

ROZDZIAŁ 12

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE ZARZĄDZANIA

Stanisław Grochmal

1. Systemy informatyczne w zarządzaniu przedsiębiorstwem

Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie (SIWZ) stanowią narzędzie wykorzystywane w różnym stopniu, jednak w zdecydowanej większości przedsiębiorstw. Zróżnicowany stopień stosowania tych systemów w procesach zarządzania wynika z wielu czynników, do których przede wszystkim należy zaliczyć: wielkość przedsiębiorstwa i tym samym złożoność procesów zarządzania, świadomość konieczności stosowania nowoczesnych narzędzi wspomagających zarządzanie, dostępność (merytoryczna, ekonomiczna, techniczna) istniejących systemów informatycznych oraz kapitał ludzki przedsiębiorstwa. Wprowadzenie (także modernizacja) systemów informatycznych w zarządzaniu przedsiębiorstwem często wymaga bardzo istotnych zmian organizacyjnych i osobowych, znaczących nakładów finansowych, opanowania wiedzy i umiejętności wykorzystywania tych systemów, a także zmian mentalnych zarówno wśród zarządu, jak i pracowników przedsiębiorstwa.

Aby zrozumieć rolę i znaczenie SIWZ w przedsiębiorstwie, należy właściwie zinterpretować poszczególne komponenty ich nazwy. System oznacza zespół elementów wzajemnie powiązanych i realizujących – jako logicznie uporządkowana całość – określoną funkcję, nie odnosi się zatem do pojedynczych komputerów użytkowanych w przedsiębiorstwie, niezależnie od ich liczby i funkcji.

Opisując systemy informatyczne w zarządzaniu, należy zróżnicować je w stosunku do systemów informacyjnych. Te ostatnie są wykorzystywane w każdym

przedsiębiorstwie, także w każdej działalności człowieka, odnoszą się bowiem do procesów gromadzenia, przechowywania, przekazywania, przetwarzania, udostępniania i wykorzystywania informacji, nie określając stosowanych w tych operacjach metod, narzędzi i technik. Natomiast systemy informatyczne odnoszą się do tych samych procesów, jeżeli są one realizowane za pomocą technicznych środków informatyki: komputerów, często połączonych w sieci komputerowe, z wykorzystaniem szeroko rozumianych urządzeń współczesnej techniki cyfrowej.

Wspomagająca rola systemów informatycznych w zarządzaniu oznacza, że pełnią one funkcję pomocniczą, bowiem ostateczną decyzję w procesie zarządzania podejmuje zawsze człowiek, a nie system komputerowy. Dotyczy to szczególnie takich sytuacji, gdy system informatyczny wyznacza różne warianty decyzji, pozostawiając wybór menedżerowi.

W każdym modelu działania przedsiębiorstwa produkcyjnego czy usługowego wyróżnia się dwa podsystemy: wykonawczy (produkcyjno-usługowy) oraz zarządzania. Pierwszy, zwany systemem materiałowo-energetycznym, można określić jako podsystem, który charakteryzuje przetwarzanie materiałów, surowców i energii na gotowe produkty (inne materiały lub inny rodzaj energii). W drugim podsystemie, informacyjno-decyzyjnym, realizowane jest przetwarzanie danych na postać bardziej zorganizowaną, jakimi są informacje. W procesach produkcyjno-usługowych dominujące znaczenie ma podsystem materiałowo-energetyczny a podsystem informacyjno-decyzyjny pełni rolę pomocniczą, chociaż bardzo istotną (zarządzanie). Warto zastanowić się, który podsystem ma dominujące znaczenie w życiu człowieka: materiałowo-energetyczny czy informacyjno-decyzyjny.

Opracowanie założeń, zaprojektowanie, wykonanie oraz wdrożenie i użytkowanie SIWZ wymaga współpracy wielu specjalistów: od naukowców z dziedziny systemów informatycznych, rozwiązujących konkretne problemy inżynierów informatyków, specjalistów z zakresu zarządzania strategicznego czy podejmowania decyzji, aż po praktyków posiadających umiejętności konfiguracji systemów na etapie wdrażania.

Sukces w projektowaniu i użytkowaniu SIWZ jest uwarunkowany systemowym sposobem myślenia, rozumianym jako holistyczne¹ podejście do formułowania i rozwiązywania problemów zarządzania. Podejmowane decyzje win-

¹ holistyczny (od gr. *holos* – całość) oznacza całościowy, globalny, uwzględniający wszystkie aspekty, zjawiska danego procesu (obiektu).

ny być wynikiem kompleksowego analizowania zjawisk i procesów pod kątem wpływu na cel główny, jaki sformułowano dla systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie.

2. Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie (SIWZ)

2.1. Cele i struktura SIWZ

Zasadniczym celem SIWZ jest ułatwienie (a często umożliwienie) gromadzenia danych i wstępnej ich analizy, oraz przetwarzania, przekazywania i monitorowania informacji w celu wykorzystania ich w procesach decyzyjnych w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Pozyskiwanie i przetwarzanie informacji służy zaspokajaniu potrzeb informacyjnych, co można realizować w celach czysto poznawczych, zwykle dla uzyskania i/lub powiększenia posiadanej wiedzy; w SIWZ cele są bardziej pragmatyczne: posiadanie informacji wspomaga podejmowanie decyzji w procesach zarządczych.

Zastosowanie SIWZ pozwala także na bardziej skuteczną organizację pracy w przedsiębiorstwie, zastąpienie lub ograniczenie udziału czynnika ludzkiego w pracochłonnych i nużących czynnościach, umożliwienie dostępu do zasobów wiedzy i doświadczenia ekspertów, ułatwienie monitorowania tak całego procesu zarządzania, jak i jego poszczególnych etapów. Dobrze zaprojektowane i wdrożone SIWZ prowadzą także do wzrostu efektywności zarządzania, usprawnienia relacji z interesariuszami wewnętrznymi i zewnętrznymi (klientami, dostawcami), poprawy logistyki, większej efektywności w projektowaniu przedsięwzięć, a w efekcie do uzyskiwania lepszych wyników finansowych.

W SIWZ można wyróżnić następujące struktury:

- funkcjonalna: podsystemy i moduły, określające cele i funkcje systemu,
- informacyjna: zbiory danych i algorytmy ich przetwarzania,
- organizacyjna: rozmieszczenie poszczególnych podsystemów i modułów,
- techniczna: bazy danych, środki techniczne i oprogramowanie systemowe.

Każda z wymienionych powyżej struktur jest charakteryzowana przez funkcje, jakie spełnia w całym systemie. Natomiast pod względem składników tworzących SIWZ można wyróżnić następujące elementy:

- sprzęt komputerowy,
- oprogramowanie systemowe i użytkowe,
- dane oraz informacje zebrane w bazach danych,

- urządzenia i narzędzia komunikacji (technologie informatyczne, infrastruktura sieciowa),
- użytkownicy (indywidualni oraz organizacja jako całość),
- procedury realizujące gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie informacji.

2.2. Funkcje systemów informatycznych w zarządzaniu

Podstawowe funkcje SIWZ – jak wszystkich systemów informatycznych – sprowadzają się do dostarczania właściwych informacji we właściwym czasie do wszystkich poziomów zarządzania poprzez pozyskiwanie, przechowywanie i przetwarzanie danych, oraz transmisję, wizualizację i udostępnianie uzyskanych informacji dla upoważnionych użytkowników. Na etapie pozyskiwania danych możliwa jest wstępna ich selekcja pozwalająca na wybranie danych istotnych dla dalszych procesów zarządczych a następnie ich przechowywanie w bazach danych do późniejszego wykorzystania. Przetwarzanie danych obejmuje zarówno wstępną ich obróbkę (eliminacja ewidentnych błędów, uśrednianie, wyznaczanie trendów), jak i zasadnicze operacje matematyczno-logiczne zgodnie z przyjętymi algorytmami.

Funkcje SIWZ ukierunkowane są na podstawowy cel tych systemów – wspomaganie podejmowania decyzji i działań zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa (organizacji), jak i w stosunku do podmiotów działających w jego otoczeniu.

2.3. Charakterystyka i rozwój SIWZ

Systemy informatyczne mogą być wykorzystywane we wspomaganiu procesów zarządzania w przedsiębiorstwie na różnych poziomach i w różnym stopniu złożoności i funkcjonalności, zależnie od zastosowanej infrastruktury organizacyjnej i przyjętej technologii informatycznej².

