

Planowanie, definiowanie i realizacja produkcji

dr inż. W. Żyłka, Wydział Matematyczno Przyrodniczy, Katedra Mechatroniki i Automatyki, Uniwersytet Rzeszowski

dr inż. M. Szumski, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Mechaniki Płynów i Aerodynamiki, Politechnika Rzeszowska

mgr inż. P. Szczerba, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki, Politechnika Rzeszowska

Planowanie produkcji, obejmuje zagadnienia związane z przepływem materiałów i wyrobów w przedsiębiorstwach związanych ze wszystkimi dziedzinami przemysłu. Cykle przepływu materiałów i wyrobów odbywają się podczas realizacji harmonogramu procesu produkcyjnego, a przepływ taki musi być kontrolowany i w miarę konieczności korygowany, czyli powinien być sterowany [11].

Proces planowania produkcji i sterowania jej przebiegiem staje się współcześnie niemożliwy do metodycznej realizacji bez wykorzystania informatycznych systemów wspomaganie. Do tego, aby efektywnie wykorzystać to wspomaganie, wymaga się rozwiązania wielu problemów informatycznych, które związane są zarówno z wysokowydajnym sprzętem (hardware) jak i z działaniem określonych systemów informatycznych i programów (software). Rozwiązywanie i analiza tych problemów to zadania dla dostawców systemów zarządzania i informatyków zatrudnionych w przedsiębiorstwie [3].

W celu zapewnienia optymalnej produkcji konieczne jest przeprowadzenie szeregu badań i obliczeń, które pozwolą uzyskać informację odnośnie tego, jaki będzie wymagany kapitał początkowy, jakie maszyny kupić i ilu ludzi zatrudnić, a także – po jakim czasie inwestycja się zamortyzuje. Badanie możliwości produkcyjnych pozwala na ograniczenie kosztów, a także zoptymalizowanie produkcji, co w konsekwencji przekłada się na ekonomikę funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Obecnie działające firmy, opierają swoje funkcjonowanie na wielu systemach i metodach wspomagających zarządzanie. Pomaga to w zwiększeniu wydajności produkcji i zmniejszeniu kosztów działania przedsiębiorstwa. Celem niniejszej opracowania jest usystematyzowana identyfikacja

metod zarządzania przedsiębiorstwem, wraz ze wskazaniem ich cech charakterystycznych. Zebrane informacje mogą być przydatne przy wyborze metody, która zapewni odpowiednią efektywność produkcji przy oczekiwanej jakości produktu finalnego danego przedsiębiorstwa.

Dokumentacja techniczna

Dokumentacja w przedsiębiorstwach przemysłowych stanowi element niezbędny. Każdy dokument trafiający do firmy lub przez nią generowany powinien zostać oceniony pod względem przydatności i przeznaczenia, odpowiednio zakwalifikowany i przechowywany. Zapanowanie nad dużą ilością dokumentacji zaczyna być problemem. Znaczącą pomocą w tym względzie stają się metody zarządzania dokumentami, które istnieją na rynku jako osobne produkty, ale także coraz częściej wbudowywane są jako integralna część całych systemów zarządzania. Umożliwiają one powiązanie dokumentu z konkretną sprawą, osobą, a nawet datą. Dokumentacja powinna być odpowiednio oceniana; ważny jest rodzaj dokumentu i projekt lub zadanie, którego dotyczy. Ocena dokumentu pod tym względem ma znaczenie w odpowiednim jego przechowywaniu. Pojawiające się w ostatnich latach rozwiązania z zakresu DMS (*Document Management System*) przynoszą znaczące korzyści w każdego typu przedsiębiorstwie, przede

