

METODYKA BUDOWY MODELI MATEMATYCZNYCH W SYSTEMACH WSPOMAGANIA DECYZJI

Antoni NOWAKOWSKI, Abdullah ZAIR

Streszczenie: W artykule przedstawiono przykładowy ogólny schemat systemów wspomaganie decyzji. Pokazano także jak ważna jest baza modeli w omawianych systemach, a także korzyści wynikające z zastosowania ich w procesie decyzyjnym. Przedstawiono także rodzaje modeli oraz metodykę budowy matematycznych modeli w systemach wspomaganie decyzji.

Słowa kluczowe: systemy wspomaganie decyzji, modelowanie, modele matematyczne.

1. Wprowadzenie

Teoria jest zbiorem systematycznie powiązanych idei. Teorie systemów są niezbędne ponieważ indywidualne idee nie rozwiązują problemów niezależnie czy są pracą intelektualną polegającą na zrozumieniu lub wyjaśnieniu bądź pracą praktyczną.

Modele są systemami idei. W procesie budowy modeli teoretycy wybierają założenia. Celem konstruowania modeli jest wybranie spośród założeń tych, które mogą rozwiązać problemy. Istnieje także pogląd, że powinniśmy wybierać te hipotezy, o których wiemy, że nie są fałszywe.

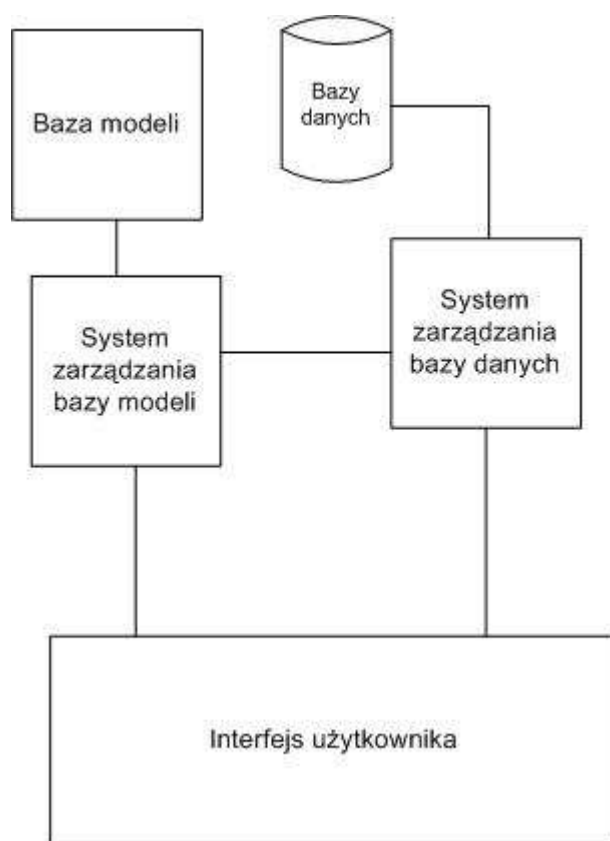
Przez długi okres umiejętność podejmowania decyzji była traktowana jako talent, który nabywa się na podstawie doświadczenia. Dzisiejsze organizacje funkcjonują w otoczeniu, które zmienia się w sposób dynamiczny. Obecnie działalność gospodarcza jest o wiele bardziej złożona, a trendy wskazują na zwiększenie się tej złożoności. Ponieważ istnieje wiele możliwych wariantów decyzji, a koszty popełnienia błędu mogą być bardzo wysokie podejmowanie decyzji jest mocno skomplikowanym procesem. Trzeba jednak pamiętać, że rezultaty poprawnych decyzji mogą dać organizacji wymierne korzyści. Dlatego menedżerowie nie powinni podejmować decyzji tylko w oparciu o intuicję i doświadczenie lecz korzystać z nowych narzędzi i technik wspierających proces podejmowania decyzji. Podejmowane w każdej organizacji decyzje stanowią niezwykle złożoną siatkę działań prowadzącą do realizacji stojących przed organizacją celów i utrzymania równowagi dynamicznej względem otoczenia. Aby ułatwić podejmowanie tych trudnych decyzji i zminimalizować ryzyko popełnienia błędu stosuje się systemy wspomaganie decyzji (ang. *Decision Support Systems - DSS*) [1].

