

WDROŻENIE HYBRYDOWEJ METODY STEROWANIA PRODUKCJĄ DYSKRETNĄ

Elżbieta MILEWSKA

Streszczenie: W referacie przedstawiono zagadnienie sterowania produkcją dyskretną, regulacji przepływu materiałowego i informacyjnego firmy oraz adekwatności odwzorowania w systemie informatycznym działań wytwórczych przedsiębiorstwa. Omówione również zostały komponenty funkcjonalne narzędzi informatycznych wspomagających planowanie.

Słowa kluczowe: system informatyczny

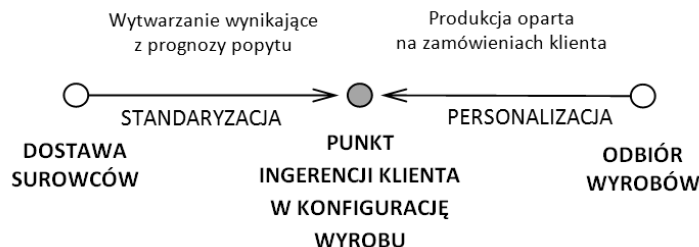
1. Wprowadzenie

Obecne uwarunkowania gospodarcze spowodowały, że nieliczne z firm decydują się prowadzić działalność wytwórczą wyłącznie w oparciu o prognozy rynkowe sprzedaży. Ryzyko zmiany upodobań produktowych klienta jest, bowiem duże. Ograniczone jest również grono przedsiębiorstw produkcyjnych realizujących procesy wytwórcze wyłącznie na podstawie zamówień klientów. Długość cyklu produkcyjnego lub czas dostawy surowców jest niejednokrotnie przyczyną braku akceptacji przez klienta czasu oczekiwania na odbiór wyrobu końcowego. Najliczniejszą grupę producentów stanowią przedsiębiorstwa utrzymujące pewien kompromis w indywidualizacji produkcji. Elastyczność systemów produkcyjnych tych przedsiębiorstw uzyskiwana jest poprzez zastosowanie wariantu mieszanego sterowania.

2. Metody sterowania produkcją dyskretną

Biorąc pod uwagę wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe wyrobów (ang. Customer Order Decoupling Point - CODP) [12] proces wytwarzania można podzielić na dwa przedziały (rys. 1) [18]:

- wytwarzanie wynikające z prognozy popytu
- oraz produkcję opartą na zamówieniach klienta.



Rys. 1. Wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe produkcji. Źródło: [18]

W literaturze [6, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 23] opisywane są m.in. następujące metody sterowania produkcją:

- wg stanów magazynowych (ang. Make to Stock - MTS),
- wg wielkości zamówień (ang. Make To Order – MTO).

Sterowanie wg stanów magazynowych (MTS) sprowadza się do ustalenia normatywów minimalnego i maksymalnego stanu magazynowego produktu lub surowca oraz regularnej kontroli zużycia materiałowego, reagującej dostawą na zmianę poziomu zapasów. Wartość minimalnego normatywu określana jest na podstawie wielkości zużycia materiałowego w okresie planistycznym przy założeniu maksymalnego opóźnienia dostawy, natomiast wartość maksymalnego normatywu definiowana jest jako wielkość zużycia materiałowego pomiędzy kolejnymi dostawami plus stan minimalny [5]. Cechą charakterystyczną tej metody jest przeprowadzanie kontroli stanu magazynowego w stałych odstępach czasowych oraz zmienność liczby zamawianych surowców. Niniejsza metoda stosowana jest głównie w produkcji masowej umożliwiając skuteczne obniżenie kosztów wytwarzania.

Metoda sterowania wg wielkości zamówień (ang. Make To Order – MTO) wykorzystywana jest w przypadku procesów produkcyjnych inicjowanych złożeniem przez klienta indywidualnego zamówienia. Zamówieniom podlegają produkty o ustalonym szablonie technologii wywodzące się z szerokiego wachlarza asortymentu firmy. Metoda MTO stosowana jest w produkcji jednostkowej lub małoseryjnej w odniesieniu do wyrobów złożonych o wyższym koszcie własnym.