wszystkim przez zwiększenie kontroli nad dokumentacją, lepszą jej organizację (dokumenty są przypisane do odpowiednich klientów, projektów, zadań, pracowników), oszczędność pracy i czasu pracowników oraz wysoki poziom bezpieczeństwa dokumentacji poprzez, np. kontrolę dostępu – najważniejsze dokumenty widoczne tylko dla osób upoważnionych (zarządu, księgowości, itp.) i zabezpieczone przed dostępem innych pracowników oraz osób z zewnątrz firmy. Metoda DMS umożliwia wersjonowanie plików z historią zmian, dostęp do dokumentów z każdego miejsca, dzięki np. aplikacjom mobilnym, oraz kontrolę procesu tworzenia, oceny oraz zatwierdzania dokumentów. Efektywne zarządzanie dokumentami w firmie nie tylko ułatwia czynności księgowo-administracyjne, ale również wspiera właściciela w podejmowaniu kluczowych decyzji, zarówno technicznych [7, 10], jak również ekonomicznych (biznesowych) [6].

Dokumentacja techniczna to zbiór dokumentów (planów, rysunków, obliczeń technicznych, kosztorysów, harmonogramów, opisów technicznych oraz technologicznych itp.) zawierających dane niezbędne do wyprodukowania określonego wyrobu lub wykonania określonych prac. Przechowywana jest w archiwach użytkowników, inwestorów, wykonawców inwestycji, w archiwach



instytucji, które w zakresie swoich kompetencji mają wydawanie zezwoleń budowlanych oraz archiwach jednostek projektowania. Dokumentacja techniczna służy do realizacji inwestycji, utrzymania obiektów w dobrym stanie technicznym, do produkcji określonych wyrobów, utrzymania w ruchu linii technologicznych, a także do zachowania sprawności pojedynczych urządzeń.

Podział dokumentacji technicznej wynika z jej charakteru i treści oraz z jej zakresu rzeczowego. Ten zakres określają takie czynniki jak: rodzaj projektowania technicznego oraz treść i technika wykonania dokumentacji technicznej.

Dokumentację techniczną można podzielić w różny sposób, np. [5]:

- z uwagi na jej zakres rzeczowy:
 - dokumentację inwestycyjną,
 - dokumentację konstrukcyjną,
 - dokumentację technologiczną,
 - dokumentację fabryczną,
 - dokumentację naukowo-techniczną,
 - dokumentację badawczo-rozwojową;
- ze względu na jej charakter i treść, m.in.:
 - prace studialne,
 - opracowania normatywne,
 - normy państwowe, resortowe i branżowe,
 - zmiany i poprawki do norm,
 - normatywy i techniczne wytyczne projektowania i wykonawstwa,
 - katalogi i albumy elementów lub detali znormalizowanych wchodzących do projektów obiektów,
 - techniczne biuletyny informacyjne,
 - informatory i foldery,
 - paszporty obiektów,
 - dokumentację eksportową, przeznaczoną dla inwestorów zagranicznych.

Odpowiednio opracowana dokumentacja techniczna znacząco przyczynia się do poprawy efektywności firm przemysłowych, pracy i bezpieczeństwa użytkownika poszczególnych maszyn. Celem dokumentacji technicznej jest dostarczanie informacji dotyczących projektu, produkcji, instalowania oraz działania wyrobu. Dokumentacja techniczna powinna zawierać wszystkie informacje wykazujące zgodność wyrobu z odpowiednimi wymaganiami wykorzystywanej dyrektywy. Wymagania dotyczące ogólnej treści przedstawiane są w każdej dyrektywie. Szczegóły związane z wykazaniem zgodności wyrobu z zasadniczymi wymaganiami odpowiedniej dyrektywy mogą być dodatkowo opisane w normach [14].

Nowoczesne metody sterowania produkcją

W obecnych czasach, informatyczne systemy wspomagające zarządzanie produkcją ewoluują w kierunku globalizacji rynku, dążąc przy tym do prywatyzacji, i co z tym wiąże się – poprawy konkurencyjności. Zmiany, które nastąpiły na przestrzeni ostatnich lat pozwoliły na objęcie wszystkich funkcji przedsiębiorstwa, zabezpieczając przy tym wszystkie potrzeby użytkowników. Kolejne etapy rozwoju nowoczesnych systemów sterowania produkcją przedstawiono na rys. 1.