W przypadku najprostszej, niezależnej struktury informatyczno-organizacyjnej systemy komputerowe mają ograniczony, mało istotny wpływ na strategię zarządzania, służą jedynie do wspomagania bieżących działań operacyjnych.

Jeżeli infrastruktura i rozwój systemów informatycznych stanowi pochodną rozwoju działalności przedsiębiorstwa, możemy mówić o tzw. reaktywnym modelu zastosowań SIWZ.

² Adamczewski P., *Zintegrowane systemy informatyczne w praktyce*, Mikom, Warszawa 2004.

Jeżeli natomiast projektowanie i użytkowanie systemów informatycznych jest powiązane z długofalowym i kompleksowym planem strategicznym zarządzania przedsiębiorstwem (a nie jest tylko reakcją na taki plan), to mówimy o zintegrowanym systemie informatycznym wspomagającym zarządzanie (ZSIWZ).

Na każdym z poziomów zarządzania (operacyjnym, taktycznym, strategicznym) potrzebne są inne informacje, różniące się zakresem szczegółowości, miejscem ich powstawania czy stopniem aktualności. W rozwoju SIWZ wspomaganie zarządzania ewoluowało począwszy od najniższego poziomu działań operacyjnych aż do wsparcia na poziomie strategicznym w postaci ZSIWZ. Kryterium zróżnicowanego poziomu wsparcia działań zarządczych przez systemy informatyczne pozwala na dokonanie następującej ich klasyfikacji³:

- systemy ewidencyjno-transakcyjne (*Transaction Processing Systems*),
- systemy automatyzacji prac biurowych (*Office Automation Systems*),
- systemy wspomagania decyzji (*Decision Support Systems*),
- systemy informowania kierownictwa (*Executive Information Systems*),
- systemy ekspertowe (*Expert Systems*),
- systemy sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence Systems*),
- systemy analityki biznesowej (*Business Intelligence*).

Historycznie najwcześniejsze systemy ewidencyjno-transakcyjne (SET) służą do ewidencjonowania bieżących zdarzeń gospodarczych oraz obsługi transakcji (np. fakturowanie, księgowanie itp.). Realizują proste procedury zbierania i przetwarzania dużej liczby danych, opracowywania raportów i sprawozdań w celu dostarczania informacji niezbędnych do podejmowania decyzji na poziomie zarządzania operacyjnego.

Rozwój systemów ewidencyjno-transakcyjnych datuje się od lat 60. XX w., kiedy to komputery zaczęto wykorzystywać do gromadzenia i przetwarzania danych, zastępując czasochłonne i powtarzające się ręczne przetwarzanie danych. Te pierwsze zastosowania systemów komputerowych w zarządzaniu dotyczyły rejestrowania transakcji i zdarzeń na poziomie operatywnym oraz ewidencji księgowej.

SET realizowane są najczęściej na niezależnie pracujących komputerach lub połączonych w sieć, natomiast w systemach zintegrowanych stanowią najniż-

³ Adamczewski P., op. cit., s. 15. Wrycza S., *Informatyka ekonomiczna. Podręcznik akademicki*, PWN, Warszawa 2010, s. 78.

szy poziom akwizycji danych, będących danymi wejściowymi dla podsystemów wyższej klasy.

Zasadnicze zadania SET to generowanie, rejestracja i ewidencjonowanie dokumentów wewnętrznych (np. zestawień stanów magazynowych, faktur sprzedaży) oraz otrzymywanych z zewnątrz (np. faktur zakupu), proste obliczenia związane z dostarczeniem sumarycznych informacji o zaistniałych zdarzeniach i transakcjach (rozliczenia magazynowe, obliczanie podatku na fakturach) a także generowanie standardowych zestawień, raportów i sprawozdań.

SET realizowane były najpierw w wersji tzw. przetwarzania wsadowego (lata 50.-60. XX w.), charakteryzującego się m.in. jednokrotnym przetwarzaniem zgromadzonych danych (kolejne wymagało powtórnego przygotowania danych). Wraz z rozwojem systemów zarządzania bazami danych możliwe stało się przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym.

W SET każda transakcja jest bezpośrednio po wprowadzeniu rejestrowana i po przetworzeniu danych rezultat uaktualnia bazę danych. Przykłady takich zastosowań to rezerwacje biletów lotniczych, zakupy w sklepach internetowych, operacje w systemach bankowych. Każda transakcja będąca ciągiem operacji nie może być zarejestrowana tylko częściowo, a dopiero po jej całkowitej realizacji, gdy zweryfikowana została spójność bazy danych.

2.4. Systemy automatyzacji biura (SAB)

SAB są systemami o charakterze pomocniczym na każdym poziomie struktury organizacyjnej, umożliwiając realizację prac z wykorzystaniem sprzętu elektronicznego (komputerów), zamiast wykonywania ich w sposób manualny. Służą do generowania i przesyłania szeroko rozumianej korespondencji (dokumenty, sprawozdania, oferty, zestawienia i analizy, także w postaci graficznej), łączą ze sobą różne programy usprawniające prace administracyjne i biurowe w celu zwiększenie efektywności przekazywania informacji. Przykładami zastosowań technik informatycznych w pracach administracyjno-biurowych są edytory tekstu, arkusze kalkulacyjne, proste bazy danych, programy do publikacji (prezentacja slajdów, składanie tekstów), systemy automatycznego kreowania połączeń telekomunikacyjnych (rozmowy, telekonferencje, wymiana dokumentów), poczta elektroniczna, przetwarzanie obrazów (generowanie i przesyłanie grafiki, skanowanie obrazów i dokumentów), systemy multimedialne w pracy biurowej. Ponadto do SAB należy zaliczyć systemy (programy) wspomagające administrowanie

wanie biurem: elektroniczne kalendarze, harmonogramowanie zadań, kontrola ich wykonywania.

SAB, wykorzystując technikę cyfrową wymiany informacji, pozwalają na uwiarygodnienie generowanych i przesyłanych dokumentów (np. elektroniczny podpis) oraz zwiększenie szybkości korespondencji biznesowej. Ponadto umożliwiają elektroniczny transfer środków pieniężnych oraz automatyzację pewnych czynności księgowych (np. stałe zlecenia, półautomatyczne księgowanie).

2.5. Systemy wspomagania decyzji (SWD)⁴

SWD są zwykle systemami interaktywnymi, umożliwiającymi osobom podejmującym decyzję uzyskanie pomocy w dokonaniu analizy pozyskanych informacji pod kątem znalezienia optymalnych, w sensie przyjętego kryterium, rozwiązań i podjęcie decyzji, najczęściej na poziomie strategicznym lub taktycznym. Korzystając z tych systemów użytkownik może zarządzać bazami danych oraz korzystać z zasobów zewnętrznych (Internet), dokonywać analizy danych w oparciu o modele matematyczne procesów (prognostyczne, symulacyjne, statystyczne) za pomocą odpowiedniego interfejsu, a także uzyskiwać prezentację wyników, najczęściej w postaci graficznej. Dzięki tym systemom użytkownik otrzymuje wsparcie dla rozpoznania i zrozumienia problemów, tworzenia projektów rozwiązań, oceny ich wariantów i wyboru wariantu optymalnego.

W SWD wykorzystuje się mechanizmy uczenia się i adaptacji, korzysta się z bazy wiedzy w oparciu o reguły wnioskowania, a także stosuje się elementy intuicyjne w poszukiwaniu optymalnych rozwiązań.

Ważnym elementem SWD jest interfejs umożliwiający dialog użytkownika z systemem. Taki interfejs winien być prosty w użyciu, intuicyjny, zrozumiały w języku biznesu (a nie informatycznym), umożliwiając łatwe wprowadzanie danych i parametrów. Interfejs dialogowy winien także realizować wizualizację wyników w sposób przejrzysty, zrozumiały i łatwy do interpretacji przez użytkownika.

⁴ Systemy wspomagania decyzji (SWD) wraz z systemami informowania kierownictwa (SIK) należą do klasy systemów informacyjno-decyzyjnych (SID) (*Management Information Systems*). W zasadzie wszystkie kolejno opisywane systemy (SWD, SIK, SE, SSI) można by nazwać systemami informacyjno-decyzyjnymi (takie jest bowiem ich główne zadanie). Opisywane tutaj SID (SWD i SIK) odnoszą się do historycznie pierwszych (lata 80. XX w.) SIWZ, które dostarczały odpowiednio przetworzonych i przygotowanych informacji oraz umożliwiały dokonanie pewnych analiz ułatwiających podejmowanie decyzji.