2. Systemy wspomaganie decyzji - schemat ogólny

Systemy wspomaganie decyzji stanowią najnowszy poziom informatyzacji zarządzania. W najprostszym słowach jest to podawanie managerowi informacji do podjęcia decyzji. Słowo informacja jest tu słowem kluczowym. System powinien podawać informację, a nie liczby czy daty. Oznacza to, że wspomniane liczby czy terminy powinny być podane w formie zrozumiałej dla podejmującego decyzję w ilościach niezbędnych do jej podjęcia ale bez nadmiaru jak to ma miejsce w przypadku raportów z baz danych. Przykładowo stu

stronicowe wydruki dziennych sprzedaży są raczej mało użyteczne z powodu zbyt dużej ilości informacji. Ale na przykład wykresy sprzedaży najważniejszych produktów powiedzą znacznie więcej i szybciej.

Systemy wspomagania decyzji dążą do usprawnienia wykorzystania danych i modeli w podejmowaniu decyzji. Te systemy zazwyczaj składają się z kilku elementów, tj. interfejsu użytkownika, baz modeli, baz danych, systemów zarządzania baz danych oraz systemów do zarządzania baz modeli co przedstawiono na rysunku 1. Krytyczną i charakterystyczną cechą DSS jest wykorzystanie matematycznych lub innych modeli w procesie podejmowania decyzji. Niektóre z systemów DSS zawierają generatory (oprogramowanie dla rozwoju DSS) mające wystarczające funkcje do reprezentacji modeli, ich realizacji i zarządzania.



Rys. 1. Ogólny schemat systemu wspomagania decyzji [2]

2.1 Systemy wspomagania decyzji a baza modeli

Rozwój technologii informatycznych umożliwił wyraźną specjalizację struktury i funkcji systemu w kierunku uniwersalizującym obsługę procesów decyzyjnych [3]. System

typu DSS cechuje wydzielenie bazy procedur (modeli) decyzyjnych z oprogramowania użytkowego, możliwość symulowania różnych sytuacji decyzyjnych (różnych od sytuacji rzeczywistych zidentyfikowanych w bazie danych ewidencyjnych systemu), możliwość analizowania (śledzenia) przez użytkownika procesu wyboru modeli i generowania, w tym oceny, projektów decyzji oraz generowania przez system (na życzenie użytkownika) objaśnień i uzasadnień realizowanego procesu obliczeniowego. Użytkownik ma możliwość dialogowej (krokowej) pracy z systemem, akceptując lub wprowadzając wielkości stałe i zmienne modeli, a także określania grupy procesów realizowanych w pełni autonomicznie przez system oraz tych, co do których wymagane są ingerencje użytkownika o różnych stopniach szczegółowości [4].

DSS jest to zbiór procedur opartych na modelach, realizujący procesy przetwarzania danych oraz wnioskowania w celu wspomagania menedżera w podejmowaniu decyzji. DSS w swoim komponencie [2] „baza modeli” przechowują modele lub informacje o modelach. Zadaniem bazy modeli jest umożliwienie użytkownikowi wykorzystania przygotowanych modeli bez tworzenia ich. Często baza modeli współpracuje z bazą danych co pozwala na wielokrotne wykorzystanie, nawet w różnych modelach, raz wprowadzonych i zapamiętanych w bazie danych.

2.2 Korzyści z używania modeli w systemach DSS

Modele z reguły są łatwym w obsłudze i tańszym rozwiązaniem niż radzenie sobie z aktualną sytuacją. Wymagają, aby użytkownicy organizowali i czasami określili ilościowo informacje w tym procesie. Często wskazują obszary, w których potrzebne są dodatkowe informacje [5].

Modele zapewniają także systematyczne podejście do rozwiązywania problemów. Pozwalają one na lepsze zrozumienie problemu. Modele umożliwiają menedżerom analizę pytania "co jeśli", pomagają ich użytkownikom wyraźnie precyzować cele. Modele służą jako spójne narzędzie do oceny, umożliwiają również ich użytkownikom wykorzystanie mocy matematyki w celu odkrycia problemu. Modele zapewniają ustandaryzowane formaty do analizy problemów.