Istotą funkcjonowania każdej jednostki produkcyjnej jest wytwarzanie i sprzedaż produktów, osiągając przy tym korzystny wynik finansowy. Aby przedsiębiorstwo mogło właściwie funkcjonować, niezbędne jest przygotowanie potrzeb materiałowych, stworzenie technologii oraz obliczenie kosztów funkcjonowania. Każda z tych czynności wymaga przygotowania wielu dokumentów. Z czasem, kiedy sprzęt informatyczny znajdował coraz powszechniejsze zastosowanie zaczęto odchodzić od tradycyjnych metod, dążąc przy tym do komputeryzacji produkcji. W wyniku tego współczesne przedsiębiorstwa wykorzystują liczne nowoczesne metody zarządzania, wśród których wyróżnić można m.in. opisane niżej metody: MRP, KANBAN, JIT i OPT.

Metoda MRP I

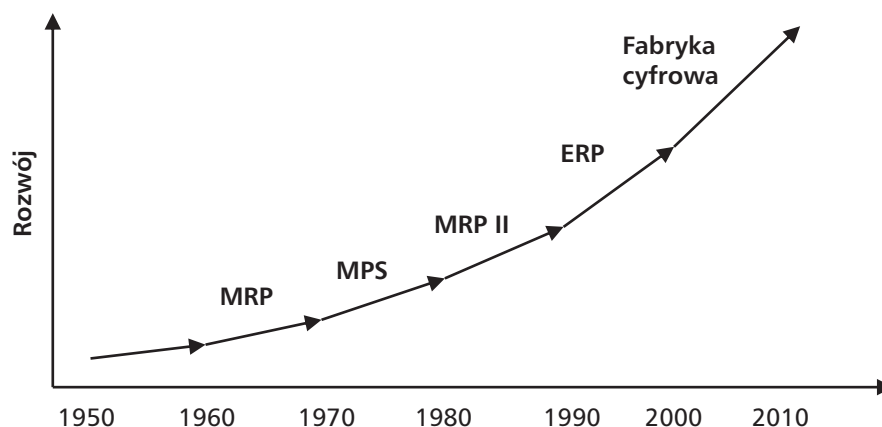
Akronimem MRP (*Material Requirements Planning*) określa się zbiór różnych technik, które można tłumaczyć jako planowanie zasobów materiałowych, planowanie i sterowanie przepływem produkcji lub też planowanie i sterowanie zasobami materiałowymi. Metody te są

znane już od kilkunastu lat, ale z uwagi na ręczne wpisywanie i analizę danych nie nadążały za produkcją [2].

Po wyeliminowaniu pracochłonnych obliczeń, możliwe stało się połączenie w całość takich zagadnień jak: określenie ilościowe zamówienia, przewidywanie, określanie terminów dostaw i liczności partii produkcyjnych, niezbędnych zapasów oraz czasu rozpoczęcia produkcji. Metoda MRP I dobrze prezentuje możliwości wspomagania obecnych przedsiębiorstw techniką komputerową. W MRP I łączone jest zestawienie materiałów produkcyjnych wraz ze sporządzonym harmonogramem produkcji. Metoda pozwala na sprawdzanie zapasów magazynowych i stwierdzenie, które surowce bądź części powinny być zamówione do zrealizowania produkcji; określa również czas w jakim powinny zostać zamówione. W metodzie MRP I zamówienia rozdzielane są tak, aby potrzebne materiały znalazły się w danym czasie na stanowiskach. Powoduje to zmniejszenie kosztów zakupu półfabrykatów, a dodatkowo ogranicza miejsce niezbędne do magazynowania. W metodzie MRP I harmonogramy produkcyjne są na bieżąco kontrolowane i aktualizowane. Weryfikowane są także stany magazynowe, sprawdzane zamówienia klientów oraz przewidywany popyt na wyroby powszechnego użytku. Oprócz generowania zamówień na materiały, zlecane jest także pożądanie uzupełnianie maszyn technologicznych i zatrudnianie załogi [2].