Uzyskanie sprawnego systemu sterowania przepływem materiałowym i informacyjnym firmy związane jest nie tylko z cełnym wyznaczeniem punktów kontrolno pomiarowych strumienia przepływu materiałowego, czasem rejestracji danych, ale również sposobem planowania działań wytwórczych. Zasadnicze znaczenie w procesie szeregowania zadań ma kierunek planowania, czyli poszukiwanie czasowej dostępności alokowanych zasobów produkcyjnych. W zależności od wymagań biznesowych, planowanie może być realizowane: do przodu lub wstecz (rys. 2) [18].

Harmonogramowanie do przodu (ang. Shortest Processing Time - SPT) oznacza tworzenie planu produkcji rozpoczynając od daty jak najwcześniej. Obciążenia zasobów przydzielane są w sposób umożliwiający uzyskanie jak najkrótszego czasu wykonania zadań i jak najszybszego terminu przyjęcia wyrobu gotowego na magazyn.

Planowanie produkcji wstecz (ang. Just In Time - JIT) polega na wyznaczeniu jak najpóźniejszej daty rozpoczęcia działań wytwórczych przy jednoczesnym założeniu dotrzymania wymaganego terminu realizacji zamówienia.



Rys. 2. Kierunek planowania. Źródło: [18]

3. Regulacja przepływu materiałowego i informacyjnego

Planowanie wyprzedza podjęcie działań [1]. W odniesieniu do działalności wytwórczej obejmuje ono całokształt przedsięwzięć organizacyjnych związanych z alokacją zasobów produkcyjnych, czyli przydzieleniem pracownika do stanowiska roboczego w celu realizacji w wyznaczonym czasie określonej operacji technologicznej z wykorzystaniem wybranego materiału. Planowanie produkcji stosowane jest w celu zoptymalizowania wydajności pracy posiadanych zasobów, których charakterystyka jest niejednokrotnie bardzo zróżnicowana. Alokacja powinna uwzględniać zarówno kwestię czasowej dostępności ludzkich, maszynowych i surowcowych zasobów produkcyjnych, niezbędnych w celu realizacji zadań, zachowania norm jakościowych wytwarzanych produktów, jak również występowania ograniczeń w przebiegu prac wytwórczych, do których zalicza się między innymi: przezbroyenia, żądanie natychmiastowego rozpoczęcia kolejnego zadania np. ze względu na zmiany fizykochemiczne półproduktów lub specyfikę przeprowadzania operacji technologicznej, ograniczoną przestrzeń składowania półproduktów lub wielkość wsadu pieców oraz cykliczność przestojów maszyn związaną z konserwacją parku maszynowego [16, 18].

