

*IZABELA REJER*

## **KRÓTKI PRZEGLĄD EKONOMICZNYCH ZASTOSOWAŃ SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH**

### **Wprowadzenie**

System ekspertowy jest często definiowany jako system komputerowy zawierający w sobie specjalizowaną wiedzę na temat określonego obszaru ludzkiej działalności, przy czym wiedza ta jest zorganizowana w sposób, który umożliwia systemowi wejście z użytkownikiem w interakcyjny dialog związany z tematyką tego obszaru<sup>1</sup>. Innymi słowy, system ekspertowy jest inteligentnym programem komputerowym wykorzystującym procedury wnioskowania do rozwiązywania tych problemów, które są na tyle trudne, że normalnie wymagają ekspertyzy specjalistów<sup>2</sup>. Określenie system ekspertowy może zostać użyte w odniesieniu do dowolnego programu komputerowego, który na podstawie szczegółowej wiedzy z danej dziedziny może wyciągać wnioski i podejmować decyzje, działając w sposób zbliżony do procesu rozumowania człowieka<sup>3</sup>.

Celem budowy systemów ekspertowych jest całkowite lub częściowe przeniesienie funkcji podejmowania decyzji z człowieka na komputer<sup>4</sup>. Aby go osiągnąć, do systemu wprowadzana jest wiedza pochodząca od rzeczoznawców lub z udokumentowanych źródeł wiedzy. Dzięki temu dostępna do tej pory

---

<sup>1</sup> W.A. Freyfeld, *Decision Support Systems*, NCC Publ. 1996.

<sup>2</sup> E. Chwiałkowska, *Sztuczna inteligencja w systemach eksperckich*, MIKOM, Warszawa 1991.

<sup>3</sup> J. Mulawka, *Systemy ekspertowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.

<sup>4</sup> *Statystyczne systemy ekspertowe*, red. Cz. Domański, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1998.

wąskiemu gronu specjalistów wiedza staje się ogólnie dostępna i umożliwia szeregowym pracownikom wykonywanie pewnych zadań, którymi w przeciwnym razie musieliby się zająć rzeczoznawcy. System ekspertowy jest więc skutecznym sposobem archiwizacji wiedzy fachowej oraz znakomitym medium jej rozpowszechniania. Po odpowiednim zakodowaniu wiedza ekspercka może być wielokrotnie powielana i globalnie dystrybuowana za pośrednictwem sieci Internet<sup>5</sup>.

Budowa systemu ekspertowego jest procesem bardzo praco- i kosztochłonnym. Wynika to przede wszystkim z konieczności zatrudnienia wysokiej klasy ekspertów, których czas jest wyceniany bardzo wysoko, oraz z konieczności zgromadzenia w bazie wiedzy systemu ekspertowego wiedzy jak najdokładniej odzwierciedlającej system przedmiotowy. Pomimo to obecnie systemy ekspertowe są narzędziem analitycznym bardzo często stosowanym w praktyce gospodarczej. Bilans kosztów i korzyści wynikających z ich zastosowania w miejsce ekspertyz ludzkich jest najczęściej dodatni. Jak pisze E. Radosiński, „analiza wiedzy przez system wykazuje ogólnie znane zalety przetwarzania komputerowego, czyli że jest to proces tani, szybki, w pełni powtarzalny. Diagnozy systemu ekspertowego są wyczerpująco dokładne, gdyż program komputerowy sprawdza wszystkie możliwe fakty, relacje, ścieżki wnioskowania. Wykorzystując mechanizmy objaśniające, program może w dowolnej chwili uzasadnić swe postępowanie i opisać przesłanki, na podstawie których sformułował określone konkluzje. System ekspertowy jest przy tym pozbawiony niektórych ograniczeń objawiających się w bezpośrednim kontakcie fachowca z poszukującym porady. Eksperci są tylko ludźmi, a zatem bywają nieuważni, niedbali, wykazują, właściwą organizmom żywym, skłonność do zapominania i popełniania omyłek. Komputer natomiast, ma zawsze dla nas czas, nie jest zmęczony ani zirytowany, nie żąda za każdą poradę wysokiego honorarium”<sup>6</sup>.

W ostatnich latach obserwuje się ogromny wzrost zainteresowania systemami ekspertowymi w ekonomii, a zwłaszcza w takich dziedzinach, jak finanse, rachunkowość, ubezpieczenia, bankowość czy zarządzanie. W tych obszarach systemy ekspertowe znajdują zastosowanie między innymi

---

<sup>5</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne w dynamicznej analizie decyzyjnej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Wrocław 2001.

<sup>6</sup> Tamże.

- w prognozowaniu: bankructw, notowań giełdowych, kursów walut czy wskaźników finansowo-ekonomicznych;
- w klasyfikacji przedsiębiorstw;
- w wycenie kontraktów terminowych oraz nieruchomości;
- we wspomaganiu minimalizacji kosztów produkcji oraz kontroli w firmie;
- w wielokryterialnej ocenie sprawozdań finansowych;
- w planowaniu obciążeń podatkowych;
- w zarządzaniu zasobami gotówkowymi.

Rosnące zainteresowanie systemami ekspertowymi w ekonomii wynika z tego, że naśladują one sposób rozumowania człowieka i dzięki temu mogą wspomagać go w procesie podejmowania decyzji oraz posiadają zdolność wykrywania ukrytych zależności i przewidywania efektów zmian parametrów decyzyjnych, co jest istotne zwłaszcza tam, gdzie istnieje olbrzymia liczba danych, które w celu podjęcia prawidłowej decyzji, muszą zostać przeanalizowane jednocześnie.