Metoda MRP II

Model podstawowy metody planowania MRP obejmuje tylko tę część sterowania przedsiębiorstwem, która dotyczy prze-



Rys. 1. Etapy rozwoju systemów informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem [2]

plywu materiałów. W rzeczywistości więc, nie zostają uwzględnione implikacje w stosunku do możliwości produkcyjnych. Rozszerzenie metody MRP I o kilka dodatkowych czynników doprowadziło do powstania bardziej zaawansowanej metody – MRP II, która zawiera planowanie zapotrzebowania na zasoby wytwórcze. Metoda ta, analizując harmonogram rocznej produkcji, pozwala na weryfikowanie jego konsekwencji odnośnie różnych zasobów na poziomie zagregowanym (oddziałów, sekcji lub też wydziałów). Po osiągnięciu satysfakcjonującego rocznego harmonogramu produkcji, można rozpocząć weryfikację zapotrzebowania na materiały oraz inne czynniki produkcji. Dodatkowo istnieje możliwość stworzenia rezerw, które będą wynikać z ogólnego planu działania firmy (w szerszej skali czasu), a także uwzględniać je w tworzeniu programów produkcji, dając poprzez to możliwość powiązania planów produkcyjnych ze strategią marketingową [8].

Dodatkową możliwością metody MRP II, oprócz tworzenia szczegółowych planów potrzeb materiałowych, jest generowanie szczegółowych planów zdolności produkcyjnych. Odbywać się to może dzięki temu, iż zbierane są w niej informacje o marszrucie wykonywanych zadań. Po wprowadzeniu tych danych uzyskuje się możliwość operatywnego sterowania zapotrzebowaniem na materiały i produkcją. Istnieje również możliwość kontroli i monitorowania efektów produkcyjnych, uwzględniając przy tym różne aspekty zagadnienia, w tym finansowe. Jednym z istotniejszych atrybutów metody jest sprzężenie zwrotne informacji związanych z produkcją i zakupami [8]. Planowanie w metodzie MRP II jest typem planowania sukcesywnego w odniesieniu do materiału. W tej metodzie struktura planowania została oparta o sekwencję czynności kontrolnych i planistycznych, które następują kolejno po sobie [3].

Metoda ERP (MRP III)

W celu zrozumienia funkcjonowania metody ERP (*Enterprise Resource Planning*) należy określić, czym w rzeczywistości ona jest, a więc jest ona [9]:

- złożonym systemem wspomagającym podejmowanie decyzji i zarządzanie,
- narzędziem pomiarowym oceny aksjologicznej zarządzania,
- zintegrowanym systemem zarządzania,

- modelem funkcjonalności organizacji,
- formalną reprezentacją łańcucha wartości organizacji,
- systemem porządkującym procesy biznesowe organizacji.