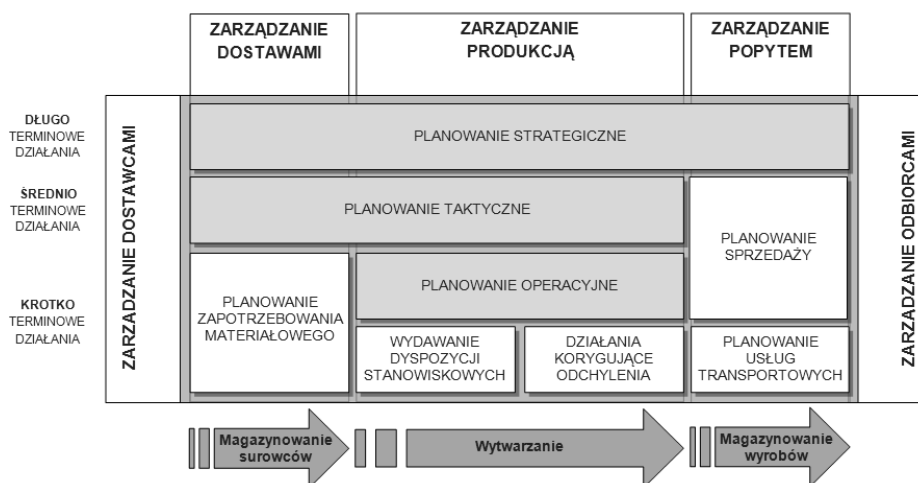
Planowanie stosowane jest nie tylko w odniesieniu do działalności wytwórczej. Może ono również obejmować koordynację procesów pomocniczych i ubocznych produkcji, do których zalicza się między innymi operację transportu, magazynowania, kontroli czy kooperacji. Powiązane są one, bowiem strumieniem przepływu materiałowego oraz informacyjnego, determinując sprawność przedsiębiorstwa rozumianego, jako układ sterowania. Definiując wewnętrzny łańcuch dostaw można wyodrębnić proces zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. Niniejsza klasyfikacja może posłużyć wyróżnieniu obszarów działalności przedsiębiorstwa wymagających podjęcia czynności planistycznych z uwagi na złożoność procesów decyzyjnych w nich zachodzących.

Fundamentem regulacji przepływu materiałowego i informacyjnego w przedsiębiorstwie produkcyjnym oraz podstawowym warunkiem integracji działań gospodarczych związanych z realizacją procesu produkcji jest wykorzystanie systemów informatycznych wspomagających pozyskiwanie, przetwarzanie danych oraz przekazywanie informacji. Informatyzacja procesów pozwala sprostać narastającej konkurencyjności i stanowi jeden ze sposobów rozwoju przedsiębiorstwa. Biorąc pod uwagę złożoność uwarunkowań gospodarczych, większość systemów informatycznych wspomagających planowanie działań posiada budowę modułową, umożliwiającą dostosowanie szczegółowości planów do wymagań firmy. Funkcjonalność systemów umożliwia m.in. wybór algorytmu szeregowania zadań, budowę funkcji optymalizacyjnych, wskazanie horyzontu czasowego planowania oraz tworzenie różnych scenariuszy przebiegu prac. Decyzje strategiczne podejmowane na szczeblu zarządczym opierają się na analizie zagregowanych danych reprezentujących niejednokrotnie grupy asortymentowe produktów oraz pionu struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa. Tworzą one tło procesów decyzyjnych niższego szczebla, które odwołując się do krótszych czasookresów zawierają bardziej precyzyjne informacje. Decyzje taktyczne, dedykowane kadrze kierowniczej, charakteryzują się średnim horyzontem czasowym działania i zawierają informacje dotyczące między innymi: produktów, jednostek organizacyjnych i kontrahentów. Najniższy poziom w owej hierarchii stanowią decyzje operacyjne. Są one wyznaczane w krótkich odstępach czasu. Cechuje je wysoki poziom szczegółowości stanowiący często dyspozycję operatorską. Zawiera ona wskazanie konkretnego pracownika, jako wykonawcy wybranej operacji technologicznej, czas realizacji zadania, stanowisko robocze, jako

miejsce wykonania pracy oraz materiał lub surowiec, który podlega przetwarzaniu. Decyzje podlegają, zatem hierarchicznej dekompozycji względem struktury wykonawczej planowanych prac, chociaż mają w zdecydowanej większości przypadków charakter dyskretny [18].

4. Funkcjonalność systemów informatycznych wspomagających planowanie

Biorąc pod uwagę horyzont planowania oraz ogniwo łańcucha dostaw, utworzona została dwuwymiarowa matryca reprezentująca obszary funkcjonalności zidentyfikowanych komponentów systemów wspomagających planowanie. Poszczególne komponenty systemu dedykowane są, bowiem odrębnym grupom użytkowników, które odzwierciedlają poziomy struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa. Poniżej przedstawiona segmentacja jest spójna z klasyfikacją funkcjonalności stosowaną przez wielu producentów oprogramowania klasy ERP, APS i MES.