3. Baza modeli

Baza modeli zawiera modele matematyczne danej dziedziny. Modele te są logiczno-matematycznym przedstawieniem pojęcia, systemu lub działań. Wyróżniamy trzy typy modeli [6]:

- model deterministyczny – jest on analitycznym przedstawieniem pojęcia, systemu lub działań, w którym dla danych wielkości wejściowych wyniki są określone jednoznacznie,
- model niedeterministyczny (lub stochastyczny) – to model, w którym powiązania funkcyjne zależą od wielkości losowych. Dla danych wielkości wejściowych wyniki mogą być jedynie przewidziane zgodnie z zasadami probabilistyki,
- model wartości oczekiwanych – to model, w którym wielkościom losowym zostały nadane ich wartości oczekiwane [7].

3.1. Modele decyzyjne

Nawiązując do teorii optymalizacji można zauważyć, że cechą charakterystyczną każdego zadania optymalizacji jest występowanie pewnego niepustego zbioru X , zwanego zbiorem rozwiązań dopuszczalnych. W praktycznym zastosowaniu jest to zbiór dopuszczalnych decyzji, który w formalnym zapisie może się wyrażać w postaci zbioru odpowiednich macierzy decyzyjnych, wektorów, czy też funkcji mających odpowiednią interpretację. Następną cechą charakterystyczną zadania optymalizacji jest występowanie tzw. funkcji użyteczności (wskaźnika jakości) [4].

W teorii podejmowania decyzji zdefiniowano przykładowe matematyczne modele decyzyjne. Każdy taki model składa się z dwóch podstawowych elementów, tj. warunków ograniczających i funkcji kryterium. Podstawowa zależność w każdym modelu decyzyjnym tego rodzaju ma postać:

$$V_i = f(X_i, A_{ij}) \quad (1)$$

gdzie: i – numer decyzji możliwej do podjęcia,

V_i – miara efektywności podjętej decyzji,

X_i – zmienne decyzyjne określające możliwe warianty wyboru,

A_{ij} – parametry modelu, tj. czynniki mające wpływ na działanie, lecz nie podlegające sterowaniu przez decydenta.

Literatura [4,8,9,10] często jako elementy modelu decyzyjnego wymienia: miarę efektywności podjętej decyzji, możliwe do podjęcia decyzje oraz miarę niepewności wpływu zmiennych decyzyjnych na uzyskane po podjęciu decyzji efekty [5]. W tego typu modelach stosowanych do problemów decyzyjnych słabo i źle ustrukturalizowanych stosuje się modele probabilistyczne, których reprezentacją są grafy skierowane zwane sieciami Bayesa (*Bayesian Networks*).

Tradycyjne wspomaganie decyzji zorientowane było na modele (Model-Driven Decision Support Systems). Wiązało się ono z formalną reprezentacją modeli decyzyjnych z wykorzystaniem narzędzi analizy decyzyjnej, optymalizacji, modelowania stochastycznego, symulacji, statystyki oraz modelowania logicznego. Zakładano, że problemy decyzyjne identyfikowane w fazie analizy, doprowadzą do wyboru odpowiedniej techniki modelowania, a skonstruowany model posłuży do oceny alternatywnych decyzji. We wspomaganiu decyzji zorientowanym na modele odwoływano się do sekwencji następujących kroków:

problem decyzyjny -> model -> dane -> analiza -> rozwiązanie [11].