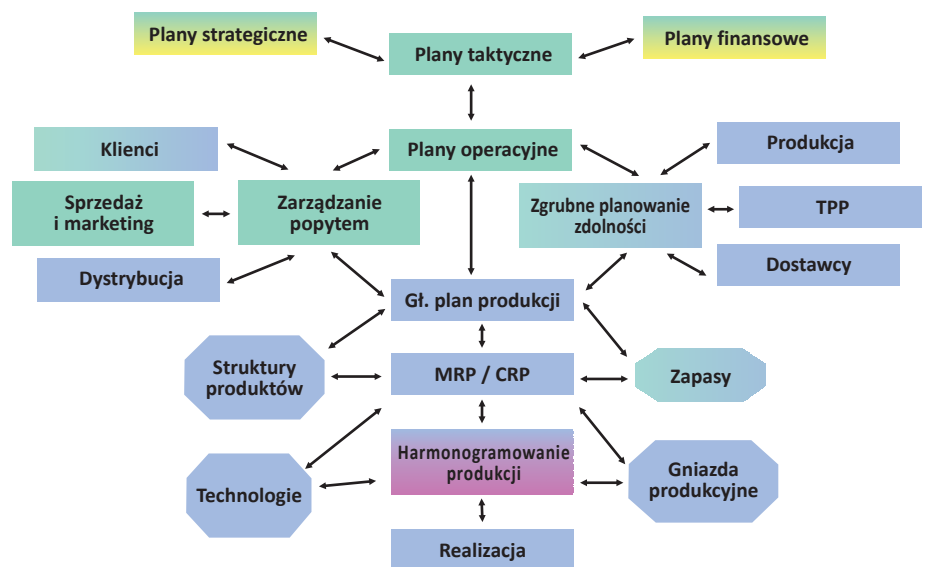
Metoda ERP dotyczy kilku różnych aspektów rzeczywistości społeczno-ekonomicznej. Stwarza również możliwości prowadzenia ewidencji i analizy danych. W poprzednich latach, termin planowania odnosił się głównie do kontroli i ustalania zapasów produkcji oraz materiałów. Obecne planowanie dotyczy znacznie szerszego zakresu określania przyszłych wyników, co może odbywać się przy zastosowaniu wysokowydajnych, pomocniczych aplikacji. Metoda ERP stała się kompleksowym narzędziem, pomagającym w zarządzaniu przedsiębiorstwem, realizując przy tym założone cele poprzez kontrolę, analizę, planowanie i korekty swych działalności. W metodzie, oprócz księgowości obsługiwana jest również rachunkowość zarządczą, która stanowi podstawę elementu controllingu. Schemat struktury metody ERP przedstawiono na rys. 2.

Dostęp do informacji w metodzie ERP zależy od stanowiska i roli osoby za-

nowe. Przypisanie pracownika do poszczególnych zadań przekłada się na zakres dostępnych obszarów w aplikacji [13].

Metoda KANBAN

Metoda KANBAN ma za zadanie ściśle kontrolować zapasy. Często w przemyśle wytwórczym, wykorzystanie zdolności produkcyjnych uważana jest za jeden z nadrzędnych celów. Uważa się przy tym, iż maszyny i robotnicy, powinni mieć zajęcie bez względu na koszty, nie biorąc pod uwagę wydatków, które związane są z utrzymaniem magazynów. Metoda KANBAN nie akceptuje takiego ujęcia zagadnienia, a jej działanie oparte jest na zasadzie wstrzymania produkcji składników wyrobów, jeżeli nie ma na nie zapotrzebowania, nawet jeżeli miałyby to oznaczać zaprzestanie pracy robotnika, bądź też zajęciem się przez niego innymi czynnościami, np. sprzątnięciem maszyny. Istotną zaletą stosowania tej metody jest możliwość zidentyfikowania wąskiego gardła procesu. Dzięki przestojom, operatorzy i kierownicy mają czas, aby zająć się eliminacją takich problemów. Pociąga to za sobą krytyczne badania, analizy czasów przezbrojeń



Rys. 2. Uproszczony schemat ERP [12]

trudnionej w organizacji. Przykładowo, specjalista do spraw zamówień ma możliwość modyfikacji i przeglądania ofert sprzedaży, nie ma jednak uprawnień do przetwarzania faktur sprzedaży. System pozwala na zdefiniowanie wielu różnych funkcji, takich jak, np.: magazynier, mistrz, księgowy, itd. Każdą funkcję można odpowiednio modyfikować, a także tworzyć

oraz wszechstronne szkolenia, które w przyszłości mają zapobiegać powstawaniem wąskich gardeł. Takie ujęcie kształtuje filozofię związaną z wymuszeniem rozwiązywania problemów [8].