W niniejszym artykule dokonano krótkiego przeglądu systemów ekspertowych stosowanych w różnych obszarach działalności ekonomicznej. Przedstawiony przegląd nie pretenduje w żaden sposób do rangi kompletnego. Jego zadaniem jest bowiem jedynie wskazanie, że systemy ekspertowe są systemami informatycznymi powszechnie stosowanymi w praktyce ekonomicznej, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych, i ich dalszy rozwój jest niezbędny do poprawy jakości usług oferowanych na przykład przez instytucje finansowe czy też poprawy jakości zarządzania podmiotami gospodarczymi. Dlatego wszelkie badania, których wyniki pozwalają na rozwój i zwiększenie możliwości systemów ekspertowych, są bardzo istotne dla gospodarki.

## **1. Architektura systemów ekspertowych**

W literaturze przedmiotu przyjęło się wyróżniać pięć głównych komponentów architektury systemów ekspertowych. Są to: mechanizm wnioskowania, moduł dialogowy, moduł objaśniania, baza wiedzy i moduł pozyskiwania (aktualizacji) wiedzy (rysunek 1)<sup>7</sup>. Pierwszy ze wskazanych komponentów – mecha-

---

<sup>7</sup> B. Stefanowicz, *Sztuczna inteligencja i systemy eksperckie*. Przewodnik, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2002.

nizm wnioskowania – jest zbiorem programów służących do manipulowania bazą wiedzy w celu analizy i rozwiązywania zadanych systemowi ekspertowemu problemów. Mechanizm ten steruje procesem wnioskowania, łącząc informacje przekazywane od użytkownika oraz fakty i reguły wnioskowania zapisane w bazie wiedzy w celu dojścia do konkluzji stanowiących podstawę końcowej diagnozy. Jak pisze Cz. Domański, sensowny mechanizm wnioskowania powinien być wyposażony w strategię radzenia sobie z niepewnością i niedoskonałością, oparte na przykład na metodach rachunku prawdopodobieństwa, współczynnika pewności lub metodach rozumowania rozmytego<sup>8</sup>. Pomimo że o jakości systemu ekspertowego świadczy przede wszystkim baza wiedzy, w którą jest on wyposażony, to bez względu na jej rozległość, system ekspertowy pozbawiony mechanizmu wnioskowania nie będzie w ogóle w stanie działać, ponieważ nie będzie w stanie poprawnie zastosować posiadanej wiedzy. Mechanizm wnioskowania umożliwi również tworzenie nowej wiedzy na podstawie wiedzy istniejącej, zapisanej w systemie.

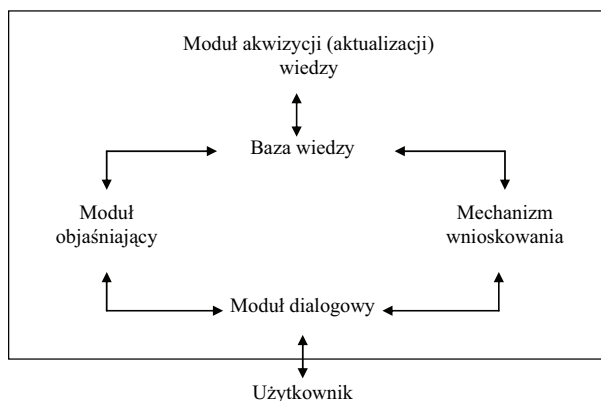
Dwa kolejne moduły systemu ekspertowego – moduł dialogowy i moduł objaśniania – służą do komunikacji z użytkownikiem. Zadaniem modułu dialogowego jest umożliwienie użytkownikowi komunikowania się z systemem ekspertowym za pomocą języka quasi-naturalnego lub naturalnego. Wykorzystując ten moduł użytkownik definiuje problem, steruje przebiegiem sesji oraz uzyskuje odpowiedzi ze strony systemu. Informacje przekazywane przez użytkownika uzupełniają bazę wiedzy systemu ekspertowego tak, aby korzystający z niej mechanizm wnioskujący mógł przeprowadzić proces wnioskowania i wygenerować odpowiedź dla użytkownika w formie diagnozy, porady bądź proponowanej decyzji. Z kolei zadaniem modułu objaśniania jest wyjaśnienie użytkownikowi, dlaczego proponowane jest takie, a nie inne rozwiązanie postawionego problemu decyzyjnego. Moduł ten umożliwia więc prezentację sposobu rozumowania systemu ekspertowego<sup>9</sup>. Powszechnie uważa się, że możliwość wyjaśniania proponowanych rozwiązań zwiększa zaufanie użytkownika do decyzji systemu ekspertowego. Jak pisze Cz. Domański: „system ekspertowy, aby być godnym zaufania, musi być odpowiedzialny. Musi on być w stanie wyjaśnić

---

<sup>8</sup> *Statystyczne systemy ekspertowe...*

<sup>9</sup> J. Orylska, M. Marciniak, *Zastosowanie Prologu do budowy systemów ekspertowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.

swoje rozumowanie i uzasadnić<sup>10</sup>. Niestety, w wielu istniejących systemach ekspertowych moduł ten jest bardzo upraszczany i jego działanie polega na przedstawieniu użytkownikowi odpowiednio opracowanej listy reguł, które zostały zastosowane podczas tworzenia ekspertyzy<sup>11</sup>.



Rys. 1. Architektura systemu ekspertowego

Źródło: B. Stefanowicz, *Sztuczna inteligencja i systemy eksperckie. Przewodnik*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2002.

Kolejny moduł – baza wiedzy, jest podstawową częścią systemu ekspertowego, świadcząca o jego jakości i zakresie zastosowań. Baza wiedzy zawiera wiedzę o systemie przedmiotowym przedstawioną w postaci pewnych wzorców. Wiedza ta jest wprowadzana do systemu ekspertowego za pomocą ostatniego z modułów – modułu akwizycji wiedzy.