3.2 Metodyka budowy modeli

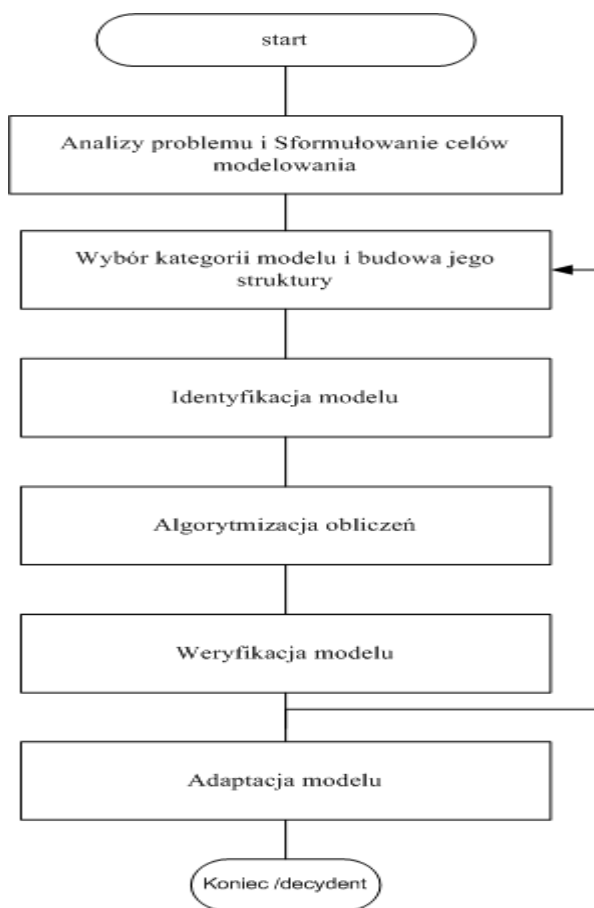
Metodyka to ustandaryzowane dla wybranego obszaru podejście do rozwiązywania problemów. Metodyka abstrahuje od merytorycznego kontekstu danego obszaru, a skupia się na metodach realizacji zadań, szczególnie metodach zarządzania. W odróżnieniu od metodologii, która się skupia na odpowiedzi na pytanie: Co należy robić?, metodyka koncentruje się na poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie: Jak to należy robić?

Projektując modele na potrzeby DSS, należało brać pod uwagę możliwości ich zmian, rozwinięć, łączenia w bardziej złożone, tak aby mogły one wspierać decyzje podejmowane w zakresie różnych dziedzin problemowych, funkcji kierowniczych i na różnych po-

ziomach zarządzania. W ten rodzaj wspomagania decyzji wpisywały się pierwsze SIK (systemy informowania kierownictwa) oraz EIS (ang. Executive Information Systems). Posiadały one jednak stosunkowo wąski zakres możliwości i były dedykowane raczej dla pojedynczych decydentów lub niewielkich grup.

Dokładność wyników analiz z modelu jest zależna od tego jak dobrze model przedstawia rzeczywistość. Im model jest bliższy rzeczywistości tym dokładniejsze otrzymamy wnioski i prognozy w decyzji. Stąd, model użytkownika musi dążyć do najdokładniejszego przedstawienia możliwości. Wzorcowy użytkownik również musi identyfikować wartości zmiennych decyzyjnych, które dostarczają modelowi najlepszych danych. Nazywamy to optymalnym budowaniem modelu. Jednakże, model użytkownika musi również unikać obejmowania zmiennych niezwiązanych z tematem, które mogą mącić obraz i spowodować nieprecyzyjne zakończenie albo zmusić użytkownika aby spędził niepotrzebny czas w analizie [12,13].

Występuje kilka metod budowy modeli w systemach DSS. Różnią się one w zależności od rodzaju modelu. Rysunek 2 przedstawia zaproponowaną metodykę do budowy modeli:



Rys. 2. Metodyka budowy modeli

Etapy budowy modeli w systemach DSS przedstawiają się następująco:

- a. analiza problemu i sformułowanie celów modelowania:
 - opis i wyjaśnienie działania mechanizmu systemu,
 - przewidywanie zachowania się systemów w przyszłości, przy różnych warunkach zewnętrznych,
 - wybór danych wejściowych, właściwych dla osiągnięcia celu (model decyzyjny).
- b. wybór kategorii modelu i budowa jego struktury - przekształcenie całej, dotychczas zebranej, nieformalnej wiedzy w relacje i reguły matematyczno-logiczne.

Typy modeli:

- modele liniowe,
 - modele nieliniowe,
 - modele ciągle w czasie,
 - modele dyskretne w czasie,
 - modele deterministyczne,
 - modele stochastyczne,
 - modele autonomiczne,
 - modele nieautonomiczne.
- c. identyfikacja modelu – oznacza ona wyznaczanie wartości parametrów, które są niezbędne do wykonania obliczeń w modelu, czyli ich estymacji. Celem estymacji jest wybranie takich wartości parametrów, dla których odpowiedź modelu przybliży najlepiej zachowanie się systemu. Zadanie identyfikacji polega na zbudowaniu matematycznych modeli procesów i systemów na podstawie eksperymentalnych obserwacji wejściowych i wyjściowych zmiennych, opisujących ten proces [14].
 - d. algorytmizacja obliczeń - przekształcenie modelu matematycznego w postać numeryczną (algorytm, schemat blokowy). Metody rozwiązywania równań w modelach mogą mieć jedną z poniższych postaci:
 - rozwiązywanie analityczne,
 - rozwiązywanie numeryczne,
 - rozwiązywanie przez symulację.
 - e. weryfikacja modelu - konfrontacja oszacowań otrzymanych w modelu z oszacowaniami otrzymanymi w warunkach naturalnych (rzeczywistych). Metody porównania wyników modelowania z zachowaniem systemu rzeczywistego. Ta weryfikacja jest oparta na różnych kryteriach dla oceny modelu tak jak badanie jakości ocen parametrów strukturalnych lub zgodności modelu z danymi empirycznymi.
 - f. adaptacja modelu- ustalenie zakresu, warunków zastosowania, możliwości posługiwania się modelem (opracowanie instrukcji posługiwania się modelem).

