

Wojciech ZOLEŃSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania,
Instytut Zarządzania i Administracji

SYSTEMY WCZESNEGO OSTRZEGANIA WYKORZYSTUJĄCE WIEDZĘ

Streszczenie. W artykule przedstawiono główne idee wczesnego ostrzegania, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki rozpoznawania zagrożeń w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Z przeprowadzonych badań wynika, że potrzeby informacyjne przedsiębiorstw są zróżnicowane i zmieniają się w czasie. W rozpoznawaniu zagrożeń przydatne są różne metody i koncepcje wczesnego ostrzegania. Dla spełnienia tych wymagań uzasadnione jest zastosowanie systemów wykorzystujących wiedzę, w których ogólna struktura przetwarzania informacji oraz narzędzia informatyczne są uniwersalne i względnie stałe, natomiast elementy zmienne, zależne od specyfiki przedsiębiorstwa i aktualnych zadań, zawarte są w bazach wiedzy.

Słowa kluczowe: wczesne ostrzeganie, systemy wykorzystujące wiedzę

EARLY WARNING SYSTEM BASED ON THE KNOWLEDGE

Summary. The paper presents main ideas of early warning. In particular the threats recognition in the enterprise management was described. Research showed that information needs of enterprises are diversified and changeable in the time. In threats recognition different methods and ideas of early warning are useful. For carrying these requirements out applying the knowledge based systems is recommended. In these systems computer tools and methods of the information processing are universal but elements dependent on specific tasks are included in bases of the knowledge.

Keywords: early warning, knowledge based system

1. Wprowadzenie

Systemy wczesnego ostrzegania (SWO) są szczególnymi systemami informacyjnymi, których zadaniem jest sygnalizowanie użytkownikowi zagrożeń występujących w otoczeniu lub wewnątrz badanego obiektu. Sygnały ostrzegawcze powinny być przekazywane z odpowiednim wyprzedzeniem, aby użytkownik był w stanie podjąć zapobiegawcze lub kompensujące działania ochronne, eliminujące lub zmniejszające skutki sygnalizowanych zagrożeń (por. [6]).

System wykorzystujący wiedzę (*knowledge-based system*) to program komputerowy, który wykorzystuje wiedzę i wnioskowanie w celu rozwiązywania problemów. Kiedy wiedza i procedury wnioskowania są modelowane na wzór ekspertów, taki system nazywa się systemem ekspertowym [8, s. 190].

Dla uniknięcia nieporozumień terminologicznych należy podkreślić, że występujące w powyższej definicji (i w dalszej części artykułu) pojęcie „wiedza” jest rozumiane stosunkowo wąsko i odnosi się przede wszystkim do wiedzy przetwarzanej w systemach informatycznych. Mniej więcej od połowy lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku ukazują się liczne publikacje dotyczące zarządzania wiedzą [4, 7, 10]. W publikacjach tych występują bardzo różnorodne definicje wiedzy, uwzględniające różne punkty widzenia: systemy informacyjne (kodyfikacja), zarządzanie zasobami ludzkimi (personalizacja), zarządzanie strategiczne, zwłaszcza nurty zakładające burzliwość otoczenia oraz ciągłe innowacje jako źródło przewagi strategicznej, zarządzanie zmianą i inne. A. Jashapara definiuje wiedzę jako efektywny proces uczenia się, związany z pozyskiwaniem, użytkowaniem i upowszechnianiem wiedzy jawnej i ukrytej, wykorzystujący odpowiednie technologie i środowisko kulturowe, którego celem jest wzrost kapitału intelektualnego oraz sprawności organizacji [7]. Systemy informatyczne znajdują zastosowanie przede wszystkim w operowaniu wiedzą skodyfikowaną.

2. Przegląd metod i koncepcji wczesnego ostrzegania

Badanie otoczenia dostarcza informacji dotyczących zarówno szans, jak i zagrożeń. Ocena, czy dostrzeżony fakt jest szansą czy zagrożeniem nie zawsze jest jednoznaczna. W wielu wypadkach zależy od tego, jakie zostaną podjęte działania. System informujący zarówno o zagrożeniach, jak i szansach określa się jako system wczesnego rozpoznania. Należy jednak podkreślić, że zasadniczą częścią wczesnego rozpoznania jest ostrzeżenie przed zagrożeniami.

W literaturze przedmiotu można wyróżnić trzy **kategorie** systemów wczesnego ostrzegania, wokół których koncentrują się rozważania teoretyczne i badania praktyczne.

1. Systemy wczesnego ostrzegania dla dużych systemów ekonomicznych, takich jak: gospodarka kraju, regionu czy gospodarka światowa. Systemy te opierają się na założeniu inercji i ciągłości zmian [12]. Podstawowymi metodami rozpoznawania zagrożeń są metody ilościowe, zwłaszcza statystyczno-ekonometryczne. W odniesieniu do informacji wczesnego ostrzegania stawia się wymagania dużej dokładności i pewności przewidywań. Oczekiwania te mogą być spełnione pod warunkiem, że nie wystąpiła zasadnicza zmiana struktury badanego systemu, np. katastrofa gospodarcza. W dużych systemach gospodarczych założenie inercji i ciągłości zmian jest na ogół spełnione, a katastrofy gospodarcze zdarzają się stosunkowo rzadko.
2. Systemy wczesnego ostrzegania przed upadłością podmiotów gospodarczych – przedsiębiorstw, banków lub innych organizacji. Systemy takie przeznaczone są przede wszystkim dla obserwatorów zewnętrznych, zwłaszcza instytucji finansowych, organizacji współpracujących z badanym podmiotem, potencjalnych inwestorów, akcjonariuszy, jednostek nadrzędnych. Informacje wczesnego ostrzegania formułowane są na podstawie kilku – kilkunastu najważniejszych wskaźników finansowo-ekonomicznych [15]. Pewność informacji jest stosunkowo duża, rzędu 80-90% w okresie 2-4 lat. Oznacza to, że z punktu widzenia ocenianego przedsiębiorstwa systemy te w zasadzie nie są systemami wczesnego ostrzegania, gdyż po uzyskaniu informacji o przewidywanej upadłości nie jest możliwe podjęcie skutecznych działań zapobiegawczych.
3. Systemy wczesnego ostrzegania dla przedsiębiorstw. Systemy tego typu scharakteryzował w latach osiemdziesiątych W. Klausmann, wyodrębniając trzy **generacje** systemów [6]:
 - Systemy pierwszej generacji, czyli operacyjne SWO, koncentrują się na okresowym porównywaniu stanów rzeczywistych (obserwowanych) z ich wielkościami planowanymi bądź przewidywanymi.
 - Systemy drugiej generacji, czyli wskaźnikowe SWO, opierają się na obserwacjach zbioru wskaźników o dużej wartości prognostycznej i porównywaniu ich z wartościami wzorcowymi.
 - Systemy trzeciej generacji kojarzone z koncepcją słabych sygnałów Ansoffa. Słabe sygnały pochodzą z dalekiego otoczenia przedsiębiorstwa, z początkowych ogniw łańcucha przyczynowo-skutkowego i mogą informować o zbliżaniu się strategicznych zmian.

