

ZDOLNOŚĆ ADAPTACYJNA PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH

15.1 WPROWADZENIE

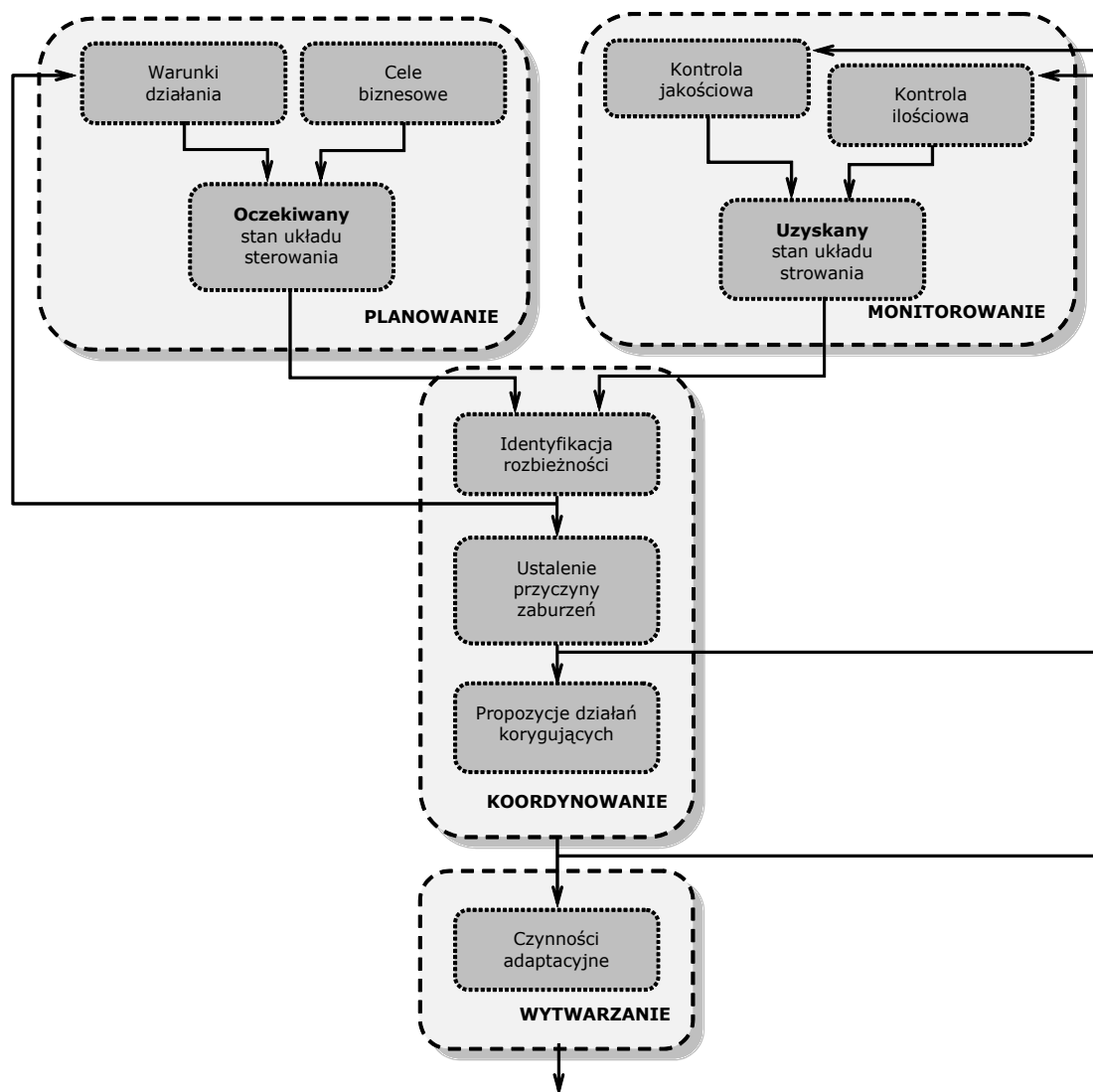
O uzyskaniu przewagi konkurencyjnej coraz częściej decyduje umiejętność zachowania się organizacji w zmieniających się warunkach. Otoczenie wymusza na przedsiębiorstwach przyjmowanie nowych wzorców zachowań, których istotą jest umiejętność udzielania szybkich odpowiedzi i podejmowanie bezzwłocznych działań. Adaptacja procesów biznesowych należy do zagadnień złożonych [6]. Inicjuje zmiany o charakterze strukturalnym i funkcjonalnym firmy [5]. Jest szczególnie trudna w przedsiębiorstwach produkcyjnych, ponieważ efektywne zarządzanie zasobami produkcyjnymi wymaga nie tylko sprawnego sposobu przetwarzania informacji, ale również skutecznego przepływu materiałowego. Wymagania wydajnościowe i jakościowe procesów wytwórczych wymuszają, bowiem koordynację działań w ujęciu taktycznym, strategicznym i analitycznym [4].