Efekty zastosowania metody KANBAN można zaobserwować w systemie produkcji firmy TOYOTA. Celem przewod-

ECOCOOL CHŁODZIWA OBRÓBCZE OPTYMALNE DLA PRECYZYJNEGO WYKONANIA

TRWAŁE I BEZPIECZNE W ZASTOSOWANIU:

Jesteśmy specjalistami w dziedzinie środków smarnych do obróbki metali. Nasze wodorocieńczalne chłodziwa wyróżniają się dzięki następującym właściwościom:

- nie zawierają azotanów i azotynów,
- są wolne od chloru, cynku i innych metali ciężkich,
- nie zawierają amin, które łatwo wchodzi w reakcję nitrozowania,
- są przyjazne dla człowieka,
- oferowane także w wersji bez boru i biocydów.

CHŁODZIWA ECOCOOL GWARANTUJĄ:

- optymalne działanie chłodzące i myjące,
- znakomite właściwości smarujące,
- efektywną ochronę narzędzi skrawających przed zużyciem,
- znaczną odporność na mikroorganizmy,
- skuteczną ochronę przed korozją,
- uniwersalność stosowania.

LUBRICANTS.
TECHNOLOGY.
PEOPLE.



nim takiego systemu jest eliminacja strat, do których zalicza się straty spowodowane [11]:

- transportem (międzystanowiskowym i międzywydziałowym),
- przestojami,
- nadprodukcją,
- występowaniem braków,
- wykonywaniem niepotrzebnych czynności oraz zbędnym przemieszczaniem się pracowników,
- magazynowaniem.

Problem likwidacji zapasów wyrobów gotowych rozwiązany został przy założeniu, że zakup danego samochodu oznaczał, iż spełnił on wymagania klienta. Wynikało stąd duże prawdopodobieństwo, iż po pewnym czasie pojawi się kolejne zamówienie. Takie ujęcie dało możliwość planowania ilościowego i asortymentowego produkcji na podstawie faktycznie realizowanych sprzedaży, a nie jedynie na podstawie prognoz. Po wyprodukowaniu określonej liczby wyrobów, produkcja zostaje wstrzymana [11].

Powyższe ujęcie powoduje, że produkowanych jest tylko tyle elementów w jednej fazie technologicznej, ile wymaga faza następną. Ilość wyprodukowanych elementów określona jest poprzez ilość wyrobów końcowych. Istnieje ustalona zasada, która określa licznosc partii produkcyjnej, jest to metoda „partia na partię” Duża liczba przezbrojeń, która jest z tym związana, wyeliminowana została dzięki zastosowaniu elastycznych systemów produkcyjnych (FMS) [11].

Metoda JIT

Metoda JIT (*Just-in-Time*) dotyczy sterowania zapasami, w której dostawcy zorganizowani są w taki sposób, aby często dostarczać materiał wejściowy. Można ją przedstawić również jako sterowanie i planowanie przy wykorzystaniu kart, jako podstawy do rozpoczęcia produkcji małych serii składników (części) wyrobów dla różnych faz produkcji. Celem przewodnim JIT jest zaspokojenie wymogów klienta w chwili powstania potrzeby, bez niepotrzebnego zużycia materiałów, bez odpadów, bez zbędnych zasobów ludzkich i fizycznych. Konceptje JIT i TQM (*Total Quality Management*) mają wiele wspólnego dlatego też ważną kwestią w przedsiębiorstwie jest wdrożenie jednej z tych dwóch koncepcji [4].

Metoda OPT

Metoda OPT (*Optimize Production Technology*) jest jedną z nowszych technik sterowania produkcją, w wolnym tłumaczeniu „technika optymalnej produkcji”. Metoda ta została opatentowana i wprowadzona do praktyki w roku 1990. Zawiera ona w sobie cechy takich metod jak MRP I, MRP II i JIT [2].