Powyższa klasyfikacja w znacznej mierze zachowuje swoją aktualność, gdyż od czasu sformułowania przez Ansoffa koncepcji słabych sygnałów nie pojawiły się zasadniczo nowe idee wczesnego ostrzegania. Można jednak zauważyć szerokie stosowanie zaawansowanych systemów informatycznych, w tym metod sztucznej inteligencji i metod opartych na przetwarzaniu wiedzy, zwłaszcza technologii systemów ekspertowych. Umożliwia to integrację różnorodnych metod i koncepcji wczesnego ostrzegania.

Znaczącą ideą, która mogłaby być początkiem rozwoju nowej, czwartej generacji SWO, jest zastosowanie pogłębionej analizy zależności przyczynowo-skutkowych, wykorzystującej między innymi metody teorii sterowania i systemów [17]. Istotą koncepcji słabych sygnałów jest ostrzeganie z dużym wyprzedzeniem o zagrożeniach pojawiających się w dalekim otoczeniu przedsiębiorstwa. Jednak dla współczesnych przedsiębiorstw większym zagrożeniem mogą być liczne, skomplikowane oddziaływania i interakcje, jakie zachodzą pomiędzy przedsiębiorstwem i jego bliskim otoczeniem. W tego typu relacjach powstają zagrożenia, nieraz spowodowane przez własne działania, których nie da się przewidzieć z dużym wyprzedzeniem.

Metody specyficzne dla systemów jednej kategorii mogą być stosowane – w pewnym zakresie i z wieloma zastrzeżeniami – w systemach innej kategorii. Konieczne jest jednak sprawdzenie, czy w konkretnej sytuacji spełnione są założenia stosowanej metody.

Przedstawione niżej metody i koncepcje mogą – w różnym stopniu – znaleźć zastosowanie w rozpoznawaniu zagrożeń występujących w przedsiębiorstwie.

- Metody systemów wąskoprofilowych, np. wczesne ostrzeganie przed pożarem, zagrożeniami naturalnymi, katastrofami budowlanymi [5] itp.
- Systemy alertowe ostrzegające i informujące o zdefiniowanych przez użytkownika zdarzeniach, które mogłyby być przeoczone. Tego typu SWO nawiązują do koncepcji osobistego organizera.
- Analiza szeregów czasowych – badanie utraty przewidywalności trendu, przewidywanie załamania trendu, badanie składowych okresowych i cyklicznych trendów, prognozy realistyczne oparte na ekstrapolacji trendu [3].
- Metody oparte na ekonometrycznych modelach przyczynowo-skutkowych [3, 12]. Zastosowanie modeli ekonometrycznych, które są modelami regresyjnymi, empiryczno-indukcyjnymi, ograniczone jest do tych przypadków, gdy w badanych procesach nie zmienia się struktura zależności przyczynowo-skutkowych. Wynika to z konieczności spełnienia założeń teorii prognozy ekonometrycznej [3]. Wymóg ten odnosi się również do badania szeregów czasowych. Z tego powodu metody ekonometryczne nie znajdują szerszego zastosowania w pozyskiwaniu informacji wczesnego ostrzegania w przedsiębiorstwie.

- Metody łączące analizę wskaźnikową z metodami ekonometrycznymi (np. modele Z). Są to narzędzia wykorzystywane w systemach prognozy upadłości (por. [15]), będących szczególnym przypadkiem SWO.
- Operacyjne systemy wczesnego ostrzegania. W systemach tych porównuje się rzeczywiste i zaplanowane bądź przewidywane wartości ważnych dla organizacji wskaźników. Szczególne znaczenie ma monitorowanie realizacji określonych harmonogramem zadań, zwłaszcza znajdujących się na ścieżce krytycznej [2, 6].
- Wskaźnikowe systemy wczesnego ostrzegania. W systemach tych wyznacza się sygnalizatory o dużej wartości prognostycznej i porównuje z wielkościami normatywnymi. Najczęściej stosuje się wskaźniki finansowe, ale ostrzeżenie z większym wyprzedzeniem wymaga też uwzględnienia innych perspektyw, m.in. klienta, procesów wewnętrznych i perspektywy rozwojowej przedsiębiorstwa. W zaawansowanych systemach wskaźnikowych zastosowanie mogą znaleźć narzędzia controllingu. W pracy [17] przedstawiono uogólnienie koncepcji wskaźnikowych SWO, oparte na pojęciu odchyleniowych wzorców sytuacji wczesnego ostrzegania.
- Koncepcja słabych sygnałów. W koncepcji tej wyznaczanie informacji wczesnego ostrzegania opiera się na założeniu, że istnieją stabilne, długotrwałe procesy, które rozpoczynają się w dalekim otoczeniu przedsiębiorstwa, dlatego znajdują się poza standardowym obszarem obserwacji. Słabe sygnały mogą pojawiać się w doniesieniach o kierunkach badań naukowych, w rozpowszechnianiu się nowych idei, w poglądach i stanowiskach kluczowych osobistości lub organizacji politycznych, w doniesieniach o nowych inicjatywach prawnych. Określenie „słabe” (weak, faint) odnosi się do obserwowalności, nie do siły oddziaływania. Silne sygnały to informacje o takich czynnikach, które trudno przeoczyć, są stale obserwowane, znajdują się w centrum uwagi kierownictwa (np. wynik finansowy, wartość sprzedaży, kurs akcji przedsiębiorstwa). Istnieją różne przyczyny niedostrzeżenia w porę słabych sygnałów:
 - Słabe sygnały są rozproszone i ich dostrzeżenie wymaga obserwacji i analizy szerokiej wiązki informacji (takie rozumienie słabych sygnałów wykracza poza koncepcję sformułowaną przez Ansoffa).
 - Wpływ zagrożeń opisanych przez słabe sygnały ujawnia się dopiero po dłuższym czasie, dlatego w doraźnej obserwacji jest ignorowany. W zarządzaniu często występuje skłonność do koncentrowania się na doraźnych działaniach i efektach.
 - Zbiór czynników, które w przyszłości mogą mieć znaczący wpływ na działalność przedsiębiorstwa jest bardzo duży, dlatego niektóre z nich mogą być przeoczone.