Stosowanie systemów wspomagających podejmowanie decyzji ma szczególne znaczenie w przypadku zagadnień wielokryterialnych, gdy oprócz kryteriów ekonomicznych czy technicznych należy uwzględnić także inne kryteria, np. ekologiczne lub społeczne.

Przykładowe zastosowania SWD najczęściej dotyczą zagadnień z zakresu planowania działalności gospodarczej, zaopatrzenia, sprzedaży wyrobów, a także całokształtu gospodarki finansowej.

2.6. Systemy informowania kierownictwa (SIK)

SIK dostarczają aktualne i użyteczne informacje z niższych poziomów w celu ułatwienia podejmowania decyzji strategicznych na najwyższych szczeblach kierowniczych. Pozyskiwane informacje powinny umożliwiać łatwą ich interpretację i/lub powinny przedstawiać wyniki przeprowadzonych analiz danych w różnych układach sprawozdawczych. Rezultatem działania SIK są raporty: okresowe (cykliczne), na żądanie, o sytuacjach wyjątkowych (alarmy) a także prognostyczne.

Przedmiotem zainteresowania SIK są na ogół analizy określonych procesów zachodzących w przedsiębiorstwie oraz w jego otoczeniu. Najczęściej dotyczą one informacji o wynikach osiąganych przez poszczególne jednostki przedsiębiorstwa, ale także dotyczących firm partnerskich (kooperujących), konkurencyjnych, banków czy giełd.

W SIK istotnym problemem jest m.in. wyselekcjonowanie z dużych zbiorów danych informacji, które w istotny sposób mogą wpływać na podejmowane decyzje. Dotyczy to np. przypadku, gdy w systemie występuje nadmiar informacji (redundancja). Stosuje się wówczas tzw. analizę wrażliwości (badanie wpływu zmiennych wejściowych lub parametrów na wartości zmiennych zależnych), a także metody analizy syntetycznej, ujmującej badane zagadnienia w postaci ogólnej, bez zbędnych analiz szczegółowych. SIK powinny dostarczać kluczowych syntetycznych wskaźników dotyczących działalności operacyjnej i finansowej.

SIK charakteryzuje (podobnie jak SWD) zaawansowana technika prezentacji graficznej w postaci wykresów (liniowych, słupkowych, obszarowych, kołowych, itd.), diagramów, analizy trendów, analizy korelacyjnej (związki pomiędzy zbiórami danych).

2.7. Systemy ekspertowe (SE)

Celem stosowania systemów ekspertowych (SE) w zarządzaniu jest umożliwienie uzyskania odpowiedzi na sformułowane zapytania w oparciu o wiedzę i doświadczenie ekspertów z danej dziedziny. Wiedza ta jest odpowiednio zebrana w tzw. bazach wiedzy i dostępna dzięki odpowiednim mechanizmom naśladującym rozumowanie eksperta. W SE użytkownik prowadzi interakcyjny dialog z systemem, uzyskując sugestie i propozycje, niekiedy z uzasadniającym je opisem „sposobu rozumowania” systemu.

Baza wiedzy jest to zbiór definicji, pojęć, faktów i relacji pomiędzy nimi oraz reguł wnioskowania. Oprócz reguł wnioskowania typu algorytmicznego, wynikającego z zasad logiki zdarzeń i ich implikacji, w systemach ekspertowych często korzysta się z programów opartych o tzw. reguły heurystyczne⁵, odzwierciedlające wiedzę ekspertów. Właściwe wykorzystywanie bazy wiedzy sprowadza się do wyboru odpowiedniej metody reprezentacji wiedzy, weryfikacji bazy wiedzy oraz mechanizmów wnioskowania.

SE służą nie tylko do weryfikacji koncepcji strategicznych czy planowania, ale także pomagają w podejmowaniu bieżących decyzji w oparciu o bazy wiedzy. Stosuje się je zwykle w celach diagnostycznych, prognostycznych, planowania czy modyfikacji procesów zarządczych, a niekiedy także w celach edukacyjnych. Systemy te wspomagają rozwiązywanie konkretnych problemów przez porównanie opisu danego problemu ze zgromadzoną wiedzą oraz zaistniałego i rozwiązanego wcześniej analogicznego zagadnienia.

Strukturalnie SE składają się z bazy wiedzy, maszyny wnioskującej, modułu pozyskiwania wiedzy, modułu objaśniającego oraz interfejsu użytkownika. Baza wiedzy ukazuje jak należy rozumieć wzorce i związki pomiędzy danymi przy podejmowaniu decyzji. Dostępna w niej wiedza może mieć charakter zależności przyczynowo skutkowych pomiędzy elementami, związków między nimi, doświadczenia eksperta lub rezultatów uzyskanych poprzez analizę danych, a także pewnych ogólnych zależności semantycznych⁶.

⁵ Heurystyką nazywa się umiejętność twórczego myślenia, kojarzenia faktów, znajdowania związków pomiędzy faktami, a także metodę poszukiwania rozwiązań, dla której nie ma gwarancji, że rozwiązanie istnieje, najczęściej w warunkach niedostatecznej informacji, posługując się intuicją lub wyobraźnią.

⁶ Jabłoński W.J., Bartkiewicz W., *Systemy informatyczne zarządzania. Klasyfikacja i charakterystyka systemów*, Wydawnictwo Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej, Bydgoszcz 2006, s. 87.

Maszyna wnioskująca wyszukuje dane i powiązania w bazie wiedzy, przedstawiając następnie wyniki w postaci sugestii lub porad analogicznie do procesu rozumowania eksperta, łącząc odpowiednie fakty i reguły w zależności umożliwiające wnioskowanie. W tym celu stosuje się zwykle jedną z dwóch koncepcji: rozumowanie progresywne (przeszukiwanie wprzód) lub rozumowanie regresywne (przeszukiwanie wstecz)⁷.

Moduł pozyskiwania wiedzy służy do zbudowania bazy wiedzy oraz jej aktualizacji. Obsługę tego modułu realizuje programista (tzw. inżynier wiedzy) formułując pytania do ekspertów oraz zapisując ich odpowiedzi w odpowiedniej postaci, korzystając ze specjalistycznych języków programowania (np. LISP lub Prolog).

Moduł objaśniający ułatwia użytkownikowi zrozumienie sposobu, w jaki SE wypracował proponowaną sugestię. W tym module pokazywane jest „rozumowanie” SE poprzez ukazanie wszystkich faktów i reguł oraz występujących pomiędzy nimi powiązań.

Zadaniem interfejsu użytkownika jest umożliwienie mu komunikacji z systemem w procesach zapisywania (uaktualniania) wiedzy, opisów sytuacji decyzyjnych a także w prezentacji i objaśnianiu proponowanych rozwiązań.

Systemy ekspertowe charakteryzuje poprawność, uniwersalność, złożoność oraz zdolność udoskonalania bazy wiedzy. Poprawność określana jest jako uzyskiwanie przez system dobrych rezultatów w sensownym czasie, przy dysponowaniu strategiami imitującymi wiedzę eksperta. Stworzenie reguł wnioskowania jest często zadaniem skomplikowanym, gdyż eksperci często kierują się intuicją i nie potrafią uzasadnić swoich decyzji. Uniwersalność SE jest rozumiana jako zdolność do rozwiązywania zagadnień z różnych dziedzin wiedzy i często jest trudna do osiągnięcia. Cecha złożoności SE pozwala skategoryzować analizowane problemy pod względem ich rozwiązywalności i opłacalności budowania struktury ekspertowej. Często bowiem stosowanie SE do rozwiązania prostego, mało wariantowego problemu (lub możliwego do rozwiązania za pomocą algorytmu), jest nieopłacalne, mało wydajne i nieefektywne. Natomiast skomplikowany proces, trudny do sformalizowanego opisu, z którym człowiek-operator dobrze sobie radzi, może okazać się dobrym i efektywnym przykładem do zastosowania systemu ekspertowego (np. sterowanie procesem o nieznanym modelu matematycznym, jednak dobrze realizowane przez operatora).

⁷ Ibidem, s. 89.

Efektywny SE charakteryzuje się zdolnością do ciągłego poszerzania bazy wiedzy o nowe fakty i reguły wnioskowania, co uzyskuje się dzięki mechanizmom kontrolowania niesprzeczności wprowadzanych nowych reguł wnioskowania, kontrolowania ich zgodności z nowo wprowadzanymi faktami, czy oceny częstości stosowania poszczególnych reguł⁸.

Zastosowanie SE w zarządzaniu dotyczy takich zagadnień, jak zarządzanie strategiczne, planowanie i diagnozowanie sytuacji w procesach zarządczych, a także projektowania wyrobów i usług czy wspomaganie operatywnego podejmowania decyzji.