Niejednokrotnie reorganizacji towarzyszy wdrożenie systemów informatycznych. Należy, jednak pamiętać, że stopień użyteczności narzędzi zależy nie tylko od zakresu ich funkcjonalności, ale również od kompletności, spójności i jednoznaczności pozyskiwanych, gromadzonych i przetwarzanych danych. Elastyczność rozwiązania kształtowana jest ponadto przez integrację pomocniczych z podstawowymi procesami wytwórczymi oraz poprzez automatyzację wszystkich komponentów układu sterowania.

15.2 ELASTYCZNOŚĆ SYSTEMÓW WYTWARZANIA

W skomplikowanych procesach produkcji rzeczywisty przepływ wyrobów rzadko kiedy bywa zgodny z ustalonymi normami. Przyczyną odchyień są zarówno zakłócenia wewnętrzne jak i zewnętrzne, do których zaliczamy między innymi: wahania wydajności, awarie, braki, nieterminowe dostawy materiałów, jak również nieterminowy odbiór wyrobów, pilne zamówienia i inne. Z uwagi na złożoność czynników wywołujących zmiany stanów układu, w celu określenia wartości odchyień od ustalonych norm, niezbędne jest monitorowanie przepływu produkcji. Zestawienie wielkości produkcji uzyskanej z oczekiwaną jest podstawą sterowania strumieniem ilościowego i rodzajowego przepływu materiałów oraz stanowi podstawę podejmowania decyzji obejmując: dyspozycję stanowiskową i technologiczną, ilościową korektę bieżącego planu jak również konstrukcję algorytmu operacyjnego planowania produkcji [2]. Podejmowanie decyzji w zakresie zarządzania produkcją obejmuje cztery obszary aktywności przedsiębiorstwa (rys. 15.1):

- planowania produkcji, traktowanego jako wzorzec zachowań;
- monitorowania przebiegu prac, opartego na obserwacji i ewidencji zdarzeń;
- koordynacji działań, polegającej na przetwarzaniu zgromadzonych danych
- oraz wytwarzania.



Rys. 15.1 Model cyklu decyzyjnego

Źródło: opracowanie własne

15.2.1 Planowanie produkcji

Plan stanowi normę układu sterowania, zawierającą: wykaz asortymentu, wielkość zlecaną i oczekiwaną produkcji, termin wykonania oraz parametry technologiczne, kontrolne i sterujące, do których zalicza się między innymi: wielkość partii, cykl produkcyjny oraz wielkość zapasów w toku. Budowa algorytmu umożliwiającego zaplanowanie działań wytwórczych oparta jest między innymi na wiedzy technologicznej wykorzystanej w celu określenia następujących determinantów:

- kierunku planowania,
- algorytmu szeregowania zadań,

- reguł priorytetowych,
- konfiguracji przebrojeń maszyn,
- agregacji zleceń.

Kierunek planowania określa sposób tworzenia planu produkcyjnego. Posiadając informację o oczekiwanej konfiguracji i ilości wyrobu, realizowana jest rezerwacja zasobów produkcyjnych, które wykorzystane zostaną do działań wytwórczych. Oczywiście jest, że w procesie tworzenia planu uwzględniane są m.in.: technologia produkcji, dyspozycyjność kadry pracowniczej, dostępność zasobów parku maszynowego, ale również czas przebrojeń i dostawy surowców. Wyznaczają one ramy czasowe trwania procesu produkcji, czyli definiują datę rozpoczęcia i zakończenia zadań. Kierunek planowania ma zasadnicze znaczenie w procesie tworzenia harmonogramu, którego elementem składowym jest czas [3].