Trudno jest z dużym wyprzedzeniem przewidzieć, które spośród wielu czynników mogą mieć w przyszłości istotne znaczenie dla działalności przedsiębiorstwa.

- Słabe sygnały mogą być z różnych powodów niedostępne dla obserwatora. Może to wynikać z niedostępności obserwacyjnej lub pomiarowej, ukrywania informacji mogących być źródłem przewagi konkurencyjnej lub z ukrywania zamiarów przez podmioty konkurujące z przedsiębiorstwem.
- Na słabe sygnały mogą nakładać się inne sygnały (zakłócenia) silnie oddziałujące na obserwatorów. Znaczenie sygnałów nie zawsze zależy od ich intensywności.

Niedostatkami koncepcji słabych sygnałów jest słaba operacjonalizacja metod identyfikacji i interpretacji informacji, które mogą mieć w przyszłości duże znaczenie dla działalności przedsiębiorstwa (por. [12 s.156]).

- Nieekstrapolacyjne metody analizy strategicznej, m.in.: analiza szans i zagrożeń, analiza luki strategicznej, metody portfelowe, metody cyklu życia, metody scenariuszowe.
- Metody teorii gier. Teoria gier przedstawia formalne modele interakcji (o charakterze konfliktu lub kooperacji), jakie mogą zachodzić pomiędzy przedsiębiorstwem i innymi podmiotami. Podmioty te w dążeniu do własnych celów mogą uzyskać przewagę, jeśli ukrywają swoje działania i zasady postępowania. Teoria gier dysponuje metodami podejmowania optymalnych decyzji w warunkach nieokreśloności.
- Metody sztucznej inteligencji (por. [3, 16]): systemy ekspertowe, logika przybliżona, np. oparta na zbiorach rozmytych, rozpoznawanie postaci, sztuczne sieci neuronowe, algorytmy genetyczne (zwłaszcza systemy samouczące), analiza turbulencji i teoria chaosu.
- Teoria katastrof. Teoria ta nie ma bezpośredniego zastosowania w naukach ekonomicznych, jednak uzyskane wyniki spowodowały sformułowanie hipotez badawczych, które w pewnych przypadkach okazują się użyteczne w SWO:
 - Ciągłe i przewidywalne zmiany jednych czynników mogą powodować nieciągłe i trudne do przewidzenia zmiany innych czynników.
 - Istnieje ograniczona liczba typów katastrof.
- Modele przyczynowo-skutkowe oparte na metodach logiczno-dedukcyjnych. W modelach tych, w odróżnieniu od modeli ekonometrycznych, możliwe jest uwzględnienie zmian struktury zależności przyczynowo-skutkowych oraz modelowanie procesów, jakie nie występowały w przeszłości. Jednak dokładność i pewność odwzorowania rzeczywistych obiektów są mniejsze. Metody te są użyteczne zwłaszcza w formułowaniu prognoz badawczych. Teoria sterowania

i systemów dysponuje efektywnymi narzędziami do tworzenia tego typu modeli przyczynowo-skutkowych.

- Metody heurystyczne. W długoterminowych prognozach ostrzegawczych najczęściej stosowane są metody heurystyczne, zwłaszcza metody ekspertowe (np. metoda delficka).

3. Główne idee wczesnego ostrzegania

Istotą systemu wczesnego ostrzegania jest dostarczanie informacji umożliwiających podjęcie działań zapobiegających powstaniu straty lub ograniczających jej rozmiary. Wartość ostrzegawcza informacji wczesnego ostrzegania związana jest przede wszystkim z pozyskaniem jej z odpowiednim wyprzedzeniem. Ta sama informacja dostarczona później miałaby mniejszą wartość lub byłaby bezwartościowa. zadaniem SWO nie jest natomiast formułowanie dokładnych i pewnych prognoz o powstaniu nieuchronnej straty. Tego typu prognozy mogą mieć wartość ostrzegawczą wtedy, gdy są przeznaczone dla obserwatorów zewnętrznych, spoza podmiotu, dla którego przewiduje się powstanie strat.

Systemy wczesnego ostrzegania znajdują zastosowanie zwłaszcza w tych obszarach działalności, w których **kluczową rolę odgrywa czas**. Czas jest szczególnym czynnikiem, upływa nieodwracalnie, upływu czasu nie można zatrzymać, spowolnić ani przyspieszyć. Niewykorzystanego czasu nie daje się gromadzić, nie ma też możliwości pozyskania czasu, gdy wystąpi jego deficyt. Z tego powodu uzasadnione jest zbieranie informacji możliwie wcześnie, nawet jeśli są trudno dostępne, mało dokładne i niepewne. Uzasadniona jest też optymalizacja czasu przekazywania, przetwarzania i wykorzystywania informacji. Wiele czynników sterowalnych i niesterowalnych zależy od czasu. Dla niektórych czynników zależność ta jest szczególnie silna. W odniesieniu do czynników **niesterowalnych** daje się wyróżnić następujące sytuacje:

1. Nieuchronność oddziaływań występująca wtedy, gdy oddziaływanie czynników niesterowalnych wykazuje silną zależność od czasu i słabą zależność od innych czynników. Można tu przedstawić dwa ważne praktycznie przypadki:
 - a. Efekty spowodowane upływem czasu kumulują się.
 - b. Procesy zależne od czasu mają przebieg okresowy lub cykliczny.

W powyższych sytuacjach nie da się zapobiec zmianom spowodowanym upływem czasu. Możliwe jest jedynie jak najwcześniejsze podjęcie działań kompensujących (przypadek a.) bądź uzgodnienie działań z fazami cyklu, które należy na bieżąco rozpoznawać i przewidywać (przypadek b.).

2. Brak ograniczeń na szybkość i rozmiary zmian:
 - a. W rozpatrywanym systemie możliwe jest wystąpienie dużych i szybkich zmian czynnika.
 - b. Zależność czynnika od czasu jest funkcją nieciągłą lub silnie nieliniową.

Brak ograniczeń na szybkość i rozmiary zmian czynników niesterowalnych wymaga silnej i szybkiej reakcji. Jeżeli zmiany są przewidywalne, niektóre przeciwdziałania można wykonać z odpowiednim wyprzedzeniem. Można też podjąć działania profilaktyczne, zapobiegające niekorzystnemu oddziaływaniu czynników niesterowalnych, jeżeli oddziaływania te nie są nieuchronne. W zagadnieniach wczesnego ostrzegania należy przewidzieć możliwość zmian struktury oddziaływania czynników niesterowalnych. Ogranicza to stosowanie ekstrapolacyjnych metod prognozowania i wykorzystanie wcześniejszych doświadczeń w przeciwdziałaniu zagrożeniom.