Proces budowy bazy wiedzy systemu ekspertowego polega na pozyskaniu wiedzy o sposobach rozwiązywania problemów z dziedziny przedmiotowej systemu oraz na przekształceniu tej wiedzy do postaci możliwej do przetworzenia przez program komputerowy<sup>12</sup>. W tradycyjnym regułowym systemie eks-

<sup>10</sup> *Statystyczne systemy ekspertowe...*

<sup>11</sup> Jednym z nielicznych wyjątków jest system InMES opisany w H. Li, P.E.D. Love, *Combining rule-based expert systems and artificial neural networks for mark-up estimation*, „Construction Management and Economics” 1999, no. 17, p. 169–176.

<sup>12</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

pertowym wiedza przedstawiana jest w postaci reguł logicznych, zdefiniowanych przez eksperta dziedzinowego<sup>13</sup>.

Pozyskanie i strukturalizacja wiedzy eksperta to zajęcie praco- i kosztochłonne, dlatego wysiłek włożony w utworzenie systemu ekspertowego jest uzasadniony jedynie wówczas, gdy system będzie wykorzystywany w długim okresie czasu przez dużą liczbę użytkowników. W pierwszych systemach ekspertowych pozyskiwanie wiedzy odbywało się na drodze przeprowadzania wielokrotnych wywiadów z ekspertami. Następnie zdobytą w ten sposób wiedzę kodowano w sposób zrozumiały dla komputera i wprowadzano do systemu. Proces ten był nieefektywny, tak z uwagi na wysokie koszty wywiadów, niechęć ekspertów do współpracy, jak i pośrednictwo inżyniera wiedzy (osoby kodującej wiedzę), który w przypadku słabej znajomości zagadnienia mógł doprowadzić do przekłamań w systemie. Począwszy od lat osiemdziesiątych rozpoczęto stopniową automatyzację procesu pozyskiwania wiedzy od ekspertów.

Ogólnie uważa się, że pozyskiwanie wiedzy od eksperta dziedzinowego jest wąskim gardłem w budowie systemu ekspertowego. Jak pisze Cz. Domański, eksperci różnią się niekiedy diametralnie podejściem do rozwiązania danego problemu decyzyjnego, choć może się zdarzyć, że każdy z nich ma w pewnym stopniu rację. Baza wiedzy systemu jest budowana na podstawie wiedzy pozyskiwanej od specjalistów, jeżeli więc wiedza ta okaże się niepełna, niepewna lub zróżnicowana zależnie od eksperta, to takie same błędy pojawiają się w bazie wiedzy systemu ekspertowego, co będzie miało wpływ na poprawność generowanych przez system ekspertyz. Ponadto proces pozyskiwania wiedzy od specjalistów danej dziedziny poprzez wielokrotne wywiady jest zwykle czasochłonny i nieefektywny ze względu na zasadnicze różnice między myśleniem człowieka a przetwarzaniem informacji przez program komputerowy<sup>14</sup> oraz, wspomnianą wcześniej, niechęć ekspertów do współpracy<sup>15</sup>.

Kolejnym problemem jest to, że w przypadku bardzo skomplikowanych systemów przedmiotowych często eksperci nie potrafią jednoznacznie określić, dlaczego podjęli daną decyzję, albo wydali orzeczenie. Wynika to z tego, że

---

<sup>13</sup> J. Mulawka, *Systemy ekspertowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.

<sup>14</sup> *Statystyczne systemy ekspertowe...*

<sup>15</sup> J.M. Lightfoot, *Expert knowledge acquisition and the unwilling expert: a knowledge engineering perspective*, „Expert Systems” 1999, vol. 16, no. 3.

eksperci, rozwiązując pewną konkretną sytuację decyzyjną, często korzystają nie tylko z ogólnie obowiązujących reguł, ale także ze swojej intuicji. Eksperci są więc w stanie określić jedynie pewne ogólne reguły rządzące badanym systemem, natomiast wiedza szczegółowa, leżąca u podstaw wydawanych przez nich decyzji, musi zostać przekształcona na reguły logiczne w inny, niewymagający ich bezpośredniego udziału, sposób<sup>16</sup>.

Jednym z możliwych rozwiązań wskazanego problemu jest wykorzystanie w procesie pozyskiwania wiedzy narzędzi umożliwiających bezpośrednią indukcję wiedzy ze zbioru przykładów opisujących zachowanie badanego systemu. Jest to obecnie możliwe dzięki rozwojowi koncepcji maszynowego uczenia się oraz dzięki zastosowaniu indukcyjnych metod pozyskiwania wiedzy. Metody te polegają na zgromadzeniu dużej liczby możliwych rozwiązań danej sytuacji decyzyjnej, na podstawie których system ekspertowy bądź jakieś narzędzie wspomagające, automatycznie generuje reguły decyzyjne, wykorzystane później w bazie wiedzy.

## **2. Ekonomiczne zastosowania systemów ekspertowych**

Systemy ekspertowe coraz częściej znajdują zastosowanie w rozwiązywaniu problemów ekonomicznych<sup>17</sup>. Rosnące zainteresowanie systemami ekspertowymi w ekonomii wynika przede wszystkim z tego, że są to systemy naśladujące sposób rozumowania człowieka i dzięki temu mogą wspomagać go w procesie podejmowania decyzji. Systemy ekspertowe są stosowane w sektorze ekonomicznym od wczesnych lat osiemdziesiątych, zarówno w sferze finansów przedsiębiorstw, jak i w bankowości, ubezpieczeniach, a nawet w instytucjach pożytku publicznego. Według K. Ishii i S. Hayami, systemy ekspertowe wdrażane są we wszystkich dziedzinach działalności gospodarczej, w różnych typach przedsiębiorstw, a szczególnie w przedsiębiorstwach dużych<sup>18</sup>.