2.8. Systemy sztucznej inteligencji (SSI)

Kolejnym krokiem w rozwoju SIWZ są systemy sztucznej inteligencji (SSI), wykorzystujące cechy inteligentnych zachowań człowieka, takie jak:⁹

- kojarzenie wcześniejszych doświadczeń z nowymi sytuacjami (uczenie się),
- logiczne wnioskowanie,
- rozróżnianie rzeczy istotnych od nieistotnych,
- rozwiązywanie problemów pomimo braku istotnych informacji,
- reagowanie na dynamiczne zmiany oraz łatwa adaptacja do nowych sytuacji,
- rozpoznawanie obrazów i przetwarzanie symboli,
- rozumowanie heurystyczne,
- twórczość i kreatywność, posiadanie wyobraźni.

SSI uczą się na podstawie zrealizowanych doświadczeń w celu nie tyle zastąpienia człowieka w podejmowaniu decyzji, ale naśladowanie jego rozumowania w rozwiązywaniu niektórych zadań.

SSI znajdują zastosowanie w następujących procesach¹⁰:

- rozpoznawanie mowy i przetwarzanie języka naturalnego, np. rozumienie przez systemy komputerowe poleceń wydawanych w języku naturalnym,
- rozumowanie oraz mechanizmy uczenia się w systemach ekspertowych,

⁸ Mulawka J.J., *Systemy ekspertowe*, WNT, Warszawa 1996, s. 30.

⁹ Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, Tom 1, *Zintegrowane systemy transakcyjne*, PWN, Warszawa 2012, s. 61.

¹⁰ Tamże, s. 62.

- rozpoznawanie sytuacji w systemach uczących się, np. w robotyce rozpoznawanie położenia i stanu robota oraz otoczenia,
- w sieciach neuronowych naśladujących działanie ludzkiego mózgu: kojarzenie zdarzeń, wyciąganie wniosków, uczenie się w oparciu o wielokrotne wykonywanie pewnych czynności,
- w opracowywaniu i wykorzystywaniu algorytmów genetycznych (generowanie procedur i selekcja dających najlepsze rozwiązania).

Rozpoznawanie mowy i przetwarzanie języka naturalnego znajduje zastosowanie w robotyce (sterowanie robotami), w systemach komputerowych (interfejs głosowy), centrach komunikacyjnych (telefoniczne biura obsługi klienta). W systemach ekspertowych SSI umożliwiają rozwijanie technik symbolicznego wnioskowania przez komputer oraz symbolicznej reprezentacji wiedzy stosowanej przy takim wnioskowaniu¹¹.

SSI stosuje się m. in. w analizach planowanych przedsięwzięć, diagnostyce systemów zarządzania, w prognozach marketingowych czy planowaniu zatrudnienia. Wydaje się słuszne stwierdzenie, że w SSI następuje przejście od przetwarzania danych do przetwarzania wiedzy. Metody algorytmiczne charakterystyczne dla przetwarzania proceduralnego w SSI zostają zastąpione inteligentnym przeszukiwaniem; stąd niekiedy SSI nazywa się systemami opartymi na wiedzy (*knowledge-based systems*)¹².

2.9. Business Intelligence (BI)

W ostatnich latach na bazie SIWZ rozwinęły się metody i narzędzia umożliwiające przekształcanie dużych ilości danych (pozwornie bezwartościowych) w informacje, stanowiące materiał do rozmaitych analiz i prognoz. Ten zorientowany na użytkownika proces zbierania, eksploracji¹³, interpretacji i analizy danych, prowadzący do usprawnienia podejmowania decyzji, określono mianem analityki biznesowej (*Business Intelligence* – BI)¹⁴.

¹¹ Mulawka J.J., op. cit., s. 17.

¹² Ibidem, s. 18.

¹³ Eksploracja danych – odkrywanie, wydobywanie danych, pozyskiwanie wiedzy (ang. *data mining*).

¹⁴ Encyklopedia zarządzania, https://mfiles.pl/pl/index.php/Business_intelligence (dostęp: 20.03.2018).

Systemy BI przekształcają dane (np. z SET) w informacje (np. ilość sprzedanych towarów), a następnie pozyskane informacje w wiedzę (analiza sprzedaży). Narzędzia i metody BI umożliwiają integrację danych, dzięki czemu możliwe jest wyszukiwanie korelacji między zjawiskami, zrozumienie tych zjawisk i wyciągnięcie wniosków¹⁵.

W systemach BI wyróżnia się trzy warstwy funkcjonalno-technologiczne:

- integracji i składowania (selekcja danych i umieszczanie ich w hurtowni danych¹⁶),
- przetwarzania (raportowanie, wizualizacja, narzędzia typu *data mining*¹⁷),
- udostępniania wyników (narzędzia automatycznej dystrybucji).

Systemy BI realizują funkcje analityczno-decyzyjne, wykorzystując tzw. hurtownie danych lub dane pozyskiwane bezpośrednio z systemów ewidencyjno-transakcyjnych, które w oparciu o uzyskaną wiedzę oraz rozbudowane modele statystyczne, optymalizacyjne, a także algorytmy sztucznej inteligencji wspomagają procesy decyzyjne w zarządzaniu, generując np. jeden, zoptymalizowany raport dostarczający jedynie niezbędne, zintegrowane informacje.

Istotnymi składnikami systemów BI są moduły: *data mining*, OLAP (*Online Analytical Processing*) oraz raportowania. System BI realizuje procesy ładowania danych z systemów źródłowych, przetwarzania, składowania (w hurtowniach danych) oraz prezentowania analiz w postaci raportów, tabel czy tzw. wielowymiarowych kostek OLAP. Moduł OLAP jest oprogramowaniem wykonanym w efektywnej technologii przetwarzania danych umożliwiającym szybką analizę informacji.

Informacje dostarczane za pomocą systemów klasy MRP / ERP¹⁸ mają zwykle postać szczegółową (potrzebną do operacyjnego zarządzania czy sprawozdawczości), natomiast do podejmowania decyzji na poziomie strategicznym potrzebne są informacje zagregowane z kilku merytorycznych dziedzin przedsiębiorstwa,

¹⁵ System Business Intelligence – narzędzie do precyzyjnego zarządzania, <https://www.jcommerce.pl/jpro/article/system-business-intelligence-narzedzie-do-efektywnego-zarzadzania> (dostęp: 20.03.2018).

¹⁶ Hurtownie danych zawierają „czyste” dane, zorientowane tematycznie a nie obiektowo, jak np. w bazach danych, dzięki czemu możliwe jest ich łatwe kopiowanie, konwertowanie i udostępnianie.

¹⁷ *data mining* (eksploracja danych) – oznacza automatyczne odkrywanie zależności statystycznych i schematów w bardzo dużych zbiorach danych (hurtownie).

¹⁸ Systemy MRP/ERP są opisane w następnym punkcie niniejszego rozdziału.

wieloprzekrojowe, także stanowiące dane archiwalne. Co więcej, menedżer potrzebuje często dynamicznej analizy danych, z możliwością szybkiej zmiany zarówno przedmiotu analizy, jak i jej kryteriów, poziomu szczegółowości, algorytmów analitycznych czy formy prezentacji. Tym potrzebom wychodzi naprzeciw właśnie technologia OLAP, zapewniająca pożądaną elastyczność analizy (zmiany warunków) przy jednoczesnej automatyzacji procesów przetwarzania¹⁹.

Analizę danych w technologii OLAP cechuje ponadto wielowymiarowość, duża szybkość dokonywanych analiz, centralizacja danych analitycznych w jednej, spójnej hurtowni danych, wielodostępność i intuicyjność interfejsu, oraz łatwość tworzenia różnych symulacji i rozkładów danych według dowolnych kryteriów²⁰.

Opisane systemy określają kolejne generacje SIWZ, najczęściej prezentowane w literaturze, które łączy wspólny cel: pozyskanie, przetworzenie i udostępnienie informacji w celu wspierania osób zarządzających w podejmowaniu decyzji. Systemy te różnią się jednak pod względem integralnego, całościowego spojrzenia na procesy w przedsiębiorstwie. Zintegrowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie (ZSIWZ) charakteryzują się natomiast właśnie takim holistycznym podejściem do wspomagania procesów zarządzania.

