinny być dedykowane do części wielkością i odpowiednim oznaczeniem koloru, tak by łatwo można było zidentyfikować czego brakuje i by wszystko było na swoim miejscu. Kolorami można też odznaczyć miejsca odkładcze w supermarkecie. Szczegóły wykonawcze do uzgodnienia w ramach wdrażania przyjętej koncepcji. Na dnie pojemnika powinna znajdować się karta odpowiedniego koloru, po opróżnieniu pojemnika odkładana na wyznaczone miejsce i na koniec zmiany roboczej zabierana przez pracownika odpowiedzialnego za rozliczanie. Ponieważ każdy pojemnik ma określoną pojemność i wiadomo, ile zostało wyprodukowane na danej zmianie, łatwo przeliczyć koszty na wyrób.

W pojemnikach mobilnych utrzymywane są korpusy z wciśniętymi pierścieniami (waga pojemnika w zależności od ilości waha się od ponad 100 kg (w systemie 2-pojemnikowym) do 50 kg w systemie 4-pojemnikowym; w pozostałych są silniki (można rozważyć ich umieszczenie w pojemnikach mobilnych), śruby, ewentualnie inne potrzebne elementy. W przypadku stosowania małych pojemników dla części lekkich, czyli na górnych półkach, można rozważyć stosowanie regału przepływowego dla ułatwienia obsługi. Ostatni segment regału służy do przechowywania opakowań, instrukcji i kart gwarancyj-

nych. Stanowisko pakowania powinno być rozmieszczone tak, by zapewniony był łatwy dostęp do tej części supermarketu. Należy rozważyć skonstruowanie regału na potrzeby Wydziału, można jednak wykorzystać gotowe rozwiązania, adaptując je do potrzeb przedsiębiorstwa. Wybór opcji zależy od stosowanych pojemników i analizy ekonomicznej.

Proponowany schemat rozliczania produkcji obejmuje dwa etapy: wstępnego rozliczania, czyli planowania kosztów na podstawie wygenerowanego planu produkcji, technologii i normatywów zużycia oraz rozliczania szczegółowego, wynikającego bezpośrednio z realizacji. Podstawą do rozliczania szczegółowego są karty kanban, prowadzone do rejestracji zużycia materiałowego i czasu pracy. Rozliczenia wstępne i zgrubne są bilansowane, a informacje o odchyleniach od planu wykorzystuje się w planowaniu produkcji, do korygowania planów.

Podsumowanie

W ramach niniejszego artykułu przedstawiono podstawowe założenia co do reorganizacji, w tym szkic rozmieszczenia stanowisk, wraz z podstawowymi założeniami do zarządzania przepływem materiałów i koncepcją prowadzenia uproszczonej dokumentacji w tym zakresie oraz schemat ogólny rozliczania produkcji. Szczegóły rozwiązania i jednocześnie jego ograniczenia wynikają bezpośrednio z charakterystyki przedsiębiorstwa, dla którego rozwiązanie było opracowane. Podstawowym ograniczeniem była duża różnorodność asortymentowa, która wykluczała możliwość stosowania niektórych form organizacji produkcji, wymuszając z kolei znaczną dokładność w prowadzeniu rejestracji wytworzonych wyrobów i zużycia materiałów dla celów rozliczeniowych. Szczegółowe rozwiązanie uwzględniło włączenie do stosowanych technik organizatorskich w ramach zarządzania produkcją, nie tylko w dziale montażu, metody Visual Management, uwzględniając:

- wizualizacje procesów montażowych dla poszczególnych pomp – instrukcje przechowywane w gniazdach, dostępne w razie potrzeby
- kolory na pojemnikach zawierających części dla określonego rodzaju pomp i części standardowe
- oznaczenia dróg transportowych i miejsc odkładczych.

Metodą uzupełniającą VM może być także 5S, narzędzie z grupy LEAN. Wprowadzenie 5S wykorzystuje potencjalne korzyści z VM i daje konkretne efekty w postaci ładnego stanowiska, ograniczenia zbędnych ruchów, potencjalnych uszkodzeń i błędów. 5S może być elementem systemu motywacyjnego pracowników organizacji.