W odniesieniu do czynników **sterowalnych** występują następujące ograniczenia, dotyczące minimalnego opóźnienia, szybkości i siły reagowania:

1. Od chwili podjęcia działań do pojawienia się pierwszych efektów upływa zwykle pewien czas (opóźnienie, czas martwy), którego nie da się znacząco skrócić.
2. Szybkość tworzenia efektów jest ograniczona, co wynika z inercji lub kumulowania się w czasie ograniczonych strumieni efektów.
3. Istnieją ograniczenia na maksymalny, możliwy do osiągnięcia efekt (ograniczone możliwości działania, nasycenie charakterystyk statycznych, przedstawiających zależności przyczynowo-skutkowe).

Efektywne przeciwdziałanie zagrożeniom wiąże się z zagadnieniem obserwowalności i przewidywalności. Dotyczy to zarówno obserwacji i przewidywania czynników niesterowalnych, jak i monitorowania zależności pomiędzy zamierzonymi a rzeczywistymi efektami działań.

Systemy wczesnego ostrzegania powinny dostarczać przede wszystkim ostrzeżeń o zagrożeniach mających istotne znaczenie dla działalności i istnienia badanego podmiotu. W funkcjonowaniu systemów występują cele doraźne i cele strategiczne, długookresowe. Zasadniczym celem długoterminowym jest przetrwanie systemu i utrzymywanie względnie stabilnych więzi z otoczeniem. W tym celu wykorzystuje się szanse i unika zagrożeń, jakie pojawiają się wewnątrz systemu i w jego otoczeniu. Nie ma jednak symetrii pomiędzy osiągnięciem dużych korzyści a poniesieniem dużej straty.

Istotna strata to taka, która uniemożliwia realizację znacznej części ważnych celów systemu. Istotnej straty nie można skompensować korzyściami z realizacji innych celów. Istotna strata może spowodować likwidację podmiotu lub długotrwałą sytuację kryzysową.

Uniknięcie istotnej straty w całym okresie działalności organizacji jest warunkiem koniecznym realizacji innych celów strategicznych. Wczesne ostrzeganie przed zagrożeniami mogącymi spowodować istotną stratę jest zadaniem o bezwzględnym priorytecie, znacznie ważniejszym niż wczesne rozpoznawanie szans, mogących przynieść duże korzyści. Duże korzyści nie gwarantują bowiem osiągnięcia celów strategicznych i nie zabezpieczają przed wystąpieniem istotnych strat.

Zapobieganie zagrożeniom ma priorytetowe znaczenie także z tego powodu, że bardziej prawdopodobne jest samoistne występowanie zdarzeń o charakterze destruktywnym, co wynika z zasady wzrostu entropii. Przykładem może być deprecjacja aktywów przedsiębiorstwa, spowodowana upływem czasu. Większa jest także szybkość procesów powodujących niekorzystne oddziaływanie. Gwałtowny proces destrukcyjny (np. katastrofa, pożar) może być zainicjowany niewielkim bodźcem lub wystąpić samoistnie. W szczególności niewielki błąd w działalności operacyjnej może spowodować istotną stratę, uniemożliwiającą realizację celów strategicznych.

Zadaniem wczesnego ostrzegania jest zaobserwowanie lub przewidzenie zagrożeń i podjęcie przeciwdziałań, zanim powstaną nieodwracalne straty. Jeżeli nie da się całkowicie zapobiec stratom, to należy je przynajmniej ograniczyć do takich rozmiarów, aby nie stanowiły zagrożenia dla istnienia organizacji i by możliwe było przywrócenie normalnego jej funkcjonowania.

Informacje wczesnego ostrzegania w znacznej części odnoszą się do zdarzeń trudno przewidywalnych, mających charakter zaskoczenia. Rozpoznawanie oddziaływań, które są przyczyną zaskoczenia lub powodują powstanie istotnej straty nie może być działaniem prowadzonym okazjonalnie. Konieczne jest zastosowanie rozwiązań systemowych.

Koncepcja wczesnego ostrzegania związana jest z **efektem profilaktyki** [17]. Działania zapobiegawcze mogą być bardziej skuteczne i efektywne ekonomicznie, jeżeli zostaną podjęte z odpowiednim wyprzedzeniem, zanim powstanie nieodwracalna strata.

Efekt profilaktyki występuje w przypadku tych zdarzeń i procesów, które spełniają jednocześnie następujące warunki:

1. Niekorzystne zdarzenia i procesy są uwarunkowane zależnościami przyczynowo-skutkowymi. Istnieje więc możliwość oddziaływania na ich przebieg. W szczególności możliwe są działania zapobiegawcze.
2. W zależnościach przyczynowo-skutkowych występuje wzmocnienie. Stosunkowo niewielka przyczyna może spowodować duży skutek. Gdyby koszt usuwania przyczyny niekorzystnego zdarzenia przewyższał wartość przewidywanej straty, podejmowanie działań zapobiegawczych byłoby nieuzasadnione.

3. Pomiędzy przyczyną a skutkiem występuje opóźnienie. Dotyczy to zarówno niekorzystnych zdarzeń i procesów, jak i działań zapobiegawczych. Opóźnienie w przeciwdziałaniu sprawia, że zachodzi potrzeba wczesnego ostrzegania o zagrożeniach. Opóźnienie w niekorzystnych zależnościach przyczynowo-skutkowych sprawia, że wczesne ostrzeganie o zagrożeniach jest możliwe.
4. Zdarzenia i procesy mają charakter nieodwracalny. Gdyby powstałe straty dało się odzyskać bez ponoszenia dodatkowych nakładów, niepotrzebne byłoby podejmowanie wyprzedzających działań zapobiegawczych. Nieodwracalność zdarzeń i procesów wynika z zasady wzrostu entropii w rzeczywistych (nieidealnych) układach odosobnionych. Szczególnym przypadkiem procesu nieodwracalnego jest upływ czasu.

Ze względu na skojarzenie wczesnego ostrzegania z efektem profilaktyki, uzasadnione jest wprowadzenie dwóch pojęć, użytecznych w bardziej szczegółowej analizie problemów, występujących w pozyskiwaniu informacji WO.