Rys. 3. Komponenty funkcjonalne narzędzi informatycznych wspomagających planowanie
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]

4.1. Planowanie strategiczne

Planowanie strategiczne (rys. 3) obejmuje trzy ogniwa łańcucha dostaw uwzględniając dostępność zasobów materiałowych i ludzkich dla wybranej lokalizacji zakładu produkcyjnego, zakres kooperacji oraz strukturę sieci dystrybucyjnej. Działa w perspektywie planowania długoterminowego. Stwarza warunki dla konsekwentnego ukierunkowania działalności podmiotu gospodarczego i przyszłego rozwoju organizacji opierając się między innymi na danych ilościowo-wartościowych sprzedaży z okresów wcześniejszych, wielkości złożonych zamówień oraz uzyskanych uprzednio przychodach. Umożliwia osiągnięcie oczekiwanych korzyści poprzez zrozumienie i kreowanie relacji z otoczeniem, prognozowanie kierunków zmian rynku i możliwości dostosowywania się do nich, rozwijanie własnego potencjału oraz mierzenie skuteczności zrealizowanych działań wynikających z opracowanej strategii firmy [16].

4.2. Planowanie taktyczne

W perspektywie umiarkowanego horyzontu czasowego planowanie przedsiębiorstwa produkcyjnego obejmuje poza obszarem działalności sprzedażowej, również działalność taktyczną. Planowanie taktyczne wynika z potrzeby skoordynowania działań w ramach struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa w perspektywie średniookresowej (rys. 3) [16]. Związane jest z zapewnieniem sprawnego przepływu informacji i ilościowo rodzajowego strumienia materiałów oraz dostosowywaniem działalności wytwórczej do zapotrzebowania rynku na ilość, wersję asortymentu i jakość oferowanych produktów. Plany taktyczne tworzone są w celu weryfikacji: wykonalności zapytań ofertowych, terminowości wykonania przyjętych od klientów zamówień oraz realizowalności planów produkcyjnych zdefiniowanych dostępnością ludzkich, maszynowych i surowcowych zasobów przedsiębiorstwa. Niniejsza weryfikacja prowadzona jest w oparciu o wyznaczenie zdolności produkcyjnych. Definiują one możliwość wytworzenia wyrobów lub świadczenia usług o wartości zaakceptowanej przez klienta, w określonym czasie i ilości wynikającej z dostępności oraz możliwości produkcyjnych zasobów firmy, na podstawie norm technologicznych i wskaźników ekonomicznych określających realne i maksymalne wykorzystanie maszyn oraz powierzchni produkcyjnych, przy uwzględnieniu najlepszych warunków prowadzenia procesu produkcyjnego i organizacyjnego pracy.

4.3. Planowanie operacyjne

Planowanie operacyjne (rys. 3) obejmuje wybór i wyznaczenie celów krótkookresowych oraz środków i warunków realizacji zadań łącznie z motywacją podejmowania czynności. Jest podsystemem wykonawczym stanowiącym narzędzie sterowania realizacją przyjętych założeń i wytycznych zawartych w planach wyższego szczebla. Jego przedmiotem są decyzje, które w obszarze procesów produkcji muszą być podejmowane na bieżąco, aby terminowo i skutecznie realizować strategię przedsiębiorstwa. Plany operacyjne uwzględniają środki niezbędne w realizacji podstawowego celu, bez których wykonanie zleconej operacji technologicznej byłoby utrudnione lub wręcz niemożliwe [10]. Zalicza się do nich zasoby ludzkie, maszynowe i materiałowe. Planowanie operacyjne polega na [16]:

- przydzieleniu pracownikowi zadania,
- dostarczeniu wyposażenia narzędziowego,
- wydaniu materiałów bezpośrednio produkcyjnych i instrukcji wykonawczych zapewniających obsługę wskazanego stanowiska roboczego,
- ustaleniu kolejności wykonywania zabiegów w ramach zleconego zadania,
- określeniu początkowego i końcowego terminu wykonania operacji technologicznej,
- aktualizacji stanu zaawansowania prac,
- badaniu jakości wykonania oraz korygowaniu odchyłań w odniesieniu do wzorca lub normy jakościowej,
- badaniu poziomów wykorzystania zasobów materiałowych i korygowaniu odchyłań w odniesieniu do wzorca lub tzw. normatywu zużycia.