Zagadnienie szeregowania odwołuje się do pojęcia zadania oraz zasobu. Zadanie polega na wykonaniu operacji technologicznej przy zaangażowaniu określonych zasobów maszynowych, ludzkich lub surowcowych. Charakteryzuje je między innymi: termin zgłoszenia gotowości zasobów do realizacji zadania, żądany termin zakończenia, przerywalność i podzielność operacji. Zasoby klasyfikowane są natomiast z uwzględnieniem trzech podstawowych kategorii: odnawialności (zasoby maszynowe i ludzkie), nieodnawialności (surowce i materiały podlegające zużyciu) oraz ograniczoności (zasoby energetyczne i finansowe). Celem szeregowania jest minimalizacja: kosztów wytwarzania, kosztów przebrojeń, przestoi zasobów lub czasu trwania zleceń. Rozwiązanie uzyskiwane jest poprzez nadanie zadaniom, oczekującym na wykonanie, wartości priorytetu według wybranych reguł czasu realizacji.

W algorytmach szeregowania stosowane są również reguły priorytetowe, które generują permutację zadań na podstawie wartości parametrów opisujących zasoby odnawialne i nieodnawialne. Rozróżnia się reguły statyczne, których wartość jest niezmienna w czasie obsługi zlecenia, oraz dynamiczne, których wartość ulega aktualizacji. Reguły statyczne mogą posiadać odwołanie do rangi kontrahenta składającego zamówienie lub wartości materiału wykorzystywanego w produkcji, natomiast priorytety dynamiczne wykorzystywane są ocenie doboru kwalifikacji pracownika bezpośrednio produkcyjnego do wymagań stanowiskowych operacji technologicznej lub dyspozycyjności czasowej zasobów. Są powszechnie stosowaną techniką szybkiego wyznaczenia rozwiązania. Ze względu na obciążenie stosunkowo dużym błędem obliczeniowym, traktuje się je jako punkt wyjścia dla algorytmów poszukiwania rozwiązań lokalnych.

Stopień skomplikowania problemu szeregowania silnie zależy od liczby zasobów, struktury zadań oraz od charakteru dodatkowych ograniczeń. Ze względu na specyfikę procesów produkcyjnych w większości przypadków budowa algorytmu jest zorientowana problemowo. Wachlarz uniwersalnych narzędzi informatycznych wspomagających proces obliczeniowy jest mocno ograniczony. Implementacja algorytmu wymaga, bowiem doświadczenia programistycznego oraz wiarygodności i kompletności danych wejściowych. Nietypowymi ograniczeniami algorytmów szeregowania są m.in.:

- żądanie natychmiastowego rozpoczęcia kolejnego zadania np. ze względu na zmiany fizykochemiczne półproduktów lub specyfikę przeprowadzania operacji technologicznej,
- ograniczona przestrzeń składowania półproduktów,
- cykliczne przestoje maszyn związane z konserwacją parku maszynowego
- oraz przebrojenia.

Agregacja (inaczej zlepianie) zadań/ zleceń nie jest autonomiczną metodą poszukiwania rozwiązań, lecz pewnym dodatkowym narzędziem wspierającym skuteczność algorytmów szeregowania. Oznacza ono grupowanie podstawowych informacji w celu redukcji wielkości zbioru rozwiązań.

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. 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.

15.2.2 Monitorowanie przebiegu prac

Ewidencjonowanie postępu prac poprzez kontrolę jakościową i ilościową parametrów wyrobu i procesu umożliwia określenie skutków wcześniej podjętych decyzji. Celowe zwiększanie częstotliwości lub/i rodzajów obserwowanych parametrów, może znacząco wpłynąć na poprawę realizacji działań wytwórczych oraz zwiększyć zdolności organizacji do adaptacji w warunkach niepewności.

Głównym założeniem pozwalającym na efektywne zarządzanie posiadanym potencjałem produkcyjnym jest krótki czas reakcji na zakłócenia układu starowania. Jest on związany z momentem dostarczenia informacji o bieżącym stanie układu oraz o parametrach przebiegu procesu produkcji, umożliwiając natychmiastową analizę zagadnienia i podjęcie właściwych decyzji taktycznych. Przekazywanie wiarygodnej i aktualnej informacji dotyczącej działań wytwórczych jest szczególnie istotne w przypadku zdarzeń nieoczekiwanych.

Pomiar parametrów obrazujących realizację procesu produkcji jest podstawą decyzji koordynujących przepływ materiałowy firmy. Likwidacja odchyłeń 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 [1].

Szczególnie ważnym zadaniem staje się wskazanie miejsc w procesie produkcyjnym (na linii technologicznej), w których można dokonać kontroli parametrów produkcyjnych zarówno linii technologicznej, jak i wyrobów na pośrednim etapie wytwarzania, gdyż końcowa kontrola wyrobu finalnego jest czynnością oczywistą. Aby uskutecznić 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.