4. Wnioski

Prowadzenie działalności gospodarczej w dzisiejszych czasach oznacza podejmowanie wielu decyzji co w ciągle zmieniającym się otoczeniu jest bardzo trudnym i złożonym procesem. Zastosowanie systemów zintegrowanych znacząco wpływa na czas poświęcony na podejmowanie decyzji oraz ich jakość.

Można powiedzieć, że wśród zintegrowanych systemów znajdują się systemy klasy DSS, które mają więcej możliwości do przetwarzania i analizy danych na podstawie wbudowanych w nich modeli.

Aby odnieść sukces w procesie budowy modeli istotna jest dobra analiza problemów i określenie danych wejściowych oraz wyjściowych. Ważnym elementem budowy systemów wspomaganie decyzji jest dopracowanie dobrej metodyki dla konstruowania jego elementów. W artykule przedstawiono ogólne pojęcie systemów DSS, bazy modeli oraz typy modeli. Zaproponowano także metodykę budowy modeli matematycznych w systemach klasy DSS. Przedstawione zostały etapy budowy tychże modeli.

5. Literatura

1. www.jjakiela.prz.rzeszow.pl/rozd9.DOC
2. www.akson.sgh.waw.pl/~stebog/materialy/ISZ'2007.doc
3. Ameljańczyk A.: Optymalizacja wielokryterialna w problemach sterowania i zarządzania, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk, Łódź, 1984,
4. Klonowski Z.: Systemy informatyczne zarządzania przedsiębiorstwem. Modele rozwoju i właściwości funkcjonalne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004,
5. Olszak C. M.: Tworzenie i wykorzystywanie systemów Business Intelligence na potrzeby współczesnej organizacji. Komputerowe systemy wspomaganie decyzji w zarządzaniu, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice, 2007,
6. Druzdzel M.J., Flynn R.R.: Decision Support Systems, Encyclopedia of Library and Information Science, Allen Kent (ed.), New York: Marcel Dekker, Inc., 2000,
7. Kersten G. E.: Decision Making and Decision Support. in: Decision Support Systems for Sustainable Development. A resource book of methods and applications G. E. Kersten, Z. Mikolajuk, A. Gar-on Yeh. Kluwer Academic Publishers 2000.
8. Little J. D. C.: Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus, „Management Science”, Vol. 16, No. 8, 1997,
9. Olszak C. M.: Przegląd najważniejszych systemów wspomaganie decyzji w zarządzaniu ujęcie metodologiczne. W: Systemy wspomaganie organizacji. Praca zbiorowa pod redakcją M. Pańkowskiej, T. Porębskiej-Miącz i H. Sroki, AE, Katowice, 2008,
10. Kwiatkowska A. M.: Systemy wspomaganie decyzji. Jak korzystać z wiedzy i informacji, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007,
11. www.is.pw.edu.pl/plik/237/w2a%20bazy%20modeli.ppt
12. Ackoff L.: Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, PWN, Warszawa, 1969
13. <http://eksploracjadanych.com/2008/02/11/metodyki-eksploracji-danych/>
14. Popov O. S.: Elementy teorii systemów - systemy dynamiczne, Politechnika Szczecińska, Szczecin, 2005.

Prof. dr hab. Antoni NOWAKOWSKI
Mgr inż. Abdullah ZAİR
Katedra Organizacji i Zarządzania
Wydział Informatyki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
71-210 Szczecin, ul. Żołnierska 49
tel. (+48 91) 449 56 69
e-mail: anowak@pro.onet.pl
azair@wi.ps.pl