Efektywność profilaktyczna działań zapobiegawczych charakteryzuje wzmocnienie przyczynowo-skutkowe występujące w przeciwdziałaniu niekorzystnym oddziaływaniom.

$$E_p = \frac{W_z}{N_z},$$

gdzie:

E_p – efektywność profilaktyczna działań zapobiegawczych,

W_z – wartość oczekiwana efektów wynikających z podjęcia działań zapobiegawczych,

N_z – wartość oczekiwana nakładów związanych z działaniami zapobiegawczymi.

Pragmatyczna wartość informacji wczesnego ostrzegania charakteryzuje efekt, jaki można uzyskać dzięki wykorzystaniu informacji.

$$P_i = W_i - N_i,$$

gdzie:

P_i – pragmatyczna wartość informacji wczesnego ostrzegania,

W_i – wartość oczekiwana efektów wynikających z wykorzystania informacji wczesnego ostrzegania,

N_i – koszty związane z pozyskiwaniem, przetwarzaniem i wykorzystaniem informacji wczesnego ostrzegania.

System wczesnego ostrzegania (w szerokim rozumieniu) to system informacyjny pozyskujący informacje, które umożliwiają wykorzystanie efektu profilaktyki. Pragmatyczna

wartość informacji WO powinna być dodatnia, a efektywność profilaktyczna działań zapobiegawczych, podjętych na ich podstawie, powinna być większa od jedności.

System wczesnego ostrzegania (w węższym rozumieniu) to taki system, który spełnia ponadto następujące warunki:

1. Informacje wczesnego ostrzegania odnoszą się do zdarzeń i procesów mogących spowodować istotną stratę. Wczesne ostrzeganie przed zagrożeniami mogącymi spowodować istotną stratę jest zadaniem o bezwzględnej priorytecie, co uzasadnia zastosowanie szczególnych metod badawczych.
2. W zależnościach przyczynowo-skutkowych występuje duże wzmocnienie. Tylko w takim przypadku informacje wczesnego ostrzegania nie muszą mieć charakteru prognoz realistycznych, mogą być prognozami badawczymi. W oddziaływaniach destrukcyjnych stosunkowo często występuje duże wzmocnienie, np. niewielki błąd może spowodować dużą stratę. Działania zapobiegające takim błędom charakteryzują się więc dużą efektywnością profilaktyczną.
3. Informacje wczesnego ostrzegania odnoszą się do zdarzeń mających charakter zaskoczenia. Zaskoczenie jest to zdarzenie polegające na niespodziewanym dostrzeżeniu istotnej zmiany stanu rzeczy. W przypadku wczesnego ostrzegania zmiana stanu rzeczy odnosi się do zagrożeń lub możliwości reagowania na nie. Szczególnym przypadkiem zaskoczenia jest sytuacja, gdy w chwili pozyskania informacji o zagrożeniu nie jest możliwe podjęcie w pełni skutecznego przeciwdziałania.

Informacje pozyskiwane w SWO, w węższym rozumieniu, powinny charakteryzować się dużą wartością pragmatyczną. Efektywność profilaktyczna działań zapobiegawczych, podjętych na ich podstawie, powinna być znacznie większa od jedności, dzięki czemu możliwe jest wykorzystanie badawczych informacji WO, nawet tych o stosunkowo małej pewności.

Przyczyny zaskoczenia są różnorodne, można jednak wyróżnić trzy zasadnicze grupy:

1. Przeoczenie, czyli niedostrzeżenie w porę dostępnych informacji lub niepodjęcie odpowiednich działań. Przyczyną takich sytuacji może być nieprawidłowo działający system informacyjny, nieprecyzyjnie określone procedury postępowania, fluktuacja kadrowa itp. Zaskoczeniom tego typu zapobiegają alertowe i operacyjne systemy wczesnego ostrzegania. Przeoczenie dostępnych informacji może też wynikać stąd, że znajdują się one poza standardowym obszarem obserwacji (szczególny przypadek słabych sygnałów).
2. Deficyt informacji o zdarzeniach i procesach mogących powodować zagrożenia oraz deficyt informacji o możliwościach reagowania. Wiadomo, jakie informacje należałoby pozyskać, ale są one niedostępne. Jedną z przyczyn może być

nieprzewidywalne zachowanie innych podmiotów, mających wpływ na działalność organizacji.

3. Trudności w interpretacji złożonych informacji o zagrożeniach i informacji o możliwościach reagowania. Trudności w zrozumieniu złożonych zależności przyczynowo-skutkowych mogą powodować zarówno przeoczenie, jak i zaniechanie pozyskiwania ważnych informacji.

Złożoność może być dwojakiego rodzaju (por. [11, s. 89]):

- a. Duża liczba różnorodnych, szczegółowych informacji.
- b. Złożone zależności systemowe w stosunkowo nielicznym zbiorze obiektów (sprzężenia zwrotne, zależności dynamiczne, nieliniowości, sprzężenia skrośne w wielowymiarowych zależnościach przyczynowo-skutkowych, złożona struktura logiczna).

Trudności w zrozumieniu złożonych informacji o zagrożeniach oraz o reakcji systemu na podjęte działania należą do najważniejszych przyczyn powstawania strat (por. [11, s. 37]). Upadłość przedsiębiorstw bardzo często spowodowana jest brakiem reakcji na dostępne, lecz niedostrzeżone lub źle zinterpretowane informacje ostrzegawcze bądź też podjęciem działań powodujących efekty zasadniczo różne od oczekiwanych.

Aby ostrzegać przed zagrożeniami o charakterze zaskoczenia, wynikającymi ze złożonej struktury przyczynowo-skutkowej, konieczne są szczególnego rodzaju informacje wczesnego ostrzegania – **informacje wyjaśniająco-interpretujące**.

Informacje tego typu nie są uwzględniane w klasycznych metodach WO, takich jak: metody ekonometryczne, metody analizy strategicznej, operacyjne i wskaźnikowe SWO, koncepcja słabych sygnałów. Nawet jeśli dokonuje się analizy zależności przyczynowo-skutkowych (modele ekonometryczne, koncepcja słabych sygnałów) zakłada się, że podjęte działania zapobiegawcze nie mają wpływu na źródło niekorzystnych oddziaływań. Przyjmuje się więc, że nie występują sprzężenia zwrotne, a zapobieganie stracie polega na kompensowaniu, ustanowieniu zapory lub wycofaniu się z obszaru niekorzystnych oddziaływań. W tak uproszczonych modelach zależności przyczynowo-skutkowe nie są skomplikowane, nie wymagają więc wyjaśniania ani szczegółowej interpretacji.