15.2.3 Koordynacja działań

Obszar przetwarzania danych umożliwia identyfikację odchyleń, rozumianych jako rozbieżność występująca pomiędzy wartością oczekiwaną a wartością uzyskaną z pomiarów, ustalenie przyczyny występujących zaburzeń oraz przedłożenie propozycji działań korygujących.

Uzyskanie sprawnego systemu sterowania przepływem materiałowym i informacyjnym firmy związane jest nie tylko z czasem rejestracji danych czy celnym wyznaczeniem punktów kontrolno pomiarowych strumienia przepływu materiałowego, ale również sposobem planowania działań wytwórczych. Adekwatność harmonogramu uzależniona jest od:

- kompletności danych podstawowych opisujących elementy układu sterowania,
- dynamiki zmian zachodzących w układzie sterowania i otoczeniu,
- stopnia parametryzacji strumienia przepływu materiałowego odwzorowanego w systemie informatycznym wspomagającym proces wytwórczy
- oraz przyjętych kryteriów oceny jakości uzyskanych rozwiązań.

Zadaniem niezwykle trudnym jest opracowanie zbioru procedur i instrukcji działań korygujących oraz zdefiniowanie warunków brzegowych zastosowania. W zdecydowanej większości przypadków zarządzania procesem wytwórczym przedsiębiorstwa wykorzystywany jest, bowiem zarówno obszar wiedzy jawnej jak i ukrytej. Przewidywalność i zapobiegawczość w powstawaniu zaburzeń toku produkcji jak również reakcja na skutki zaistniałych już zdarzeń niepożądanych jest niejednokrotnie wiedzą ukrytą, będącą dobrem personalnym nielicznych pracowników. Trudności przysparza, zatem zarówno proces transformacji wiedzy ukrytej w formę jawną, jak również konieczność zdyscyplinowania pracowników poprzez narzucenie wymagań określonych sposób postępowania, który wymusza zachowanie ustalonego rytmu lub sekwencji wykonywania zadań.

15.2.4 Wytwarzanie

Wykonanie zaplanowanych działań wytwórczych umożliwia osiągnięcie zamierzonego wcześniej celu. Sprawność, z jaką organizacja dostosowuje się do sytuacji, zależy od tempa zmian, zakresu i liczby cykli decyzyjnych, a także od spójności opisu sytuacji i wielkości występujących odchyleń. Konfrontacja zastosowanych rozwiązań z osiągniętymi skutkami umożliwia ustalenie skuteczności działań korygujących, naprawczych czy zapobiegawczych.

Za skuteczne przygotowanie czynności korygujących 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:

- 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.

Realizacja funkcji planowania operacyjnego wspierana koordynacją działań w wymiarze planowania taktycznego stanowi w tym kontekście zakres przetwarzania danych i obejmuje pełen obszar zarządzania rezerwą intensywną zdolności produkcyjnych. Drugim, równie istotnym, celem przetwarzania zbiorów danych jest koordynacja działań analitycznych realizowana w trzech płaszczyznach: zmian w obszarze operacji technologicznych, modyfikacji całego procesu produkcyjnego oraz przekształceń organizacyjnych firmy. W zdecydowanej większości przedsiębiorstw wnioskowanie i podejmowanie działań adaptacyjnych w każdej z wymienionych płaszczyzn realizowanie jest wyłącznie przy udziale czynnika ludzkiego. Wspomaganie systemów informatycznych dotyczące obszaru zmian ogranicza się do przygotowania zestawień i aktualizacji danych systemowych.

Zróznicowane podejście w sposobie oceny rezerwy intensywnej i ekstensywnej, a w związku z tym różnorodność wdrażanych narzędzi informatycznych wspomagających zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi i sterowanie przepływem produkcji stanowi zagadnienie kluczowe w działaniach zwiększających elastyczność procesu wytwarzania oraz poprawiających jakość wyrobu. Do głównych czynników wpływających na jakość przyjętych rozwiązań należą:

- stopień parametryzacji opisu przepływu materiałowego
- kryteria optymalizacji procesu planowania,
- zakres integracji danych systemowych i kierunek transferu danych,
- dynamika zmian zachodzących w układzie sterowania i otoczeniu
- oraz kierunek procesu modernizacji i inwestycji przedsiębiorstwa.