Elastyczne podejście do planowania operacyjnego wymusza na przedsiębiorstwach prowadzenie nieustannej kontroli przebiegu procesów produkcyjnych [21]. Jest ona niezbędna w celu weryfikacji zgodności przebiegu prac wytwórczych z wydanymi dyspozycjami. Zakłócenia toku produkcji powinny skutkować wdrażaniem działań korygujących odchylenia. Z uwagi na powyższe zakłada się, że zadania planu operacyjnego

muszą posiadać mierzalne wskaźniki wykonalności, umożliwiające ocenę efektywności podejmowanych prac. Plan operacyjny występuje, zatem w dwóch podstawowych formach (rys. 3) [16]:

- dyspozycji stanowiskowych,
- działań dostosowawczych, które korygują lub niwelują zakłócenia występujące w toku produkcji.

Dyspozycje stanowiskowe są alokacją zasobów produkcyjnych, czyli przydzieleniem pracownika do stanowiska roboczego w celu realizacji w wyznaczonym czasie określonej operacji technologicznej z zastosowaniem wybranego materiału [15]. Im bardziej precyzyjne informacje wykorzystywane są w systemie informatycznym do opisu układu sterowania przepływem materiałowym i informacyjnym firmy, tym wyższa skuteczność realizacji zadań powierzanych pracownikom, wyższa efektywność zapobiegania brakom jakościowym wyrobów, większa dyspozycyjność zasobów produkcyjnych, większa sprawność systemu monitorowania przebiegu prac i większa skuteczność prognozowania przyszłych działań na podstawie zarchiwizowanych danych. Adekwatność odwzorowania w systemie informatycznym stanu przebiegu prac kształtowana jest, bowiem zarówno przez czas wynikający z opóźnienia w ewidencji zdarzeń jak i przez stopień dokładności danych opisujących zdarzenia wytwórcze.

Elastyczność planów operacyjnych powinna wynikać z dynamiki zmian zachodzących w układzie oraz konieczności ciągłego przystosowywania się organizacji do zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej. Owe swoiste dostosowanie, stymulowane zmianami zachodzącymi w otoczeniu, powinno nie tylko nadążać, ale wręcz wyprzedzać występowanie zdarzeń procesu wytwórczego.

Za skuteczne przygotowanie czynności korygujących (rys. 3) odpowiedzialna jest zarówno prawidłowa interpretacja sygnałów docierających z otoczenia, rzetelna analiza informacji obrazujących przebieg prac wytwórczych jak i umiejętność prognozowania zdarzeń. Przyczyną odchyleń są między innymi: awarie, braki, nieterminowe dostawy materiałów, jak również nieterminowy odbiór wyrobów, priorytet zamówień i inne. Przygotowanie działań korygujących obejmuje realizację następujących prac [16]:

- zidentyfikowanie zdarzeń nieoczekiwanych oraz skutków ich wystąpienia,
- określenie korelacji występujących pomiędzy poszczególnymi zakłóceniami oraz ustalenie priorytetów i kolejności usuwania zaburzeń toku produkcji,
- zbudowanie scenariuszy poszczególnych działań korygujących oraz ustalenie obowiązujących procedur organizacyjnych.

Trzeba zaznaczyć, że planowanie realizowane w warunkach dużej niepewności i wysokiej zmienności działania czynników zakłócających przebieg prac wytwórczych nigdy nie będzie zgodne z założonymi celami. Kluczem do osiągnięcia sukcesu i efektywności procesu jest bieżąca kontrola stanu zaawansowania prac, jakości wyrobów i zużycia materiałowego oraz nadążne sterowanie układem.