Pierwszym bardzo poważnym użytkownikiem ekonomicznych systemów ekspertowych są ogólnie rozumiane przedsiębiorstwa. Systemy są tu stosowane

---

<sup>16</sup> I. Rejer, *System ekspertowy prognozowania bankructw przedsiębiorstw*, w: *Wspomaganie informatyczne rozwoju społeczno-gospodarczego i ochrony środowiska*, red. J. Studziński, Podlaska Akademia Nauk, Instytut Badań Systemowych, Warszawa 2004.

<sup>17</sup> J. Orylska, M. Marciniak, *Zastosowanie Prologu...*

<sup>18</sup> K. Ishii, S. Hayami, *Expert systems in Japan*, „IEEE, Expert: Intelligent Systems and Their Applications” 1988, p. 68–74.

zarówno do kontroli sprawozdań finansowych, jak i do zarządzania personelem czy też wspomagania działań marketingowych. Podstawowym działem przedsiębiorstw, w którym systemy ekspertowe są szczególnie użyteczne jest rachunkowość i finanse. Systemy ekspertowe stosowane są tutaj głównie do przygotowania listy płac, minimalizacji kosztów produkcji, wielokryterialnej oceny sprawozdań finansowych, planowania obciążeń podatkowych, ustalania polityki leasingu, zarządzania zasobami gotówkowymi, wyceny wartości firmy itd. Grupa tego rodzaju systemów jest bardzo obszerna. Przykładowo, takimi systemami są:

- FSA (*Financial Statement Analyser*) – system przeznaczony do oceny sprawozdawczości finansowej firmy za minione okresy działalności<sup>19</sup>.
- FINSIM – system stosowany do automatyzacji niektórych czynności związanych z analizą sprawozdawczości finansowej, takich jak przeprowadzenie retrospektywnej analizy stanu finansów przedsiębiorstwa, informowanie o aktualnej sytuacji gospodarczej firmy czy też diagnozowanie stanu przedsiębiorstwa<sup>20</sup>.
- Financial Advisor – system opracowany przez firmę Palladin Inc., wspierający decydenta przy formułowaniu ogólnej strategii inwestycyjnej przedsiębiorstwa<sup>21</sup>.
- Doradca Inwestycyjny – system zbudowany przez firmę AITech, przeznaczony do oceny ekonomiczno-finansowej przedsięwzięć inwestycyjnych<sup>22</sup>.
- Lending Advisor – system przeznaczony do doradztwa w zakresie inwestycji kapitałowych<sup>23</sup>.

---

<sup>19</sup> C. Mui, W.E. McCarthy, *FSA: applying AI techniques to the familiarisation phase of financial decision making*, „IEEE Expert”, vol. 2, no. 3, 1987.

<sup>20</sup> M. Klein, *Finsim expert: a KN/DSS for financial analysis and planning*, Proc of the EUROINFO, red. H.J. Burlinger, E.N. Protonotarios, D. Bouwhuis, F. Reim, North-Holland, Amsterdam 1998.

<sup>21</sup> E. Turban, *Decision support and expert systems*, Macmillan, New York 1990.

<sup>22</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

<sup>23</sup> J. Keyes, *Five micro-based financial experts*, „Financial & Accounting Systems” 1991, vol. 7, no. 2.



- PACEE – system wdrożony w Tyler Manufacturing, wspomagający rozważanie wielu opcji inwestycyjnych mających finansowy wpływ na konkurencyjność przedsiębiorstwa<sup>24</sup>.
- Exper-TAX – system dostarczający porad w zakresie planowania obciążeń podatkowych<sup>25</sup>.
- World Tax Planner (wdrożony przez firmę Deloitte&Touche), International Tax Planning System (wdrożony przez firmę Price&Waterhouse) i CLINTE (wdrożony przez firmę Coopers&Lybrand) – systemy przeznaczone do wspomagania menedżerów przy określaniu sytuacji podatkowej dużych ponadnarodowych firm w celu minimalizacji zobowiązań fiskalnych<sup>26</sup>.
- SILMAN – system przeznaczony do wspomagania projektowania optymalnej polityki leasingu<sup>27</sup>.
- Analyst – system przeznaczony do analizy finansowej pośredników w sprzedaży samochodów przez producenta<sup>28</sup>.
- INVEX – system do oceny projektów inwestycyjnych; jego podstawowym zadaniem jest ustalenie, czy możliwe jest zaakceptowanie przedstawionego projektu i czy stanowi on najlepszą alternatywę<sup>29</sup>.

Poza działem rachunkowości i finansów systemy ekspertowe są wykorzystywane w przedsiębiorstwach na przykład do

- zarządzania personelem na przykład:
  - system MANAGEMENT EDDGE przeznaczony do wspomagania organizowania stosunków z podwładnymi i przełożonymi oraz do oceny zdolności menedżerskich i organizacyjnych pracowników<sup>30</sup>,

---

<sup>24</sup> C.E. Brown, M.E. Phillips, *Expert Systems for Management Accountants*, Institute of Management Accountants 1994.

<sup>25</sup> D.L. Shpilberg, L.E. Graham, H. Schatz, *ExpertTAX: an expert system for corporate tax planning*, "Expert Systems" 1986, vol. 3, no. 3.

<sup>26</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

<sup>27</sup> J. Chromiec, E. Strzemieczna, *Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.

<sup>28</sup> E. Turban, E. McLean, J. Wetherbe, *Information technology for management. Improving quality and productivity*, John Wiley & Sons Inc., New York 1996.