Sposób odwzorowania działalności produkcyjnej w systemach informatycznych, zakres integracji danych systemowych oraz dynamika zmian zachodzących w układzie wytwórczym wyznaczają długość cyklu sterowania przepływem informacji, w ramach którego realizowane jest zadanie: pozyskiwania, przetwarzania i przekazywania danych. Im większa liczba cykli sterowania przepływem informacji zawarta w cyklu produkcyjnym tym większa jest elastyczność procesu wytwarzania. Automatyzacja przepływu informacji w układzie sterowania produkcją umożliwia zwiększenie stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych oraz zoptymalizowanie wielkości rezerw intensywnych i ekstensywnych przedsiębiorstwa. W zautomatyzowanym przepływie informacji konieczne

jest jednak zawężenie zakresu przetwarzania danych do zmian w systemie produkcyjnym mających charakter bezinwestycyjny. Z uwagi na strategię rozwoju działalności gospodarczej przedsiębiorstwa, zwiększenie zdolności produkcyjnych, wynikające z wykorzystania dodatkowych źródeł finansowych, powinno być realizowane wyłącznie poprzez decyzje operatora. Do działań inwestycyjnych zalicza się między innymi:

- podnoszenie zmianowości,
- modernizację procesu technologicznego,
- powiększenie potencjału produkcyjnego
- czy wymianę układów kooperacji.

PODSUMOWANIE

Zmiany zachodzące we współczesnym otoczeniu wymuszają na przedsiębiorstwach dokonywanie modyfikacji swoich zachowań. Przewaga konkurencyjna uzyskiwana jest nie tylko poprzez ciągłe ulepszenie posiadanych technologii, ale również poprzez reorganizację procesów biznesowych i adaptację organizacji do zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej. Zarządzanie przebiegiem prac wytwórczych jest szczególnie istotną umiejętnością dla efektywnego wykorzystywania dostępnych zasobów przedsiębiorstwa. 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 umożliwiającego wspomagającego czynności planistycznych.

PODZIĘKOWANIA

Artykuł jest wynikiem badań realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej, i powstał w ramach pracy statutowej BK-214/ROZ3/2017 (13/030/BK_17/0027) nt. Sposoby i środki doskonalenia produktów i usług na wybranych przykładach.

LITERATURA

1. E. Milewska. „Reorganizacja procesów biznesowych implikowana wdrożeniem systemów informatycznych wspomagających zarządzanie produkcją”, R. Knosala (red). *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2013, s. 470-478.
2. E. Milewska. „Wykorzystanie narzędzi informatycznych w procesie sterowania strumieniem przepływu materiałowego”. *Miesięcznik Naukowo-Techniczny Mechanik* nr 7, 2011, R. 84; CD s. 575-582.

3. E. Milewska. „Wykorzystanie wiedzy technologicznej w procesie sterowania przepływem produkcji”. R. Knosala (red). *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2014, s. 604-613.
4. E. Milewska. „Zintegrowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi”. *Systemy Wspomagania w Zarządzaniu Środowiskiem. Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, nr 40, 2011, s. 263-271.
5. K. Rouibah, K.R. Caskey. „Change management in concurrent engineering from a parameter perspective”. *Computers in Industry*, no. 50 (1), 2003, p. 15-34.
6. H. A. Simon. *Podejmowanie decyzji kierowniczych. Nowe nurty*. Warszawa: PWE, 1982.

ZDOLNOŚĆ ADAPTACYJNA PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH

Streszczenie: Przewaga konkurencyjna może być uzyskiwana poprzez adaptację organizacji do zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej i reorganizację procesów biznesowych. Zarządzanie przebiegiem prac wytwórczych jest szczególnie istotną umiejętnością dla efektywnego wykorzystywania dostępnych zasobów przedsiębiorstwa. Zwiększenie skuteczności koordynacji zadań operacyjnych oraz uzyskanie elastyczności procesu wytwórczego może być realizowane poprzez wdrożenie zintegrowanych systemów informatycznych wspomagających zarządzanie produkcją.

Słowa kluczowe: elastyczność, sterowanie, wytwarzanie, niepewność

ABILITY TO ADAPTATION OF MANUFACTURING COMPANIES

Abstract: Advantage over the competitors can be achieved by adapting the organization to changing business conditions and reorganizing business processes. Managing workflows is a particularly important skill for making efficient use of available enterprise resources. Enhancing the efficiency of coordination of operational tasks and gaining the flexibility of the manufacturing process can be realized through the implementation of integrated information systems supporting production management.

Key words: flexibility, control, manufacturing, uncertainty

Dr inż. Elżbieta MILEWSKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze
e-mail: Elzbieta.Milewska@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 16.07.2017
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 13.08.2017