Aby skutecznie proces kontroli, normy i metody pomiaru efektywności muszą być określone w sposób zrozumiały i akceptowany przez wszystkie z zainteresowanych stron. Kontrola powinna być trwałym i powtarzalnym procesem, którego częstotliwość uzależniona jest od rodzaju działań i mierzonej wielkości.

Pomiar parametrów obrazujących realizację procesu produkcji jest podstawą decyzji koordynujących przepływ materiałowy firmy. Likwidacja odchyleń może być realizowana poprzez: dyspozycje stanowiskowe, materiałowe lub parametry technologiczne operacji bez zmiany wielkości planu. Innym wariantem działań regulującym przepływ i zmierzającym do wyrównania wielkości oczekiwanej z uzyskiwaną jest ilościowa korekta przyjętych

norm. Korygowanie warunków realizacji procesu produkcji jest najbardziej radykalnym działaniem zmierzającym do zmiany algorytmu operacyjnego planowania produkcji [17].

5. Etapy procesu sterowania produkcją

Planowanie, bieżąca ewidencja postępu prac i zużycia materiałowego, analiza przebiegu produkcji oraz regulacja procesu poprzez działania koordynujące i likwidujące odchylenia składają się na pojęcie systemu sterowania produkcją. Sprawne sterowanie wymaga nie tylko aktualnych informacji o postępie przebiegu prac i stanie zasobów produkcyjnych, ale również odpowiednio dobranych metod przetwarzania danych. Różnorodność typów i form zorganizowania produkcji jak również wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe decyduje o wyborze właściwej dla przedsiębiorstwa metody sterowania produkcją i zakresie funkcjonalności narzędzia wspomagającego czynności planistyczne. Kompromis, odwzorowujący wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe wyrobów, uzyskiwany jest poprzez wdrożenie rozwiązań hybrydowych. Działanie układu sterowania, umożliwiającego współbieżne wytwarzanie wynikające z prognozy popytu oraz wykonanie produkcji opartej na zamówieniach klienta, może być realizowane poprzez wyróżnienie grup asortymentowych produktów i zdefiniowanie kryteriów podziału strumienia przepływu materiałowego układu. Bez względu jednak na przyjęte założenia optymalizujące proces, sterowanie produkcją powinno przebiegać zgodnie z etapami przedstawionymi na rys. 4. Wynik przetwarzania danych, pozyskiwany w ramach każdego z etapów, dedykowany jest innej grupie odbiorców, reprezentujących odrębny poziom struktury organizacyjnej firmy. Zawiera różny poziom szczegółowości informacji i stanowi rezultat doboru kierunku planowania oraz założeń procesu szeregowania zadań.

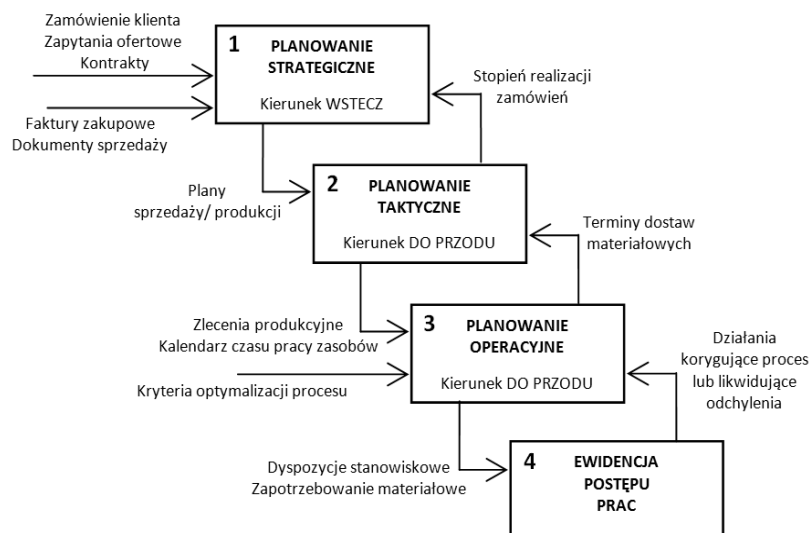
Udzielenie szybkiej odpowiedzi na zapytanie ofertowe lub potwierdzenie wykonalności złożonego zamówienia, wymaga wskazania najpóźniejszego terminu rozpoczęcia prac i powinno być, zatem realizowane z wykorzystaniem planowania o kierunku wstecz (rys. 4 – etap 1).