<sup>29</sup> S. Vranes, *Expert System Shell Flexibility: BEST Case Study*, ed. S. Tzafestas, Engineering Systems with Intelligence, Kluwer Academic Publishers 1992, pp. 33–38.

<sup>30</sup> E. Turban, *Decision support...*

- system MEEPLES zastosowany w firmie Rolls-Royce and Associates Ltd. do planowania i podniesienia wydajności spotkań służbowych<sup>31</sup>;
- wyboru nowych pracowników na przykład:
  - GASS – system stosowany w firmie Marks&Spencer do przeprowadzania wywiadu z kandydatami na pracowników<sup>32</sup>;
- planowania badań i inwestycji;
- modelowania rynku konsumenta;
- wspomagania zarządzania produkcją;
- wspomagania marketingu finansowego, na przykład
  - system FAME wdrożony w IBM US Marketing & Services, w celu rekomendowania zmian w propozycjach marketingowych w taki sposób, aby były dopasowane do technicznych wymagań klienta oraz żeby były konkurencyjne dla innych podobnych ofert obecnych na rynku<sup>33</sup>.

Abstrahując od systemów ekspertowych wykorzystywanych w szerokim przekroju przedsiębiorstw, w grupie systemów ekspertowych można wyróżnić wiele narzędzi przeznaczonych dla konkretnych rodzajów przedsiębiorstw, instytucji oraz osób prywatnych, na przykład domów audytorskich, banków, uczestników rynków kapitałowych.

Sektorem szczególnie często korzystającym z usług systemów ekspertowych są firmy audytorskie. Ich zadaniem jest weryfikacja rocznych sprawozdań finansowych. Pozytywna opinia audytora (biegłego rewidenta) świadczy o tym, że informacje finansowe o firmie są wiarygodne<sup>34</sup>. Analiza sprawozdań finansowych zawierających często bardzo wiele (już zagregowanych!) danych jest bardzo trudna i czasochłonna – może trwać od kilku dni, do kilku tygodni czy miesięcy. Ponadto, olbrzymia liczba danych, które muszą zostać przeanalizowane, w celu uchwycenia pewnego ogólnego obrazu stanu finansów firmy, jest tak duża, że najczęściej nie jest możliwa do objęcia przez jednego eksperta.

---

<sup>31</sup> J. Chromiec, E. Strzemieczna, *Sztuczna inteligencja...*

<sup>32</sup> Tamże.

<sup>33</sup> C. Apte, J. Griesmer, S.J. Hong, M. Karnaugh, J. Kastner, M. Laker, E. Mays, *Utilizing knowledge intensive techniques in an automated consultant for financial marketing*, „Expert Systems in Economics, Banking and Management”, red. L.F. Pau, Elsevier Science Publishers, B.V., North-Holland 1989, pp. 279–288.

<sup>34</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

Zastosowanie systemu ekspertowego może więc nie tylko skrócić czas prowadzenia analiz, ale również podnieść jakość ekspertyz.

W literaturze opisywanych jest wiele systemów ekspertowych funkcjonujących w znanych firmach audytorskich, takich jak Deloitte & Touche, KPMG Peat Marwick, PriceWaterhouseCoopers, Ernst & Young, Arthur Andersen<sup>35</sup>. Firmy te wykorzystują systemy ekspertowe do rozwiązywania złożonych, słabo ustrukturalizowanych problemów decyzyjnych dotyczących<sup>36</sup> planowania badania sprawozdań finansowych, ustalania domniemanej kontynuacji działania klienta, badania rozbieżności ocen biegłego rewidenta ze standardami wewnętrznej kontroli, śledzenia systemu komputerowego klienta, oceny integralności systemu i identyfikacji nieprawidłowości w jego funkcjonowaniu itp.

Wśród systemów ekspertowych stosowanych przez firmy audytorskie można wymienić między innymi:

- AUDITOR – uważany za pierwszy system ekspertowy przeznaczony do wspomagania pracy rewidenta księgowego; jego podstawowym zadaniem jest szacowanie funduszy asygnowanych z tytułu nieściągalnych długów<sup>37</sup>;
- VATIA – system ekspertowy opracowany na potrzeby firmy Ernst & Young, przeznaczony do wspomagania kontroli poprawności obliczenia podatku od wartości dodanej<sup>38</sup>;
- Expertest – system wdrożony w firmie Coopers & Lybrand, w celu wspomagania stażystów w samodzielnym przygotowaniu planu audytu; wdrożenie systemu przyniosło poprawę wydajności i jakości pracy rewidentów<sup>39</sup>;

---

<sup>35</sup> J. Zieliński i in., *Intelligentne systemy w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000; E. Radośniński, *Systemy informatyczne...*

<sup>36</sup> J. Zieliński i in., *Intelligentne systemy...*

<sup>37</sup> C. Dungan, *A model of an audit judgement in the form of expert system*, University of Illinois 1983.

<sup>38</sup> J. Chromiec, E. Strzemieczna, *Sztuczna inteligencja...*; E. Radośniński, *Systemy informatyczne...*

<sup>39</sup> C.E. Brown, D. Murphy, *The use of auditing expert systems in public accounting*, „Journal of Information Systems” 1990, vol. 5, no. 1.

- Audit Planning Advisor – system wykorzystywany w firmie Deloitte & Touche do automatycznego opracowania wstępnego planu audytu na podstawie dialogu z rewidentem<sup>40</sup>;
- Risk Advisor – system wykorzystywany w firmie Deloitte & Touche, wspomagający analizę informacji ilościowych i jakościowych wykorzystywanych w audycie<sup>41</sup>;
- LOANPROBE – system wykorzystywany przez firmę KPMG Peat Marwick do badania przyczyn utraty kredytów przez banki<sup>42</sup>;
- AUDPREX – system wykorzystywany przez firmę KPMG Peat Marwick do oceny gospodarki materiałowej przedsiębiorstw<sup>43</sup>.