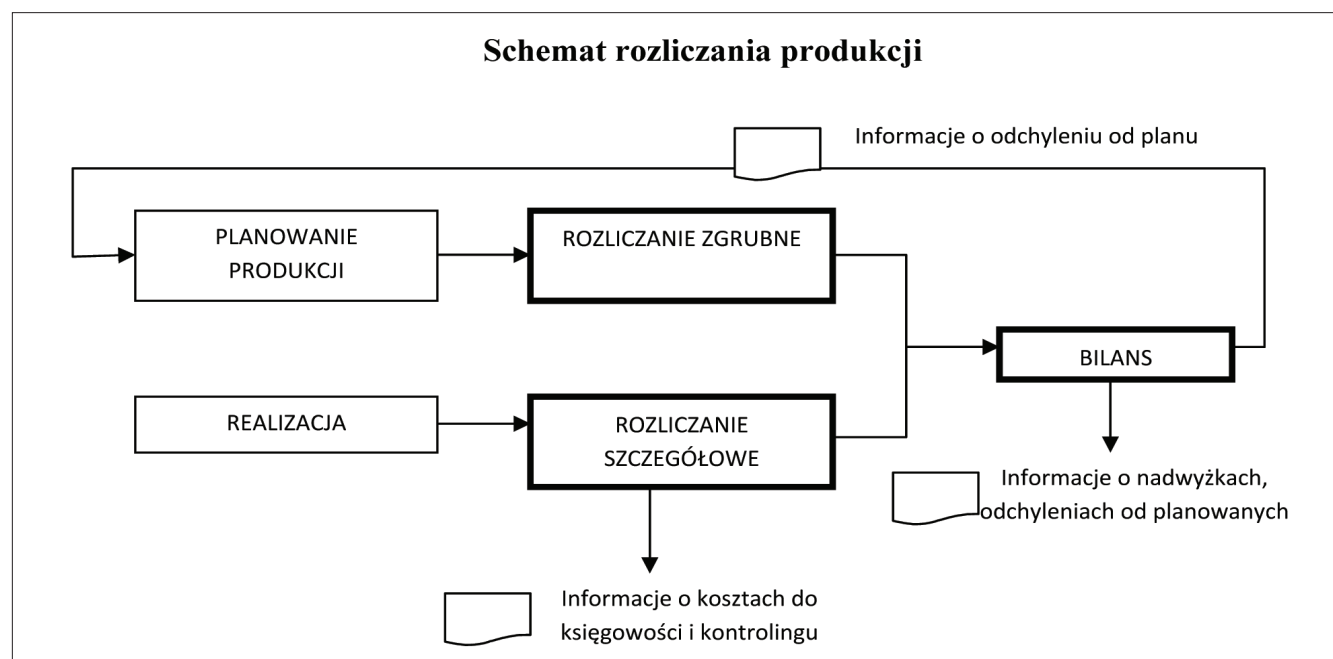
Racjonalizacja przepływu materiałów i informacji na stanowiskach daje wymierne korzyści, pozwala na skrócenie cykli i związane z tym oszczędności, czyli poprawia efektywność realizacji procesów, a tym samym efektywność logistyki produkcji. Wpływa także na mniej wymierne aspekty funkcjonowania przedsiębiorstwa, takie jak bezpieczeństwo na stanowisku pracy, wiarygodność danych (w tym kosztowych) i jasne zasady funkcjonowania, podziału prac i rozliczania.

Streszczenie

W artykule przedstawiona została analiza przypadku obejmującego reorganizację procesu montażu i wynikające z niej zmiany w rozmieszczeniu przestrzennym stanowisk wykonujących operacje montażowe oraz w sposobie rozliczania prac wykonywanych przez te stanowiska. Proponowany schemat rozmieszczenia ma umożliwić realizację prac montażowych zgodnie z przyjętymi dla całego systemu produkcyjnego założeniami co do organizacji przepływów materiałowych. Z kolei opracowany schemat rozliczania zadań ma uprościć przepływ informacji i uwiarygodnić dane kosztowe wynikające z prowadzonych rozliczeń. Analiza dotyczy warunków organizacyjnych przedsiębiorstwa budowy maszyn i przedstawia rozwiązania dedykowane dla danych warunków, oparte przy tym na praktykach i rozwiązaniach stosowanych w tym obszarze.

LITERATURA

1. Lis S., Santarek K., *Projektowanie rozmieszczenia stanowisk roboczych*, PWN, Warszawa 1980.
2. Santarek K., *Podstawy metodyczne projektowania rozmieszczenia komórek produkcyjnych*, PWN, Warszawa 1987.



Rys. 4. Przykładowy schemat rozliczania produkcji.