Terminy uruchomienia nierozpoczętych jeszcze zleceń produkcyjnych, uzyskiwane w wyniku obliczeń wcześniejszego etapu, powinny zostać zaktualizowane z uwzględnieniem wszystkich przyjętych do realizacji kontraktów i zamówień klientów. Aktualizacja danych powinna być przeprowadzana z wykorzystaniem planowania o kierunku do przodu (rys. 4 – etap 2).

Z uwagi na efektywność wykorzystania czasu pracy zasobów maszynowych i ludzkich, istotne jest, aby przebieg prac wytwórczych realizowany był adekwatnie do utworzonych wcześniej planów. Rozbieżności wywoływane zakłóceniami powinny w sposób nadążny być weryfikowane w postaci wydania bieżących dyspozycji stanowiskowych. Zachowanie ciągłości uruchomionych procesów wytwórczych oraz zapewnienie maksymalnego obciążenia stanowisk stanowi uzasadnienie tworzenia planów operacyjnych z wykorzystaniem kierunku do przodu (rys. 4 – etap 3).

Głównym założeniem pozwalającym na efektywne zarządzanie posiadanym potencjałem produkcyjnym jest krótki czas reakcji na zmiany zachodzące w sterowanym układzie. Jest on związany z momentem dostarczenia informacji o aktualnym stanie układu oraz o parametrach produkcji, umożliwiając natychmiastową analizę zagadnienia i podjęcie właściwych decyzji operacyjnych, a nawet taktycznych. Ewidencjonowanie prac (rys. 4 – etap 4) polegające na systemowej rejestracji zdarzeń wytwórczych jest szczególnie istotne w przypadku wystąpienia zdarzeń nieoczekiwanych. Przekaz zawierający informacje o postępach w produkcji może być realizowany: zarówno przy udziale pracowników

bezpośrednio produkcyjnych, jak i transferu danych uzyskiwanych bezpośrednio z maszyn i urządzeń produkcyjnych. Dotyczy on ewidencji czasu pracy, rejestracji dokumentów magazynowych oraz klasyfikacji braków produkcyjnych [17].



Rys. 4. Etapy procesu sterowania. Źródło: opracowanie własne

6. Wnioski

Filozofia zintegrowanego zarządzania przedsiębiorstwem bazuje na logistyce rozumianej, jako koncepcja planowania, sterowania, organizowania i kontrolowania strumienia przepływu materiałowego oraz informacyjnych uwarunkowań prowadzonej działalności. Owe kompleksowe podejście warunkuje nie tylko efektywne przetwarzanie i transformacje funkcji oraz procesów logistycznych, ale również umożliwia wykorzystanie potencjalnych efektów operacyjnej, taktycznej i strategicznej działalności firmy realizowanej w sposób celowy i etapowy.

Niniejszy artykuł powstał w ramach pracy statutowej BK-223/ROZ-3/2015, nt.: Znaczenie inżynierii produkcji w rozwoju innowacyjnych produktów i usług, realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

Literatura

1. Ackoff R.: Zasady planowania w korporacjach. PWE, Warszawa 1973.
2. Bass L., Clements P., Kazman R.: Software Architecture in Practice. Addison-Wesley Longman, Reading, MA 1997.
3. Beynon-Davies P.: Inżynieria systemów informacyjnych. WNT, Warszawa 1999.
4. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J.: The Unified Modeling Language User Guide. Addison-Wesley Longman, Reading, MA 1997.
5. Brzeziński M. (red.): Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją. Placet, Warszawa 2002.