4. Specyfika wczesnego ostrzegania w przedsiębiorstwie

Przedsiębiorstwo jako system gospodarczy ma pewne cechy charakterystyczne, które należy uwzględnić przy tworzeniu systemu wczesnego ostrzegania.

Jedną z podstawowych, ogólnie przyjętych zasad rachunkowości jest zasada kontynuacji działania, zgodnie z którą działanie przedsiębiorstwa nie jest ograniczone w czasie [15]. Zakłada się, że w dającej się przewidzieć przyszłości przedsiębiorstwo będzie kontynuowało

swoją działalność w niezmnieszonym istotnie zakresie. Jednocześnie w gospodarce rynkowej upadłość przedsiębiorstw (w odróżnieniu od większych systemów gospodarczych) jest zjawiskiem występującym stosunkowo często. Podstawowym zadaniem SWO w przedsiębiorstwie jest więc ostrzeżenie przed istotnymi stratami, mogącymi spowodować jego likwidację.

Przedsiębiorstwo jest systemem otwartym, czyli wchodzi w relacje ze swym otoczeniem, wymieniając z nim informacje i czynniki materialne. Uważa się, że relacje przedsiębiorstwa z otoczeniem powinny kształtować znaczną część relacji wewnętrznych. Otoczenie przedsiębiorstwa dzieli się na mikrootoczenie i makrootoczenie. Stosownie do tego, w zarządzaniu można wyróżnić czynniki sterowalne, częściowo sterowalne i niesterowalne. Przedsiębiorstwo, zwłaszcza prywatne, jest systemem, w którym występuje stosunkowo dużo czynników sterowalnych, silnie zależnych od kierownictwa. Od działań kierownictwa w znacznym stopniu zależy też przetrwanie lub likwidacja przedsiębiorstwa. Dlatego najważniejsza część informacji wypracowanych przez SWO to informacje o znaczeniu strategicznym, adresowane do naczelnego kierownictwa przedsiębiorstwa.

Prognozy formułowane przez SWO w przedsiębiorstwie w znacznej części odnoszą się do zmiennych sterowanych. Przewidywanie zmiennych sterowanych wymaga specyficznych metod badawczych, głównie opartych na modelach przyczynowo-skutkowych, które można badać metodami symulacyjnymi. Ponieważ trudno jest utworzyć takie modele, odwzorowujące rzeczywiste procesy z dużą dokładnością i pewnością, dlatego znaczną część informacji wczesnego ostrzegania stanowią prognozy badawcze.

5. Identyfikacja potrzeb informacyjnych przedsiębiorstw

W latach 2003-2007, w kilkudziesięciu przedsiębiorstwach województwa śląskiego przeprowadzono badania dotyczące pozyskiwania informacji o potencjalnych zagrożeniach w działalności przedsiębiorstwa. Z badań tych wynikają następujące wnioski;

- W rozpoznawaniu zagrożeń przydatne są różnego typu informacje: ilościowe i jakościowe, realistyczne, badawcze i wyjaśniająco-interpretujące.
- W pozyskiwaniu informacji ostrzegawczych znajdują zastosowanie różne metody. W szczególności można wymienić monitorowanie realizacji ustalonych zadań, metody wskaźnikowe, ekstrapolacyjne i nieekstrapolacyjne metody analizy strategicznej, symulacyjne badanie modeli przyczynowo-skutkowych, metody heurystyczne, zwłaszcza ekspertowe. Metody te nie są uniwersalne, każda z nich ma zastosowanie tylko w określonych przypadkach i w ograniczonym zakresie.

- Występujące w przedsiębiorstwach potrzeby informacyjne w zakresie wczesnego ostrzegania są zróżnicowane, zależą od specyfiki przedsiębiorstwa, a ponadto zmieniają się w czasie.
- Wykorzystanie wielu metod wczesnego ostrzegania napotyka barierę w postaci braku usystematyzowanej wiedzy o rozpoznawaniu zagrożeń.
- Podstawowym niedostatkim działań mających na celu ostrzeżenie przed zagrożeniem jest brak rozwiązań systemowych. Brakuje ujednoczonych procedur umożliwiających systematyczne, uporządkowane pozyskiwanie i przetwarzanie różnorodnych informacji.

6. Zastosowanie systemów wykorzystujących wiedzę w zadaniach wczesnego ostrzegania

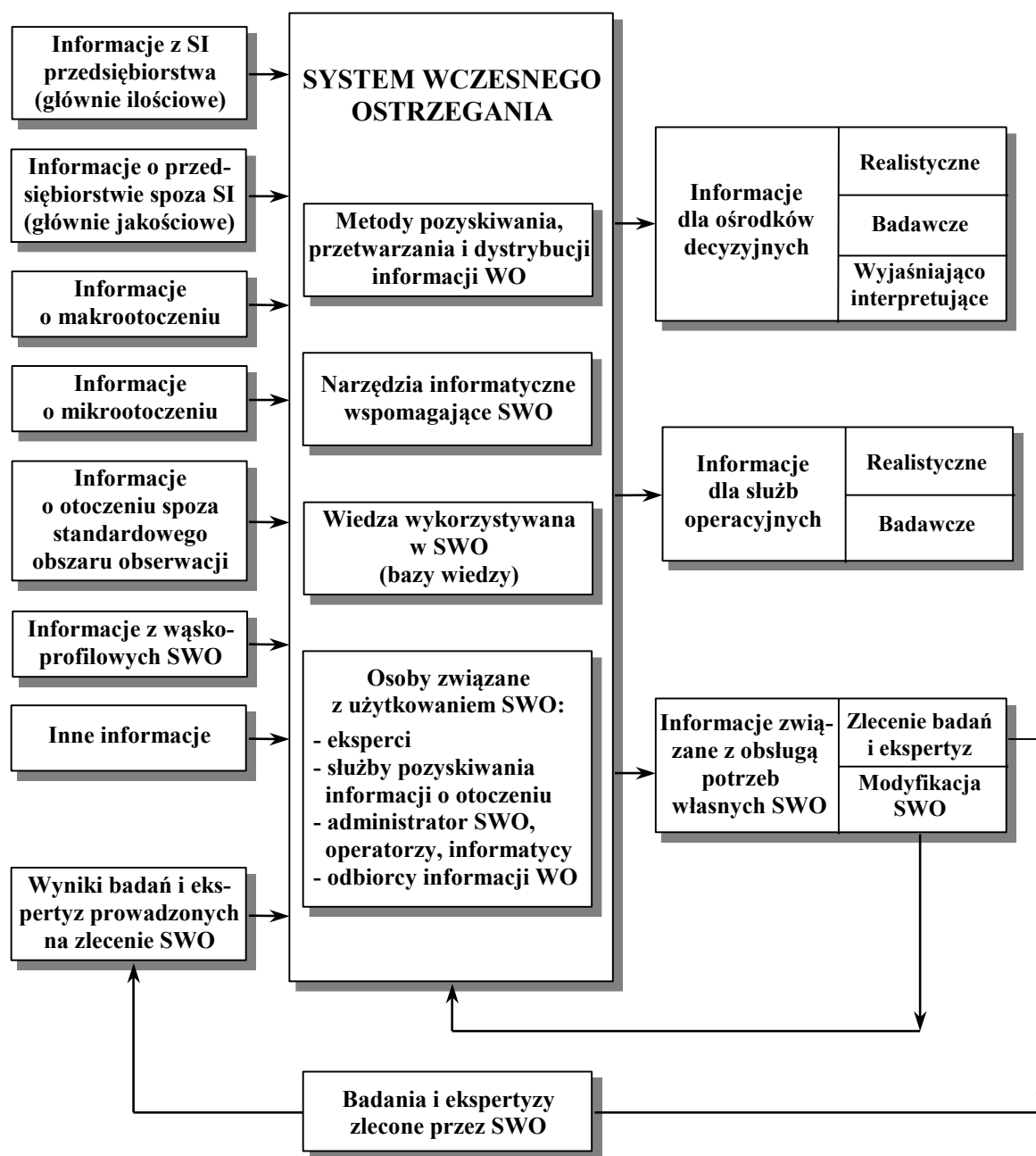
Systemy wykorzystujące wiedzę to systemy informacyjne, których najbardziej charakterystyczną cechą jest rozdzielenie baz wiedzy – specyficznych dla rozwiązywanego problemu – od uniwersalnych narzędzi i metod operowania wiedzą. Zaletą takiego rozwiązania jest elastyczność oraz możliwość ewolucyjnego tworzenia, modyfikacji i rozbudowy systemu.