Większość systemów ekspertowych wspierających audyt ma niepowtarzalny charakter, co oznacza, że są one stosowane przez te firmy, które bezpośrednio uczestniczyły w procesie ich budowy, dostarczając wymaganej wiedzy eksperckiej. Poza tymi specjalistycznymi systemami ekspertowymi z zakresu audytu, firmy audytorskie korzystają również często ze standardowych systemów ekspertowych, przeznaczonych do analizy finansowej przedsiębiorstw.

Kolejna grupa firm korzystających z pomocy systemów ekspertowych to instytucje finansowe, głównie banki. W bankowości systemy ekspertowe stosowane są głównie do oceny kondycji ekonomicznej klientów występujących o udzielenie pożyczki. Jak podkreśla E. Radosiński<sup>44</sup>, podjęcie decyzji o udzieleniu pożyczki przedsiębiorstwu jest zagadnieniem wielokryterialnym, ponieważ wymaga uwzględnienia zarówno przesłanek wynikających z ogólnej strategii finansowej banku, jak i specyficznych cech rozważanego wniosku kredytowego. Ta wielokryterialność problemu, wraz z niepewnością oszacowań rzeczywistej sytuacji finansowej kredytobiorcy powoduje, że zadanie udzielenia kredytu staje się problemem decyzyjnym niepoddającym się prostym zabiegom optymalizacyjnym. Zastosowanie systemu ekspertowego jest tu często jedyną możliwą formą obiektywizacji decyzji kredytowych. Oczywiście, poza oceną kondycji ekonomicznej potencjalnych kredytobiorców, banki wykorzystują

---

<sup>40</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

<sup>41</sup> Tamże.

<sup>42</sup> G.S. Ribar, *Uses of expert systems technology at Peat Marwick Main*, „Expert Systems Review” 1987, vol. 1, no. 1.

<sup>43</sup> K.P. Kelly, *Modeling the audit planning process*, „Expert Systems Review” 1987, vol. 1, no 1.

<sup>44</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

systemy ekspertowe również w innych obszarach swojej działalności, na przykład do wspomagania decyzji w zakresie obrotu walutowego czy też do wspomagania decyzji inwestycyjnych klientów banku.

Poniżej wymieniono kilka przykładowych systemów ekspertowych stosowanych w obszarze bankowości:

- BANKER – system stosowany do wspomagania zarządzania ryzykiem finansowym<sup>45</sup>,
- FINEVA – system wdrożony w banku greckim ETEVA, służący do weryfikacji wniosków kredytowych przedsiębiorstw pod względem spełniania wybranych kryteriów finansowych; na wyjściu system generuje ranking firm uszeregowany według klas ryzyka<sup>46</sup>,
- LASS (*Lending Analysis Support System*) – system służący do oceny kondycji ekonomicznej potencjalnych kredytobiorców<sup>47</sup>,
- KABAL – system stosowany w analizie ekonomicznej przedsiębiorstw, które starają się o kredyt w norweskich kasach oszczędnościowych<sup>48</sup>,
- CLUES – system do automatyzacji procesu rozpatrywania wniosków o kredyty hipoteczne; wdrożenie systemu w banku Countryside pozwoliło na skrócenie czasu oceny jednego wniosku kredytowego z 50 do 15 minut, co równało się rocznym korzyściom na poziomie 2,2 mln dolarów<sup>49</sup>,
- COMPASS – system do automatyzacji procesu rozpatrywania wniosków kredytowych stosowany przez Bank of Scotland; wprowadzenie systemu skróciło czas rozpatrywania wniosków z jednego tygodnia do 3–5 minut<sup>50</sup>,

---

<sup>45</sup> M. Klein, L.B. Methlie, *Expert systems; decision support approach with applications in management and finance*, Addison-Wesley, Reading 1990.

<sup>46</sup> N.F. Matsatsinis, M. Doumpos, C. Zopounidis, *Knowledge acquisition and representation for expert systems in the field of financial analysis*, „Expert Systems with Applications” 1997, vol. 12, no. 2.

<sup>47</sup> P. Duchessi, S. Belardo, *Lending Analysis Support System (LASS). An application of a knowledge-based system to support commercial loan analysis*, „IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics” 1987, vol. 7, no. 4.

<sup>48</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

<sup>49</sup> *Intelligent Systems for Finance and Business*, red. S. Goonatilake, P. Treleaven, Wiley&Sons, Chishester 1995.

<sup>50</sup> A. Sangster, *The bank of Scotland's COMPASS – the future of bank lending?*, „Expert Systems with Applications” 1995, vol. 9, p. 457–468.

- INCEST – system, którego zadaniem jest doradztwo w dziedzinie finansów, zwłaszcza w zakresie inwestycji; system ten podczas dialogu z urzędnikami bankowymi zyskuje informacje o życzeniach klientów i na tej podstawie formułuje propozycje inwestycyjne,
- Port-Man – bankowy system doradczy, wdrożony w banku ASK w Australii, w celu wspomaganie urzędników bankowych w zakresie udzielania porad na temat inwestycji w produkty bankowe; zadaniem systemu jest wybranie gamy produktów bankowych, które spełniają kryteria inwestycyjne zdefiniowane przez klienta; wybrane produkty są szeregowane według stopy zwrotu z inwestycji oraz poziomu ryzyka<sup>51</sup>;
- DEVEX – system wdrożony w banku Čačanska w Serbii, w celu wspomaganie urzędników bankowych w zakresie wymiany walut w transakcjach międzynarodowych<sup>52</sup>.