3. Zintegrowane Systemy Informatyczne Wspomagające Zarządzanie (ZSIWZ)

Wdrożone i działające w wielu organizacjach systemy informatyczne (w ujęciu opisanym powyżej) charakteryzują się nie tylko zróżnicowaną technologią, ale także zróżnicowaną, a często niekompatybilną funkcjonalnością. Powstałe w różnych okresach czasowych były tworzone w różnych narzędziach programistycznych, a stosowane w różnych jednostkach przedsiębiorstwa wykorzystywały często różne bazy danych, nierzadko zapisywanych w różnych formatach (tzw. brak spójności semantycznej, syntaktycznej i technicznej). Taka sytuacja utrudnia, a niekiedy wręcz uniemożliwia wymianę danych pomiędzy działami przedsiębiorstwa oraz różnymi aplikacjami, powodując często konieczność wielokrotnego wprowadzania tych samych danych w różnych jednostkach organizacyjnych

¹⁹ Sierocki R., *OLAP to efektywna technologia przetwarzania danych analitycznych*, „Controlling i Rachunkowość Zarządcza”, nr 1/2007, <http://www.bi-pro.pl/olap-to-efektywna-technologia-przetwarzania-danych-analitycznych.html> (dostęp: 22.03.2018). Wrycza S., op. cit., s. 421.

²⁰ Sierocki R., op. cit.

firmy i tym samym zmniejszając w sposób dość istotny efektywność systemów informatycznych. Brak całościowego, integralnego obrazu przedsiębiorstwa na podstawie aktualnych danych ze wszystkich jednostek przedsiębiorstwa utrudnia optymalizację podejmowanych decyzji przez decydentów.

Rozwiązaniem, które eliminuje opisane powyżej niedogodności, są zintegrowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie (ZSIWZ). Są to modułowo zorganizowane systemy informatyczne, obsługujące wszystkie sfery działalności przedsiębiorstwa oraz wszystkie zasoby danych, charakteryzujące się cechą integracji (projektowej, organizacyjnej i technicznej) oraz spójności (semantycznej, syntaktycznej, funkcjonalnej i technicznej).

Potrzeba integracji tych systemów wynika z kilku przesłanek, m.in.:

- konieczność integralnego, holistycznego podejścia do procesów zarządzania przedsiębiorstwem, objęcie wsparciem informatycznym wszystkich aspektów działalności przedsiębiorstwa,
- potrzeba ujednoczenia strukturalnych, funkcjonalnych i technicznych rozwiązań stosowanych na różnych poziomach SIWZ,
- potrzeba eliminacji redundancji (nadmiaru informacji) i wielokrotnego wprowadzania tych samych danych w różnych podsystemach zarządzania,
- konieczność połączenia systemów informatycznych zarządzania z systemami komputerowego wspomaganie procesów produkcyjnych.

W przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych ZSIWZ obejmują zagadnienia od planowania i organizacji, poprzez marketing, logistykę, techniczne przygotowanie produkcji, utrzymanie ruchu, kontrolę jakości, aż po sprzedaż, księgowość i finanse oraz zarządzanie kadrami. W przypadku przedsiębiorstw usługowo-handlowych zakres zastosowań ZSIWZ jest nieco inny, jednak także obejmujące całość problematyki zarządzania przedsiębiorstwem.

Integracja systemów informatycznych dotyczy czterech aspektów przedsięwzięć integracyjnych²¹:

- projektowego (metodologicznego): ujednoczenie nazw, definicji, kodów, haseł, klasyfikacji, dokumentów w celu unifikacji założeń projektowych;
- organizacyjnego: optymalizacja struktury przedsiębiorstwa pod kątem źródeł oraz procesu przetwarzania danych, integracja funkcji i celów poszczególnych poziomów i modułów systemu;

²¹ Adamczewski P., op. cit., s. 22.

- technicznego: gwarancja kompatybilności sprzętu i oprogramowania,
- konstrukcyjno-technologicznego: integracja realizowana w trzech warstwach:
 - jednostek funkcjonalnych uczestniczących w przetwarzaniu danych,
 - transakcji, danych wejściowych, wyjściowych i zbiorów w bazie danych,
 - procedur i programów przetwarzania danych oraz interfejsu.

Na etapie integracji projektowej wymagana jest spójność semantyczna (znaczeniowa) oraz syntaktyczna (składniowa), integracja organizacyjna wymaga spójności funkcjonalnej (identyczne działanie tych samych funkcji w całym systemie), natomiast integracja techniczna uwarunkowana jest spójnością techniczną (kompatybilnością) środków informatyki.

ZSIWZ w przedsiębiorstwach produkcyjnych realizują także integrację zarządzania ze zintegrowanymi systemami komputerowego wytwarzania (CIM), zapewniającymi komputerowe wsparcie procesów planowania, koordynowania, kontrolowania i sterowania całością zadań produkcyjnych (w tym procesów akwizycji, analizy danych i optymalizacji).

Integracja w ZSIWZ oznacza także połączenie wielu niejednorodnych podsystemów w jeden współdziałający system, bardziej efektywny niż połączone razem poszczególne podsystemy (tzw. efekt synergii).

Warto zauważyć, że ZSIWZ nie są przeznaczone wyłącznie dla dużych przedsiębiorstw. Także w małych i średnich przedsiębiorstwach są wdrażane zintegrowane systemy informatyczne, wspomagając i usprawniając procesy zarządcze. Należy jednak brać pod uwagę pewne aspekty, które ograniczają powszechność zastosowań ZSIWZ:

- wysokie koszty implementacji oraz długi czas wdrażania tych systemów,
- konieczność znaczącej reorganizacji przedsiębiorstwa w celu przygotowania do wdrożenia systemu,
- skomplikowana struktura i procedury użytkowe.

Producenci ZSIWZ oferują także rozwiązania informatyczne dla małych i średnich przedsiębiorstw, charakteryzujące się intuicyjnością i prostotą obsługi, stosunkowo niską ceną przy bogatej funkcjonalności, dobrym serwisowaniem (aktualizacje i pomoc merytoryczna).

3.1. Cele i cechy ZSIWZ

Celem ZSIWZ jest wspomaganie procesów informacyjno-decyzyjnych w przedsiębiorstwie, aby optymalizować zarządzanie zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i w jego otoczeniu, dzięki mechanizmom umożliwiającym wymianę danych z dostawcami (wewnętrznymi i zewnętrznymi) w całym procesie logistyczno-produkcyjnym.

Cel wdrożenia i zakres funkcjonalny ZSIWZ powinien wynikać z przyjętej strategii rozwoju przedsiębiorstwa (w tym rozwoju informatyzacji). Wdrożenie wymaga pełnego zaangażowania kierownictwa przedsiębiorstwa i wszystkich użytkowników systemu oraz zabezpieczenia odpowiednich zasobów materiałowych, finansowych i kadrowych.

Do głównych cech ZSIWZ należą²²:

- kompleksowość funkcjonalna: objęcie wszystkich obszarów działalności techniczno-ekonomicznej przedsiębiorstwa;
- integracja danych i procesów wewnątrz przedsiębiorstwa i z otoczeniem;
- elastyczność strukturalna (skalowalność) i funkcjonalna: możliwość dostosowania i rozbudowy systemów do aktualnych i przyszłych potrzeb przedsiębiorstwa,
- otwartość: możliwość dodawania nowych modułów oraz współdziałania z systemami zewnętrznymi;
- zaawansowanie merytoryczne: stosowanie procedur nowoczesnego zarządzania, m.in. dostawy dokładnie na czas (*Just in Time*), planowanie potrzeb materiałowych (*Material Requirement Planning*), planowanie zasobów produkcyjnych (*Manufacturing Resource Planning*) czy kompleksowe zarządzanie jakością (*Total Quality Management*);
- zaawansowanie technologiczne: zgodność funkcjonalno-sprzętowo-programowa z platformami sprzętu komputerowego, systemami operacyjnymi, protokołami komunikacji, interfejsem graficznym oraz systemami zarządzania bazami danych;
- zgodność z przepisami regulującymi prowadzenie ksiąg rachunkowych, sporządzania sprawozdań finansowych, rejestrów VAT itp.

W ZSIWZ ze względu na wzajemne powiązania wielu modułów oraz wielodostępność realizowaną na różnych poziomach przez wielu użytkowników

²² Ibidem, s. 25.

szczególną rolę odgrywa bezpieczeństwo danych, zarówno odnośnie do zabezpieczenia przed dostępem osób nieupoważnionych, jak i przed skutkami awarii sprzętu, oprogramowania czy baz danych. Wymaga to zarządzania dostępem do systemu przez administratora poprzez nadawanie użytkownikom zróżnicowanych uprawnień do korzystania z poszczególnych funkcji systemu.