System informacyjny (SI) to struktura ludzi, urządzeń i procedur zorganizowanych w celu pozyskiwania, rejestrowania, przetwarzania i dystrybucji informacji, przeznaczonych dla użytkowników systemu. We współczesnych systemach informacyjnych ważną rolę odgrywają narzędzia informatyczne.

Ogólny model systemu wczesnego ostrzegania wykorzystującego wiedzę przedstawia rys. 1.

Wiedza w znaczeniu epistemologicznym to zbiór informacji z jakiejś dziedziny. Wiedza charakteryzuje się m.in. następującymi cechami [2, 17]:

- Informacje tworzące wiedzę są ogólne, opisują przede wszystkim klasy obiektów (a nie obiekty indywidualne).
- Wiedzę tworzą informacje o różnorodnej strukturze i treści. W znacznej części są to informacje jakościowe, słabo utrudynowane, przybliżone, o różnym stopniu prawdziwości i pewności.
- Twórcami i użytkownikami wiedzy są przede wszystkim ludzie. Wiedza związana jest głównie z inteligencją naturalną. Wyrażenie i rejestracja wiedzy, jej przekazywanie i przetwarzanie często odwołuje się do modeli myślowych, które są subiektywne, niejednoznaczne, częściowo podświadome, zależą od stanów emocjonalnych i na ogół nie poddają się formalizacji.



Rys. 1. Ogólny model systemu wczesnego ostrzegania wykorzystującego wiedzę

Fig. 1. General model of the early warning system based on the knowledge

Źródło: Opracowanie własne.

Ponieważ tworzenie, przetwarzanie i użytkowanie wiedzy jest głównie domeną ludzi, zastosowanie informatycznych systemów operujących wiedzą napotyka wiele trudności.

Można wyróżnić dwa zasadnicze kierunki rozwoju systemów wykorzystujących wiedzę:

1. Systemy wiedzy, czyli narzędzia informatyczne wspomagające zarządzanie wiedzą. Zadaniem takich narzędzi jest przede wszystkim wspomaganie użytkowników wiedzy

[1, 9, 11], a więc ludzi zajmujących się jej pozyskiwaniem, tworzeniem, rejestrowaniem, strukturyzacją, porządkowaniem i przetwarzaniem.

W problemach wczesnego ostrzegania system wiedzy powinien wspomagać następujące zadania:

- Integrację różnych metod i koncepcji wczesnego ostrzegania.
- Zarządzanie licznym zbiorem różnorodnych informacji.
- Wyjaśnianie i interpretację różnorodnych informacji.

Aby rozwiązać te problemy, konieczne jest:

- Ustalenie pewnych standardów zapisywania wiedzy w postaci elementarnych obiektów, które łączą w sobie jednolitą strukturę formalną z możliwością rejestrowania różnych typów informacji.
 - Dysponowanie narzędziami informatycznymi, umożliwiającymi ustanawianie relacji nadrzędności – podrzędności („całość – część” i „generalizacja – specjalizacja”) pomiędzy elementarnymi obiektami wiedzy.
 - Dysponowanie narzędziami wspomagającymi wartościowanie informacji jakościowych. Wartościowanie obiektów opisywanych cechami jakościowymi polega na dokonaniu oceny przypisującej obiektowi wartość liczbową. Wartościowanie należy do najważniejszych metod strukturyzowania słabo określonych problemów jakościowych, umożliwiając utworzenie modelu ilościowego, homomorficznego z odwzorowywanym problemem jakościowym.
 - Dysponowanie narzędziami informatycznymi, umożliwiającymi przeprowadzenie symulacji badawczych.
2. Narzędzia sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence* – AI) [16]. Umożliwiają one algorytmiczne pozyskiwanie wiedzy (np. algorytmy indukcyjne, systemy uczące się, wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe lub algorytmy genetyczne) oraz automatyczne przetwarzanie wiedzy (np. systemy wnioskujące, uniwersalne solvery). Jednak przy aktualnym poziomie rozwoju metod sztucznej inteligencji, możliwości ich praktycznego wykorzystania są ograniczone. Najszerze zastosowanie mają systemy ekspertowe (SE). O wartości systemów ekspertowych decyduje wiedza, którą metodami inżynierii wiedzy pozyskuje się od ekspertów i przekształca na reprezentację formalną. Dzięki temu możliwe jest przetwarzanie wiedzy (wnioskowanie) przy zastosowaniu stosunkowo prostych algorytmów logicznych.
- W literaturze przedmiotu opisywane są różne koncepcje zastosowania systemów ekspertowych w rozwiązywaniu problemów wczesnego ostrzegania, m.in. system monitorowania kierownictwa [8], system czasu rzeczywistego [16], wieloekspertowy system ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstwa, oparty na wiedzy metaeksperta,

ekspertów opiniujących i ekspertów dziedzinowych [13, s. 33], inteligentny SWO dla małych i średnich przedsiębiorstw [14].