Inne instytucje finansowe również powszechnie korzystają z pomocy systemów ekspertowych, na przykład instytucje ubezpieczeniowe wykorzystują systemy ekspertowe do oceny ryzyka ubezpieczeniowego (UNDERWRITING ADVISOR), a centra finansowe, takie jak American Express, w celu wspomaganie autoryzacji kredytów udzielanych w ramach kart kredytowych (na przykład Authorizer's Assistant).

Następną, bardzo rozbudowaną grupę systemów ekspertowych stanowią systemy wykorzystywane na rynkach kapitałowych. Do zadań tych systemów należy zaliczyć: analizę zachowań inwestorów giełdowych, zarządzanie portfelem inwestycyjnym, generowanie rekomendacji kupno-sprzedaż, ocenę papierów wartościowych itd. Kilka systemów ekspertowych stosowanych przez uczestników rynków kapitałowych zostało wymienionych poniżej:

- Portfolio Management Advisor – system zbudowany na potrzeby Atlanta Group, przeznaczony do zarządzania portfelem lokat kapitałowych<sup>53</sup>,

---

<sup>51</sup> Y.Y. Chan, T.S. Dillon, E.G. Saw, *Port-Man – An Expert System of Portfolio Management in Banks*, Expert Systems in Economics, Banking and Management, ed. L.F. Pau, Elsevier Science Publishers, B.V., North-Holland 1989, p. 87–96.

<sup>52</sup> L. Nedovic, V. Devedzic, *DEVEX – An Expert System for Currency Exchange Advising*, „International Journal of Knowledge Based Intelligent Engineering Systems” 2003, vol. 7, part 1, pp. 38–45.

<sup>53</sup> E. Radosiński, *Systemy informatyczne...*

- Macro World Investor – system, którego zadaniem jest generowanie rekomendacji kupna-sprzedaży dla inwestorów działających na nowojorskiej giełdzie papierów wartościowych<sup>54</sup>,
- STOCKGURU – system zbudowany i wykorzystywany w Holandii i Wielkiej Brytanii do generowania sygnałów kupna-sprzedaży<sup>55</sup>,
- TARA (Technical Analysis and Reasoning Assistant) – system przeznaczony do wspomagania inwestorów na rynkach walutowych<sup>56</sup>,
- FOLIO – system wspomagający inwestorów na rynkach kapitałowych; jego podstawowe zadania to: ocena papierów wartościowych, ocena stopnia ryzyka inwestowania w dany papier wartościowy, ocena wielkości przewidywanej dywidendy oraz ocena stopy zwrotu kapitału<sup>57</sup>,
- system ekspertowy wykorzystywany przez giełdę nowojorską do modelowania i śledzenia działalności handlowej indywidualnej i korporacji w celu wykrywania potencjalnie nielegalnych transakcji;
- system ekspertowy stworzony przez Arthur Andersen & Company w celu wspomagania komisji SEC (Securities & Exchange Commission) w zakresie badania poprawności sprawozdań finansowych wszystkich spółek giełdowych pod kątem ich zgodności z prawem stanowym i federalnym.

## **Podsumowanie**

Dokonany w niniejszym artykule przegląd ekonomicznych zastosowań systemów ekspertowych wskazuje na powszechne nimi zainteresowanie. Wynika to przede wszystkim z oszczędności kosztów związanych z prowadzeniem analiz ekonomicznych oraz znacznym skróceniem czasu oczekiwania na wyniki takich analiz. Ponadto systemy ekspertowe mają zdolność do wykrywania ukrytych zależności i przewidywania efektów zmian parametrów decyzyjnych, co jest istotne zwłaszcza tam, gdzie istnieje olbrzymia liczba danych, które – w celu podjęcia prawidłowej decyzji – muszą zostać jednocześnie przeanalizowane (na przykład analiza sprawozdań finansowych). Zastosowanie syste-

---

<sup>54</sup> B. Stefanowicz, *Sztuczna inteligencja...*

<sup>55</sup> <http://www.stock-guru.co.uk>.

<sup>56</sup> E. Turban, E. McLean, J. Wetherbe, *Information technology...*

<sup>57</sup> B. Stefanowicz, *Sztuczna inteligencja...*

mów ekspertowych pozwala również na podniesienie jakości ekspertyz, które mogą zostać opracowane w ich przypadku na podstawie wiedzy wielu ekspertów, zaszytej wewnątrz bazy wiedzy systemu ekspertowego. Dodatkowo oczekuje się, że dzięki wprowadzeniu systemów ekspertowych do analizy decyzyjnej będzie można uwzględnić w ocenie firm, oprócz czynników ilościowych, także czynniki jakościowe oraz będzie można prezentować wyniki analizy w języku quasi-naturalnym. Wreszcie, dzięki systemom ekspertowym może zostać podniesiona wydajność pracy nowych pracowników bez potrzeby przeprowadzania długich szkoleń. Nowi pracownicy mogą bowiem korzystać z wiedzy zapisanej w systemie ekspertowym przez pracowników bardziej doświadczonych. Dzięki temu skrócony zostaje etap ich wdrażania.

Prace nad rozwojem możliwości systemów ekspertowych znajdują się obecnie w kręgu zainteresowań wielu znaczących placówek naukowych i badawczych na całym świecie. Są one ukierunkowane zarówno na opracowywanie nowych sposobów organizacji baz wiedzy oraz nowych metod wnioskowania i reprezentacji wiedzy, jak i na zwiększenie wiarygodności i trafności decyzji sugerowanych przez system ekspertowy.