3.2. Korzyści i wady ZSIWZ

Zainstalowanie i wdrożenie w przedsiębiorstwie ZSIWZ przynosi bardzo konkretne korzyści zarówno wymierne (ekonomiczne), jak i w wymiarze niematerialnym (np. warunki i jakość pracy). Spośród najważniejszych warto wymienić następujące²³:

- wieloprzekrojowe i na wszystkich poziomach informowanie kierownictwa w czasie rzeczywistym,
- wielowymiarowy i wielokryterialny charakter informacji w systemie,
- jednokrotne wprowadzanie danych do systemu,
- automatyczny przepływ informacji we wszystkich działach przedsiębiorstwa,
- wspólna baza danych dla wszystkich modułów systemu,
- zwiększenie wiarygodności informacji,
- kontrola i zmniejszenie kosztów przedsiębiorstwa,
- możliwość planowania finansowego w różnych przekrojach,
- możliwość symulacji produkcji i budżetu oraz analiza podejmowanych decyzji,
- efektywne zarządzanie strumieniem materiałów, surowców, półproduktów i usług,
- wzrost wydajności, skrócenie cyklu produkcyjnego, redukcja czasu realizacji zamówień, spadek zapasów i kosztów magazynowania,
- wzrost jakości produkcji, poziomu jakości obsługi klientów.

W systemach zintegrowanych poszczególne podsystemy realizujące wspomaganie zarządzania na różnych poziomach przedsiębiorstwa stanowią najczęściej oddzielne moduły, które mogą być instalowane i uruchamiane niezależnie od pracy całego systemu. Pozwala to na etapowe wdrażanie kompleksowej komputeryzacji w przedsiębiorstwie.

²³ Ibidem, s. 38.

Żaden system informatyczny nie jest pozbawiony wad czy ewentualnych utrudnień wynikających z jego użytkowania. Oczywistym jest, że zasadniczymi utrudnieniami w przypadku opracowywania (lub zakupu) a następnie wdrożenia ZISWZ są dość wysokie koszty zakupu i użytkowania systemu, konieczność istotnej reorganizacji struktury przedsiębiorstwa oraz odpowiedniego przygotowania pracowników (szkolenie, opanowanie obsługi systemu, zmiany mentalne).

3.3. Wymogi stosowania ZSIWZ

Na etapie opracowywania założeń oraz projektowania ZSIWZ określa się i definiuje zakres potrzebnych informacji (gromadzonych, przetwarzanych i wykorzystywanych), ich źródła, metody pozyskiwania i przeznaczenie. Należy także wziąć pod uwagę następujące uwarunkowania:

- konieczność reorganizacji, weryfikacji i standaryzacji w zakresie struktury przedsiębiorstwa i zasad obiegu informacji (dokumentów),
- wyjątkową złożoność i wielowątkowość (koszty, zagrożenia) dużych systemów informatycznych,
- konieczność szczegółowo opracowanej strategii rozwoju przedsiębiorstwa, w której informatyzacja spełnia jedną z wielu, ale istotną rolę.

Współczesne ZSIWZ można rozważać w dwu zasadniczych aspektach ich zastosowań w przedsiębiorstwie: jako systemy wspomagające produkcję i logistykę w przedsiębiorstwie oraz jako systemy wspomagające komputerowo zintegrowane wytwarzanie (CIM – *Computer Integrated Manufacturing*).

Do tych pierwszych należą systemy wspomagające planowanie zapotrzebowania materiałowego (*Material Requirements Planning MRP*), systemy planowania zasobów produkcyjnych (*Manufacturing Resource Planning MRP II*) oraz systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa (*Enterprise Resource Planning ERP*).

Druga grupa systemów (CIM) obejmuje komputerowo wspomaganie projektowanie (*Computer Aided Design CAD*) oraz komputerowo wspomaganie wytwarzanie (*Computer Aided Manufacturing CAM*). Niekiedy do grupy CIM zalicza się także systemy realizacji produktu (*Manufacturing Execution System MES*) oraz systemy zarządzania cyklem życia produktu (*Product Lifecycle Management PLM*).

Ze względu na ograniczoną objętość niniejszego podręcznika w dalszej części rozdziału omówione zostaną tylko systemy pierwszej grupy.

3.4. Planowanie zapotrzebowania materiałowego – MRP

Planowanie zapotrzebowania materiałowego jest koncepcją zarządzania produkcją polegającą na powiązaniu harmonogramów produkcji z obsługą logistyki dostaw niezbędnych surowców i materiałów. Ma ona na celu wspomaganie planowania materiałów i zasobów w procesie przygotowania produkcji poprzez opracowanie harmonogramu dostaw, w oparciu o planowane zapotrzebowanie na gotowe produkty, wykaz niezbędnych do produkcji materiałów (elementów, części, podzespołów wynikający ze struktury wyrobu), stanu zamówień (dostaw) w toku oraz posiadanych zasobów magazynowych, przy założeniu minimalizacji tych zasobów, zarówno odnośnie do ilości jak i czasu przechowywania. Można powiedzieć, że MRP określa takie poziomy zapasów magazynowych, aby czas ich magazynowania – przy zachowaniu ciągłości produkcji oraz zapewnieniu niezbędnych rezerw materiałowych – był jak najkrótszy.

System MRP został opracowany w roku 1957 przez *American Production and Inventory Control Society* (APICS), natomiast rozpowszechniony w połowie lat sześćdziesiątych XX w., kiedy to, wykorzystując doświadczenia systemów ewidencyjnych, opracowano pewne techniki sterowania zapasami. Coraz powszechniejsze zastosowania techniki komputerowej w II połowie XX w. umożliwiły wyeliminowanie żmudnych i czasochłonnych obliczeń wykonywanych ręcznie, zastępując je realizacją odpowiednio opracowanych programów komputerowych. W przypadku produkcji wyrobów złożonych z setek czy tysięcy elementów i podzespołów opłacalność i efektywność stosowania technik MRP była szczególnie widoczna.

Dane dla systemu MRP dostarczają trzy podsystemy:

- Główny Plan Produkcji (*Master Production Schedule* MPS), określający harmonogram produkcji (ilości i terminy), opracowany na podstawie zamówień klientów oraz prognozy popytu na produkt,
- Zestawienie Materiałów (*Bill of Materials* BOM), czyli wykaz podzespołów, części i elementów niezbędnych do wykonania danego produktu,
- Stan Zapasów Materiałowych (*Inventory Status* IS), czyli wykaz podzespołów, części i elementów dostępnych w magazynach przedsiębiorstwa z zachowaniem wymaganej ich ilości jako zapasów rezerwowych.

Na podstawie tych danych oblicza się ilości elementów potrzebnych na każdym poziomie wynikające z planu produkcji i powiększone o zobowiązania (niezbędny zapas magazynowy) jako zapotrzebowanie brutto, a po odjęciu od niego

elementów pozostających do dyspozycji w magazynie (konieczne rezerwy) oraz zaplanowanych dostaw w toku otrzymuje się zapotrzebowanie netto. Wynikiem działania systemu MRP jest raport przedstawiający harmonogram produkcji elementów produktu końcowego oraz plan zamówień, dostaw i/lub realizacji zleceń wewnętrznych z podaniem ilości oraz terminów.

System MRP generuje terminowe zlecenia zakupu oraz zlecenia dla działu produkcyjnego, umożliwiając kontrolę produkcji w przekroju ilości, rodzaju oraz terminów wraz z optymalnym sterowaniem zapasami magazynowymi. Dane odnośnie zapotrzebowania materiałowego odgrywają ważną rolę w zarządzaniu zakupami, nie pozwalając na zakupy zbędnych materiałów i surowców²⁴. MRP wymaga więc integracji procesów zaopatrzenia, gospodarki materiałowej i wytwarzania; obejmuje jednak tylko część zarządzania działalnością produkcyjną dotyczącą wyłącznie przepływu materiałów, nie uwzględnia natomiast ograniczeń związanych ze zdolnościami produkcyjnymi przedsiębiorstwa²⁵.

W pewnym uproszczeniu działanie MRP można określić jako udzielenie odpowiedzi na pytania:

- co zamówić?
- ile zamówić?
- kiedy zamówić?
- na kiedy zaplanować dostawę?

System MRP realizuje zatem następujące cele:

- minimalizacja zapasów, a w efekcie zwiększenie płynności finansowej,
- zwiększenie efektywności poprzez m.in. określenie czasu dostaw, zmniejszenie czasu oczekiwania na produkty i dostawy,
- kontrolę realizacji poszczególnych etapów produkcji,
- dokładne wyznaczenie kosztów produkcji,
- redukcję ilości zamówień niezrealizowanych na skutek braków elementów,
- zmniejszenie nakładu pracy w działach zaopatrzenia materiałowego.