System ekspertowy można też wykorzystać jako jedno z kilku narzędzi informatycznych, wspomagających rozwiązywanie wybranych problemów wczesnego ostrzegania. Do problemów takich można zaliczyć m.in. utworzenie modelu zagrożenia o złożonej strukturze logicznej (np. niezawodnościowej), integrację różnych informacji związanych z wczesnym ostrzeganiem, wyjaśnianie i interpretację skomplikowanych, logicznych zależności przyczynowo-skutkowych (np. przez prezentację graficzną) lub przeprowadzenie symulacji badawczej procesów, mogących być źródłem zagrożeń o charakterze zaskoczenia.

W pracy [17] przedstawiono przykładowe narzędzia informatyczne mające zastosowanie w systemach wykorzystujących wiedzę: sieciowy system wiedzy SSW, regułowy system ekspertowy RSE, system interaktywnego porównywania parami SIPP oraz system dynamicznych symulacji badawczych SDSB.

7. Podsumowanie

Ważną składową koncepcji wczesnego ostrzegania jest efekt profilaktyki, czyli odnoszenie korzyści, wynikających z zapobiegania nieodwracalnym procesom o charakterze destrukcyjnym. Przedstawiona w artykule identyfikacja okoliczności warunkujących wystąpienie efektu profilaktyki wskazuje na możliwości podjęcia efektywnych działań zapobiegawczych.

Ze względu na różnice metodologiczne w pozyskiwaniu informacji ostrzegawczych, celowe jest rozróżnienie systemów wczesnego ostrzegania w szerokim i węższym rozumieniu. SWO w szerokim rozumieniu dostarcza informacje umożliwiające wykorzystanie efektu profilaktyki. SWO w węższym rozumieniu spełnia ponadto następujące warunki:

- Informacje wczesnego ostrzegania odnoszą się do zdarzeń i procesów mogących spowodować istotną stratę (np. upadłość, długotrwałą sytuację kryzysową).
- Zależności przyczynowo-skutkowe, występujące w działaniach zapobiegawczych, cechuje duże wzmocnienie (efektywność ekonomiczna). Tylko w takim przypadku użyteczne mogą być informacje niemające charakteru prognoz realistycznych (np. prognozy badawcze).
- Informacje wczesnego ostrzegania dotyczą zdarzeń mających charakter zaskoczenia.

Systemy wczesnego ostrzegania mogą odgrywać ważną rolę w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Szczególne znaczenie SWO wynika z dwóch powodów:

- Uniknięcie istotnej straty w całym okresie istnienia przedsiębiorstwa jest warunkiem koniecznym realizacji innych celów.
- Działania profilaktyczne, zapobiegające stratom mogą być bardzo efektywne ekonomicznie. W działaniach innego typu tak duża efektywność jest nieosiągalna.

W systemach wczesnego ostrzegania występują informacje realistyczne, badawcze i wyjaśniająco-interpretujące. Każda kategoria informacji ma swoją specyfikę i wykazuje przydatność w określonym zakresie stosowania.

Efektywnym wspomaganie SWO mogą być narzędzia informatyczne, wykorzystujące wiedzę. W przetwarzaniu informacji jakościowych, słabo ustrukturyzowanych przydatne są systemy wiedzy. Systemy ekspertowe można wykorzystać do wykonywania operacji logiczno-algebraicznych oraz do przetwarzania stosunkowo dobrze ustrukturyzowanych informacji jakościowych.

Przydatność narzędzi informatycznych, wykorzystujących wiedzę zbadano praktycznie m.in. w średniej wielkości przedsiębiorstwie przemysłu spożywczego. W porównaniu z informacjami wynikającymi z bezpośrednich obserwacji, doświadczeń i przewidywań, uzyskane informacje są bardziej wyczerpujące, dokładniejsze, bardziej szczegółowe, lepiej wyjaśniają istotę zagrożeń oraz umożliwiają sformułowanie zadań dla poszczególnych służb i podjęcie uporządkowanych, systematycznych działań zapobiegawczych.

Bibliografia

1. Apte C.V., Hong S.J., Natarajan R., Pednault E.P.D., Tipu F.A., Weiss S.M.: Data-intensive analytics for predictive modeling. „IBM Journal Research and Development”, vol. 47, no. 1, 2003.
2. Bendkowski J.: Informacja ekonomiczna w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1993.
3. Cieślak M. (red.): Prognozowanie gospodarcze. PWN, Warszawa 2005.
4. Evans C.: Zarządzanie wiedzą. PWE, Warszawa 2005.
5. Feng L.-J.: Study on early warning of building safety based on SVM. „Journal of Applied Quantitative Methods”, vol. 1, no. 2, 2006.
6. Hunek J.K.: Systemy wczesnego ostrzegania. „Przegląd Organizacji”, nr 5, 1989.
7. Jashapara A.: Zarządzanie wiedzą. PWE, Warszawa 2006.
8. Kisielnicki J., Sroka H.: Systemy informacyjne biznesu. Agencja Wydawnicza „Placet”, Warszawa 2005.

9. Miller K.D.: Knowledge Inventories and Managerial Myopia. „Strategic Management Journal”, August 2002.
10. Probst G., Raub S., Romhardt K.: Zarządzanie wiedzą w organizacji. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2002.
11. Senge P.M.: Piąta dyscyplina. Teoria i praktyka organizacji uczących się. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
12. Siedlecka U.: Prognozowanie ostrzegawcze w gospodarce. PWE, Warszawa 1996.
13. Twardowski Z.: Model inteligentnego systemu wczesnego ostrzegania w bankowej ocenie ryzyka kredytobiorcy. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2000.
14. Wyskwarski M.: Metoda budowy inteligentnego systemu wczesnego ostrzegania dla małego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Politechnika Śląska, Gliwice 2006.
15. Zaleska M.: Identyfikacja ryzyka upadłości przedsiębiorstwa i banku. Systemy wczesnego ostrzegania. Wydawnictwo „Difin”, Warszawa 2002.
16. Zieliński J.: Inteligentne systemy w zarządzaniu. PWN, Warszawa 2000.
17. Zoleński W.: Metoda budowy informatycznego systemu wczesnego ostrzegania w zarządzaniu w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice 2007.

Recenzenci: Dr hab. inż. Anna Michna, prof. nzw. w Pol. Śl
Prof. dr hab. Elżbieta Skrzypek