Założenia metody OPT w pewnym sensie ukazują jej podobieństwo do koncepcji stosowania KANBAN-ów w metodzie JIT. Zasadniczą różnicą jest jednak wykorzystanie odpowiedniego oprogramowania komputerowego do OPT, a z kolei JIT jest metodą ręczną. Metoda OPT w głównej mierze opiera się na koncentrowaniu uwagi na wąskich gardłach procesu produkcyjnego. Podobne do metod MRP I/MPR II są dane wejściowe. Na podstawie danych o marszrutach technologicznych, prognozach sprzedaży i specyfikacji materiałowych metoda pozwala kreować sieć zasobów oraz informacje na temat stanowisk roboczych (wymagani robotnicy i maszyny). W celu osiągnięcia maksymalnej dokładności danych wejściowych w metodzie generowane jest wykonanie serii złożonych obliczeń [8].

Podsumowanie

Projektowanie linii produkcyjnej i związane z tym wykonane obliczenia, pozwalają na określenie oczekiwanych dochodów oraz potencjalnych kosztów związanych z uruchomieniem przedsiębiorstwa. Dzięki tego typu działaniom, właściciele firm są w stanie przygotować się finansowo na rozwój, a znając przybliżoną cenę końcową mają możliwość przeprowadzenia badań rynku i określić liczbę potencjalnych klientów jeszcze przed przystąpieniem do inwestycji.

Obecnie, większość średnich i większych firm zatrudnia osoby zajmujące się wykonywaniem obliczeń projektowych. Wspieraniem dla tych osób są współczesne systemy i metody zarządzania, które umożliwiają szybko i precyzyjnie obliczyć końcową cenę wyrobu finalnego. Działają one w oparciu o procedury opisane w niniejszej pracy. Użytkownik takiego oprogramowania musi jedynie wprowadzić dane dotyczące cen wejściowych, a następnie uzupełnić czasy poszczególnych stanowisk roboczych. Zwiększa to szybkość pracy i minimalizuje ryzyko popełnienia błędu. Przy tak dużej ilości informacji i rutynie codzien-

nej pracy człowiek narażony jest bowiem na drobne pomyłki, które w konsekwencji mogą przyczynić się do większych problemów całej firmy. Program zarządzający uwzględni aktualne zmiany każdej z wartości wejściowych, np. zatrudnienie nowych pracowników, zmianę wynagrodzenia obecnie zatrudnionych, czy też kurs walut, jeżeli towar eksportowany jest poza granicę kraju. Działania takie umożliwiają odpowiednie wcześniejsze reagowanie.

Literatura

1. Balwierz P., Chomuszek M., Auksztol J.: SAP. Zrozumieć system ERP. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
2. Durlik I.: Inżynieria zarządzania cz. I. Wydawnictwo PLACET, Gdańsk 1993.
3. Fertsch M.: Metoda planowania zapotrzebowania materiałowego w planowaniu produkcji i sterowaniu jej przebiegiem. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2013.
4. Gospodarek T.: Systemy ERP. Modelowanie, projektowanie, wdrażanie. Wydawnictwo HELION, Gliwice 2015.
5. <http://archiwista24.wordpress.com/2014/07/18/definicja-dokumunetacji-technicznej>
6. <http://mojafirma.infor.pl/mala-firma/abc-malej-firmy/748086,Dokumenty-w-firmie-jak-nimi-zaradzac.html>
7. Krzos J.: Analiza statystyczna wyników eksperymentu technologicznego. Obróbka Metalu nr 1/2013.
8. Muhlemann A.P., Oakland J.S., Lockyer K.G.: Zarządzanie. Produkcja i usługi. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2001.
9. Przemysław L.: Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2003.
10. Styp-Rekowski M., Matuszewski M., Oborski I.L.: Obrabiarki modułowe – jeden z czynników determinujących efektywność procesu wytwórczego. Obróbka Metalu nr 2/2013.
11. Wróblewski K.L.: Podstawy sterowania przepływem produkcji. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.
12. www.energoelektronika.pl
13. www.microsoftdynamicserp.pl
14. www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artukul/article/dokumentacja-techniczna-maszyn/