Już pierwsze zastosowania systemu MRP przyniosły konkretne efekty. Jednak istotną wadą pierwotnej wersji MRP było założenie nieograniczonej zdolności produkcyjnej przedsiębiorstwa, a także nieuwzględnianie dostępności ma-

²⁴ Parys T., *Zintegrowany system wspomaganie zarządzania MRP II* (w:) T. Kasprzak (red.), *Integracja i architektury systemów informacyjnych przedsiębiorstw*, WNE UW, Warszawa 2000.

²⁵ Jabłoński W., Bartkiewicz W., op. cit.

teriałów oraz możliwości magazynowania. W kolejnych wersjach wprowadzono pewne modyfikacje: wprowadzenie ograniczeń na roboczo-godziny i krytyczne parametry maszyn produkcyjnych, planów długookresowych, analizy zapotrzebowania na zdolności produkcyjne²⁶.

3.5. Planowanie Zasobów Produkcyjnych – MRP II

W zmodyfikowanym wariantcie MRP (1970) zaproponowano tzw. zamkniętą pętlę procesu produkcyjnego (*closed loop*), dzięki czemu uzyskano dynamiczną reakcję systemu na zmieniające się parametry produkcji (zdolność produkcyjną w poszczególnych okresach oraz stan realizacji prac w stosunku do planu)²⁷. Kolejne modyfikacje doprowadziły do nowego modelu nazwanego Planowanie Zasobów Produkcyjnych (*Manufacturing Resource Planning*), z zachowanym akronimem MRP, ale w wersji II.

W 1989 roku APICS zdefiniowało i opublikowało standard funkcji MRP II, który obecnie jest powszechnie stosowany w ZSIWZ. Standard ten zawiera 16 funkcji obejmujących całość zagadnień zarządzania przedsiębiorstwem²⁸, m.in. planowanie biznesowe, planowanie produkcji i sprzedaży, harmonogramowanie planu produkcji, planowanie potrzeb materiałowych MRP, sterowanie produkcją, planowanie zdolności produkcyjnych, zarządzanie stanowiskiem roboczym. Wszystkie funkcje są ze sobą powiązane sprzężeniami zwrotnymi i realizowane są w sposób zsynchronizowany.

MRP II charakteryzuje integracja z wszystkimi sferami zarządzania związanymi także z przygotowaniem produkcji, jej planowaniem i kontrolą oraz marketingiem, sprzedażą i dystrybucją. System ten umożliwia także monitorowanie i kontrolowanie zdolności i efektów produkcyjnych. Działania produkcyjne są zatem zintegrowane ze szczeblem strategicznym przedsiębiorstwa, bussines planem i rachunkiem wyników²⁹. MRP II uwzględnia także zarządzanie stanowiskiem roboczym oraz posiada interfejs do modułu finansowego i możliwość symulacji procesów zarządczych (biorąc pod uwagę zasoby ludzkie, czas, pieniądze i środki trwałe). Słuszny jest zatem wniosek, że MRP II integruje działa-

²⁶ Kruszek M., *Rozwój i rozszerzanie MRP (RCCP, APP, CRP, FCP)*, Gazeta IT nr 5 (24), 16.05.2004, <http://www.gazeta-it.pl/rozmaitosci/git24/rozwoj.htm> (dostęp: 10.07.2005).

²⁷ Encyklopedia zarządzania, https://mfiles.pl/pl/index.php/Systemy_Closed_Loop_MRP.

²⁸ Kisielnicki J., *Zarządzanie i informatyka*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2014.

²⁹ Jabłoński W., Bartkiewicz W., op. cit.

nia w przedsiębiorstwie jednocześnie na poziomie strategicznym, taktycznym i operatywnym.

MRP II jest systemem, który zawiera w sobie doświadczenia systemów transakcyjnych, systemów informacyjno-decyzyjnych, a także systemów doradczych z rozwiązaniami *Business Intelligence*. Ponadto jest on powiązany z systemami informatycznymi wytwarzania typu CAD/CAM. Ich zastosowanie umożliwia posługiwanie się różnymi technikami usprawniającymi zarządzanie, jak reengineering, Kanban czy Just in time.

Logika działania systemu MRP II pomaga w rozwiązaniu tzw. uniwersalnego równania produkcji, które sprowadza się do odpowiedzi na cztery następujące pytania³⁰:

1. Co i w jakim terminie wyprodukować, aby wyznaczony popyt został zaspokojony?
2. Czym musimy dysponować i w jakim czasie, aby wykonać tę produkcję?
3. Jakimi zdolnościami produkcyjnymi oraz zapasami dysponujemy obecnie?
4. Co musimy jeszcze kupić, aby wykonać tę produkcję?

Korzyści z wdrożenia systemu MRP II można ocenić na podstawie badań przeprowadzonych przez APICS³¹: redukcja poziomu zapasów (20–35%), wzrost sprzedaży (20–28%), wzrost wydajności (10–16%); ponadto występuje skrócenie cyklu produkcyjnego, poprawa terminowości realizacji zamówień i usprawnienie zarządzania jakością.

Nie wszystkie jednak wdrożenia systemu MRP II kończą się sukcesem; ocenia się, że konkretne korzyści z wdrożenia MRP II odnosi zwykle od 20 do 50% przedsiębiorstw. Przyczyn można dopatrywać się przede wszystkim w nieprzygotowaniu użytkowników oraz w oczekiwaniu zbyt wielu korzyści w bardzo krótkim czasie³². Inne powody ograniczonych korzyści to przekonanie, że wdrożenie MRP jest zagadnieniem czysto informatycznym, zatem nie wymagającym istotnych zmian w reorganizacji procesów zarządczych; ponadto źródłem niepowodzeń jest często brak zaangażowania oraz zmia-

³⁰ Greniewski M., *Wprowadzenie do MRP II + JIT*, Vogel Publishing, Wrocław 1997.

³¹ Parys T., op. cit.

³² Durlik I., *Inżynieria zarządzania: strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Cz.1, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1995.

ny mentalności najwyższej kadry kierowniczej przedsiębiorstwa, a także pracowników niższego szczebla.

3.6. Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa – ERP

Systemy zintegrowane kolejnej generacji – ERP – obejmują całość procesów produkcji oraz dystrybucji, usprawniają przepływ informacji w czasie rzeczywistym, ułatwiając podejmowanie decyzji, a przede wszystkim kładą większy nacisk na zarządzanie finansami: prognozowanie i planowanie finansów, analiza przepływów i kosztów. Stąd niekiedy systemy te są nazywane Planowaniem Zasobów Finansowych (*Money Resource Planning* i oznaczane jako MRP III).

W systemie MRP II nie są obsługiwane funkcje finansowe, natomiast poprzez odpowiedni interfejs może być realizowane współdziałanie MRP II z modułami controllingu i rachunkowości; takie połączenie funkcjonalne uwzględnia właśnie system ERP (w miejsce modułu interfejsu finansów w MRP II wprowadzono m.in. moduł budżetowania finansowego)³³. Wprowadzenie do ERP procedur wspierających działalność finansową przedsiębiorstwa pozwoliło na planowanie, sterowanie oraz kontrolę procesu produkcyjnego (zarządzanie zmianami konstrukcyjnymi i technologicznymi, utrzymania ruchu oraz dystrybucja gotowych produktów) nie tylko przez pryzmat wskaźników ilościowych (tak jak w MRP II), ale także i wartościowych.

ERP obejmuje całościowo wewnętrzne procesy przedsiębiorstwa dotyczące m.in. zakupów, produkcji, dystrybucji, finansów oraz kadr i płac. Ponadto posiada mechanizmy symulacji zdarzeń biznesowych i analizy ich skutków.

Rozwinięcie systemu ERP, tzw. ERP II, uwzględnia także elementy spoza przedsiębiorstwa: współpracę z klientami, dostawcami i pozostałymi interesariuszami przedsiębiorstwa, wykorzystując w pełni współczesne technologie informatyczne (internet, hurtownie danych, handel elektroniczny).

System ERP stanowi najwyższą formę systemu zintegrowanego. Nie ma jednak ustanowionego standardu czy formalnej definicji (jak MRP II). Określono natomiast obszary funkcjonalne ERP, które obejmują:

- rachunkowość finansową,
- rachunkowość zarządczą,
- zasoby ludzkie,

³³ Greniewski M., op. cit.