## Literatura

- Apte C., Griesmer J., Hong S.J., Karnaugh M., Kastner J., Laker M., Mays E., *Utilizing knowledge intensive techniques in an automated consultant for financial marketing*, Expert Systems in Economics, Banking and Management, red. L.F. Pau, Elsevier Science Publishers, B.V., North-Holland 1989.
- Brown C.E., Murphy D., *The use of auditing expert systems in public accounting*, „Journal of Information Systems” 1990, vol. 5, no. 1.
- Brown C.E., Phillips M.E., *Expert Systems for Management Accountants*, Institute of Management Accountants 1994.
- Chan Y.Y., Dillon T.S., Saw E.G., *Port-Man – An Expert System of Portfolio Management in Banks*, Expert Systems in Economics, Banking and Management, red. L.F. Pau, Elsevier Science Publishers, B.V., North-Holland 1989.
- Chromiec J., Strzemieczna E., *Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
- Chwiałkowska E., *Sztuczna inteligencja w systemach eksperckich*, MIKOM, Warszawa 1991.



- Statystyczne systemy ekspertowe*, red. Cz. Domański, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1998.
- Duchessi P., Belardo S., *Lending Analysis Support System (LASS). An application of a knowledge-based system to support commercial loan analysis*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 1987, vol. 7, no. 4.
- Dungan C., *A model of an audit judgement in the form of expert system*, Ph. D dissertation, University of Illinois 1983.
- Freyenfeld W.A., *Decision Support Systems*, NCC Publ. 1996.
- Intelligent Systems for Finance and Business*, eds. S. Goonatilake, P. Treleaven, Wiley&Sons, Chichester 1995.
- Ishii K., Hayami S., *Expert systems in Japan*, „IEEE Expert: Intelligent Systems and Their Applications” 1988.
- Kelly K.P., *Modeling the audit planning process*, „Expert Systems Review” 1987, vol. 1, no. 1.
- Keyes J., *Five micro-based financial experts*, „Financial&Accounting Systems” 1991, vol. 7, no. 2.
- Klein M., *Finsim expert: a KN/DSS for financial analysis and planning*, Proc of the EUROINFO, ed. H.J. Burlinger, E.N. Protonotarios, D. Bouwhuis, F. Reim, North-Holland, Amsterdam 1998.
- Klein M., Methlie L.B., *Expert systems; decision support approach with applications in management and finance*, Addison-Wesley, Reading 1990.
- Li H., Love P.E.D., *Combining rule-based expert systems and artificial neural networks for mark-up estimation*, „Construction Management and Economics” 1999, no. 17.
- Lightfoot J.M., *Expert knowledge acquisition and the unwilling expert: a knowledge engineering perspective*, „Expert Systems” 1999, vol. 16, no. 3.
- Matsatsinis N.F., Doumpos M., Zopounidis C., *Knowledge acquisition and representation for expert systems in the field of financial analysis*, „Expert Systems with Applications” 1997, vol. 12, no. 2.
- Mui C., McCarthy W.E., *FSA: applying AI techniques to the familiarisation phase of financial decision making*, „IEEE Expert” 1987, vol. 2, no. 3.
- Mulawka J., *Systemy ekspertowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.
- Nedovic, L. Devedzic, V., *DEVEX – An Expert System for Currency Exchange Advising*, „International Journal of Knowledge Based Intelligent Engineering Systems” 2003, vol. 7, part 1.

- Orylska J., Marciniak M., *Zastosowanie Prologu do budowy systemów ekspertowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- Radosiński E., *Systemy informatyczne w dynamicznej analizie decyzyjnej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Wrocław 2001.
- Rejer I., *System ekspertowy prognozowania bankructw przedsiębiorstw*, w: *Wspomaganie informatyczne rozwoju społeczno-gospodarczego i ochrony środowiska*, red. J. Studziński, Podlaska Akademia Nauk, Instytut Badań Systemowych, Warszawa 2004.
- Ribar G.S., *Uses of expert systems technology at Peat Marwick Main*, „Expert Systems Review” 1987, vol. 1, no. 1.
- Sangster A., *The bank of Scotland’s COMPASS – the future of bank lending?*, „Expert Systems with Applications” 1995, vol. 9.
- Shpilberg D.L., Graham L.E., Schatz H., *ExpertTAX: an expert system for corporate tax planning*, „Expert Systems” 1986, vol. 3, no. 3.
- Stefanowicz B., *Sztuczna inteligencja i systemy eksperckie. Przewodnik*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2002.
- Turban E., *Decision support and expert systems*, Macmillan, New York 1990.
- Turban E., McLean E., Wetherbe J., *Information technology for management. Improving quality and productivity*, John Wiley & Sons Inc., New York 1996.
- Vranes S., *Expert System Shell Flexibility: BEST Case Study*, in: *Engineering Systems with Intelligence*, ed. S. Tzafestas, Kluwer Academic Publishers 1992.
- Zieliński J. i in., *Inteligentne systemy w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.

## **A SHORT OVERVIEW OF ECONOMIC APPLICATIONS OF EXPERT SYSTEMS**

### **Summary**

The aim of this article is to present a short overview of expert systems applied in various fields of economy. Of course, the overview is not a complete one – its only task is to show that expert systems are informatics systems commonly used in economy, especially in highly-developed countries, and their further development is necessary to improve the quality of companies management.

As it will be presented in the article, expert systems are applied in many important fields of economy, e.g. in: finance, accountancy, banking system, insurance system, management etc. In these areas expert systems are used for: forecasting of: bankruptcy,

stock prices, rates of exchange, financial indicators; evaluating of future contracts prices or properties prices; firms classification, cost minimisation, tax planning etc. The growing interest of expert systems in economy is a result of a possibility of imitating a human way of thinking which is necessary to assist a human decision maker in a process of taking a decision.

*Translated by Izabela Rejer*