6. Caron F., Fiore A.: 'Engineer to order' companies: how to integrate manufacturing and innovative processes. *International Journal of Project Management*, vol. 13, no. 5, 1995, pp. 313-319.
7. Cheng R., Ge M., Tsujimura Y.: A tutorial survey of job-shop scheduling problems using genetic algorithms, part II: hybrid genetic search strategies. *Computers Industrial Engineering*, no. 36, 1999, pp. 343-364.
8. Chmielarz W.: *Systemy informacyjne wspomagające zarządzanie. Aspekt modelowy w budowie systemów*. Elipsa, Warszawa 1996.
9. Damnicky R., Kasprzyk A., Kozłowski M.: *Analiza i projektowanie obiektowe*. Helion, Warszawa 1998.
10. Durlik I.: *Inżynieria Zarządzania. Strategia i Projektowanie Systemów Produkcyjnych*. Placet, Warszawa 1995.
11. Gosling J., Naim M.M.: Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, no. 122, 2009, pp. 741-754.
12. Jonsson P., Kjellsdotter L., Rudberg M.: Applying advanced planning systems for supply chain planning: Three Case Studies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 37, no. 10, 2007.
13. Köbera J., Heinecke G.: Hybrid Production Strategy Between Make-to-Order and Make-to Stock – A Case Study at a Manufacturer of Agricultural Machinery with Volatile and Seasonal Demand. *Procedia CIRP*, no. 3, 2012, pp. 453 – 458.
14. Kotha, S.: Mass customization: Implementing the emerging paradigm for competitive advantage, *Strategic Management Journal*, no. 16, pp. 21-42.
15. Matt D. T., Dallahsega P., Rauch E.: On-site oriented capacity regulation for fabrication shops in Engineer-to-Order companies (ETO). *Procedia CIRP*, no. 33, 2015, pp. 197 – 202.
16. Milewska E.: Aspekty techniczne i organizacyjne wdrożenia systemu informatycznego wspomagającego planowanie produkcji. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, nr 2 (8) *Inżynieria systemów technicznych*, 2014, s. 142-152.
17. Milewska E.: Wykorzystanie narzędzi informatycznych w procesie sterowania strumieniem przepływu materiałowego. *Miesięcznik Naukowo-Techniczny Mechanik* nr 7, 2011, R. 84; CD s. 575-582.
18. Milewska E.: Wykorzystanie wiedzy technologicznej w procesie sterowania przepływem produkcji, [W:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Knosala R. (red). *Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją*, Opole 2014, s. 604-613.
19. Rouibah K., Caskey K.R.: Change management in concurrent engineering from a parameter perspective. *Computers in Industry*, no. 50 (1), 2003, pp. 15-34.
20. Simon H. A.: *Podjęmowanie decyzji kierowniczych*. Nowe nurty. PWE, Warszawa 1982.
21. Strużycki M. (red.): *Zarządzanie przedsiębiorstwem*. Difin, Warszawa 2004.
22. Van Donk D.P.: Make to stock or make to order. The decoupling point in the food processing industries. *International Journal of Production Economics*, no. 69 (3), 2001, pp. 297-306.
23. Wortman H.: Comparison of information systems for engineer-to-order and make-to-stock situations. *Computers in Industry*, no. 26, 1995, pp. 261-271.

Dr inż. Elżbieta MILEWSKA
 Instytut Inżynierii Produkcji/Wydział Organizacji i Zarządzania
 Politechnika Śląska
 41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28
 tel./fax.: (0-32) 27 77 364
 e-mail: Elzbieta.Milewska@polsl.pl