- wytwarzanie,
- zarządzanie łańcuchem dostaw,
- zarządzanie projektami,
- zarządzanie relacjami z klientami (łącznie z tzw. *self care*³⁴).

W systemach ERP kluczowym elementem jest jedna baza danych (hurtownia danych), do której nowe dane są wprowadzane tylko raz (dane powiązane z nowymi są automatycznie uaktualniane).

W ramach systemu ERP mogą działać aplikacje niezależnych producentów, które są powiązane z innymi elementami systemu. Producenci systemów ERP coraz częściej wprowadzają do nich rozwiązania innych firm, np. aplikacje automatyzujące wymianę informacji z bezpośrednim otoczeniem przedsiębiorstwa czy zaawansowane moduły finansowo-księgowe.

Systemy ERP charakteryzują się silnym dążeniem do integracji zarówno wewnętrznej, jak i zewnętrznej (z otoczeniem przedsiębiorstwa) oraz stosowaniem najnowszych technologii informatycznych, np. analitykę biznesową (BI) w wielowymiarowej analizie danych.

3.7. Uwagi odnośnie do wdrażania ZSIWZ

Wdrażanie w przedsiębiorstwie ZSIWZ nie jest zadaniem łatwym. Spośród najczęstszych i najpoważniejszych trudności występujących w procesie wdrażania systemów zintegrowanych MRP/ERP należy wymienić następujące:

- brak utożsamiania się kadry zarządzającej z projektem,
 - niezajomość zagadnień MRP/ERP,
 - brak szerokiej i dogłębnej wiedzy z zarządzania u wdrażających informatyków,
 - brak działań koordynujących ze strony kadry zarządzającej,
 - różnorodność zagadnień w zarządzaniu przedsiębiorstwami różnych branż,
 - konieczność uniwersalnego podejścia w konfigurowaniu ZSIWZ.
- Należy jednak zauważyć także istotne cechy pozytywne, ułatwiające wdrażanie oraz użytkowanie ZSIWZ:
- mocna kultura informatyczna w licznych przedsiębiorstwach,
 - powszechna komputeryzacja nie tylko na poziomie podstawowym,

³⁴ *Self care* (ang.) – internetowy system obsługi klienta.

- dobrze rozwinięta infrastruktura komunikacyjna,
- dobra automatyzacja i informatyzacja stanowisk produkcyjnych i administracyjnych.

W oparciu o powyższe uwagi można – tytułem podsumowania – stwierdzić, że:

- strategia informatyzacji przedsiębiorstwa powinna być podporządkowana ogólnej strategii rozwoju;
- wdrożenie ZSIWZ powinno być poprzedzone optymalizacją struktury organizacyjnej (restrukturyzacja), zarówno w aspekcie identyfikacji i symulacji podstawowych procesów gospodarczych, jak też zagadnień komunikacji i metod podejmowania decyzji w przedsiębiorstwie;
- wybór gotowego lub założenia do projektowanego systemu (na indywidualne zlecenie) powinny przede wszystkim uwzględniać wymagania i oczekiwania użytkowników zarówno w zakresie podstawowych funkcjonalności systemu, jak i w odniesieniu do generowanych raportów i sprawozdań³⁵;
- projektowany i wdrażany system winien nie tyle nadążać za potrzebami klienta, co wyprzedzać jego oczekiwania;
- należy nie tyle inwestować w sprzęt komputerowy, co w ludzi, podnosząc ich kwalifikacje i umiejętności;
- trzeba koncentrować się nie tyle na sposobie rozwiązania problemu, co na uzyskanych efektach³⁶.

4. Podsumowanie

Współczesne zagadnienia zarządzania przedsiębiorstwami charakteryzuje złożoność i wieloaspektowość problematyki oraz duże ilości danych, pochodzących zarówno z wewnątrz przedsiębiorstw, jak i z ich otoczenia. Duża ilość informacji (a często ich nadmiar) stanowi poważny problem utrudniający, a często wręcz uniemożliwiający dokonanie właściwych i prawidłowych analiz. Ponadto wychwycenie istotnych dla zarządzania powiązań pomiędzy danymi oraz korelacji

³⁵ Adamczewski P., op. cit., s. 175.

³⁶ Tadeusiewicz R., *Wprowadzenie do systemów informacyjnych, Podstawowe metody projektowania*, <http://docplayer.pl/16665640-Wprowadzenie-do-systemow-informacyjnych.html> (dostęp: 10.03.2018).

zdarzeń i procesów jest niezwykle trudne bez zastosowania zintegrowanych systemów informatycznych.

Przedstawiony w tym rozdziale opis systemów informatycznych powinien przybliżyć czytelnikowi problematykę komputerowego wspomagania procesów zarządzania, ukazać rolę i możliwości technologii informatycznych w procesach gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji w zarządzaniu oraz przyczynić się do podjęcia trudu szerszego i dokładniejszego zapoznania się z systemami informatycznymi wspomagającymi zarządzanie.

Bibliografia

1. Adamczewski P., *Zintegrowane systemy informatyczne w praktyce*, Mikom, Warszawa 2004
2. Banaszak Z., Kłos S., Mleczek J., *Zintegrowane systemy informatyczne*, PWE, Warszawa 2011
3. Durlik I., *Inżynieria zarządzania: strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Cz. 1, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1995
4. Greniewski M., *Wprowadzenie do MRP II + JIT*, Vogel Publishing, Wrocław 1997
5. Jabłoński W., Bartkiewicz W., *Systemy informatyczne zarządzania: klasyfikacja i charakterystyka systemów*, Wydawnictwo Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej, Bydgoszcz 2006
6. Jagielski J., *Inżynieria wiedzy w systemach ekspertowych*, Lubuskie Towarzystwo Naukowe, Zielona Góra 2001
7. Janczak J., *Informatyczne systemy wspomagania zarządzania*, Wyd. AON, Warszawa 2011
8. Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania*, Tom 1, *Zintegrowane systemy transakcyjne*, PWN, Warszawa 2012
9. Kabza Z. (red.), *Zintegrowane systemy zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Opolskiej, Opole 2002
10. Kijewska A., *Systemy informatyczne w zarządzaniu*, Politechnika Śląska, Gliwice 2005
11. Kisielnicki J., *Zarządzanie i informatyka*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2014
12. Knosala R. (red.), *Komputerowe wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2007

13. Kruszek M., *Rozwój i rozszerzanie MRP (RCCP, APP, CRP, FCP)*, Gazeta IT nr 5 (24), 16.05.2004, <http://www.gazeta-it.pl/rozmaitosci/git24/rozwoj.htm>
14. Kwiatkowska A.M., *Systemy wspomaganie decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji w praktyce*, PWN, Warszawa 2007
15. Lech P., *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II*, Difin, Warszawa 2003
16. Mulawka J.J., *Systemy ekspertowe*, WNT, Warszawa 1996
17. Niziński S., Żółtowski B., *Informatyczne systemy zarządzania eksploatacją obiektów technicznych*, UWM Olsztyn – ATR Bydgoszcz 2001
18. Nowicki A., *Komputerowe wspomaganie biznesu*, Warszawa 2006
19. Obrycka A. (red.), *Komputerowe wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem: nowe metody i systemy*, PWE, Warszawa 2007
20. Parys T., *MRP II przykładem systemu zintegrowanego*, „Informatyka” 9/1998
21. Parys T., *System ERP II najwyższą formą zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania*, (w:) T. Porębska-Miąc, H. Sroka (red.), *Systemy Wspomagania Organizacji SWO 2006*, AE w Katowicach, Katowice 2006
22. Parys T., *Zintegrowany system wspomaganie zarządzania MRP II* (w:) T. Kasprzak (red.), *Integracja i architektury systemów informacyjnych przedsiębiorstw*, WNE UW, Warszawa 2000
23. Sierocki R., *OLAP to efektywna technologia przetwarzania danych analitycznych*, „Controlling i Rachunkowość Zarządcza”, nr 1/2007, <http://www.bi-pro.pl/olap-to-efektywna-technologia-przetwarzania-danych-analitycznych.html>
24. *System Business Intelligence – narzędzie do precyzyjnego zarządzania*, <https://www.jcommerce.pl/jpro/article/system-business-intelligence-narzedzie-do-efektywnego-zarzadzania>
25. Tadeusiewicz R., *Wprowadzenie do systemów informacyjnych, Podstawowe metody projektowania*, <http://docplayer.pl/16665640-Wprowadzenie-do-systemow-informacyjnych.html>
26. Wrycza S., *Informatyka ekonomiczna. Podręcznik akademicki*, PWN, Warszawa 2010