

KIWIEL



**POLSKA AKADEMIA NAUK**  
**Instytut Badań Systemowych**

# **WSPOMAGANIE DECYZJI**

# **SYSTEMY EKSPERCKIE**

pod redakcją

**Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan**

Warszawa 1995

# **WSPOMAGANIE DECYZJI**

## **SYSTEMY EKSPERCKIE**

pod redakcją

**Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan**

Warszawa 1995

Wydano z wykorzystaniem dotacji  
KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Materiały konferencji: "Analiza Decyzyjna, Systemy Ekspertskie, Zastosowania Systemów Komputerowych",  
Warszawa, 25-27 maja 1994r.

Komitet Programowy Konferencji:

Andrzej Ameljańczyk, Zdzisław Bubnicki, Wiesław Grudzewski, Olgierd Hryniewicz, Janusz Kacprzyk, Lech Kruś, Roman Kulikowski (przewodniczący), Kazimierz Mańczak, Ireneusz Nykowski, Zdzisław Pawlak, Roman Słowiński, Andrzej Straszak, Andrzej Weryński, Andrzej Wierzbicki.

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1995

ISBN 83-85847-85-5

# ESMOSA - SYSTEM EKSPERCKI DO OCEN NIEZAWODNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWA OBIEKTÓW MORSKICH

Jerzy A. Jagoda  
Polski Rejestr Statków, Gdańsk

W pracy przedstawiono ogólną koncepcję systemu o symbolicznej nazwie ESMOSA. Omówiono syntetycznie jego główne elementy i perspektywy rozwoju. System stanowi nowe rozwiązanie metodyczne realizacji analiz oraz ocen niezawodności i bezpieczeństwa obiektów morskich. ESMOSA jest systemem otwartym i poza wykorzystaniem w Instytucji Klasyfikacyjnej, poprzez rozwój "baz wiedzy", biblioteki programów i modeli obiektów może być pożytecznym narzędziem w działaniach na rzecz bezpieczeństwa na morzu, w rękach: operatorów obiektów morskich, państwowych Urzędów Morskich i władz portowych.

## WPROWADZENIE

Niezawodność i bezpieczeństwo (**N** i **B**) obiektów morskich (**OM**) mieści się w kategoriach problemów jakości. Jakość jest cechą uwarunkowaną przez różne okoliczności. Cecha ta jest kształtowana w projektowaniu, budowie i procesach eksploatacji. Wśród różnych rodzajów jakości podstawową jest "jakość systemowa" **OM**, to jest jego zdolność do realizacji zadanych dla niego funkcji w określonych warunkach. Kształtowanie jakości wymaga wielu decyzji opartych na technicznych i nietechnicznych kryteriach. Najważniejsze z nich to: niezawodność, bezpieczeństwo i efektywność eksploatacji.

Bardzo ogólnie, obiekty morskie można podzielić na dwie klasy:

- statki i pojazdy morskie,
- instalacje wydobywcze.

Znaczna różnorodność **OM** w tych klasach, podklas w klasach, typów w podklasach oraz ich złożoność, stwarza ogromne trudności w praktycznej realizacji analiz oraz ocen w procesach kształtowania ich **N** i **B**.

Aktualnie jedynie słusznym podejściem do rozwiązania tych problemów jest "podejście systemowe wspomagane komputerowo" uwzględniające koncepcje

rozwijane na polu tzw. "inżynierii wiedzy" i systemów eksperckich [1,2,3,4]. Wniosek ten wykorzystano w realizacji systemu **ESMOSA** (Expert System for Marine Objects Safety Assessment-System ekspercki do ocen niezawodności i bezpieczeństwa obiektów morskich) w Polskim Rejestrze Statków.

## OGÓLNE ZAŁOŻENIA I KONCEPCJA SYSTEMU

System rozwijany jest jako otwarty, wielomodułowy na sprzęcie PC PRS tak, aby kolejne jego elementy można praktycznie wykorzystać na potrzeby wewnętrzne i w usługach rzeczoznawczych dotyczących analiz oraz ocen **N i B, OM**.

ESMOSA umożliwia rozwiązywanie następujących problemów dotyczących obiektów morskich:

- gromadzenie oraz przetwarzanie danych i wiedzy,
- identyfikacja zagrożeń,
- analiza wad i wypadków,
- ocena **N i B**.

**Gromadzenie oraz przetwarzanie danych i wiedzy.** Dane są gromadzone w zbiorach relacyjnej bazy z wykorzystaniem różnych dostępnych standardów oprogramowania. Oprócz gromadzenia wiedzy bezpośrednio od ekspertów (wśród nich w praktyce PRS od inspektorów Centrali i w terenie) wykorzystuje się: przepisy, standardy i instrukcje PRS; wyniki awaryjnych i okresowych rutynowych inspekcji oraz przeglądów obiektów klasyfikowanych; zunifikowane wymagania IACS; sprawozdania "grup roboczych" IACS; - międzynarodowe konwencje i kody IMO; raporty IMO; publikowane statystyki związane z bezpieczeństwem morskim.

**Identyfikacja zagrożeń.** Zagrożenia związane z różnymi zdarzeniami o charakterze losowym są identyfikowane przy wykorzystaniu algorytmów statystyki matematycznej i symulacji. Zagrożenia związane ze zdarzeniami, które mogą być traktowane jako zdeterminowane są identyfikowane na drodze analiz, w których wykorzystywane są przepisy klasyfikacyjne, konwencje i kody IMO, odpowiednie przepisy Administracji Morskich dotyczące poszczególnych obiektów.

**Analizy wad i wypadków.** W procesie eksploatacji **OM**, zagrożenia są źródłem pierwotnych przyczyn wad i wypadków, a te odpowiednio powodem wypadków wtórnych i rozszerzania się ich skutków. Analizy wad i uszkodzeń obejmują:

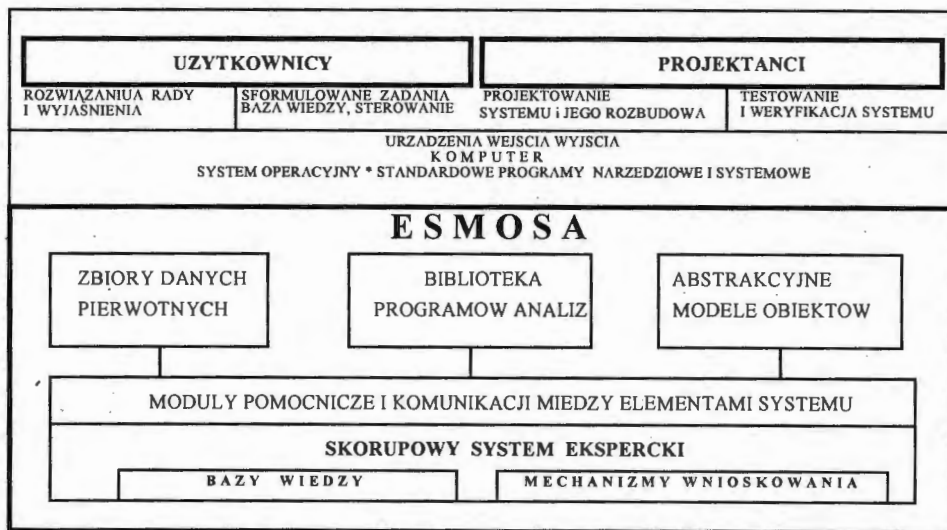
- a) określenie rozwoju uszkodzeń i elementarnych zdarzeń wypadkowych,
- b) oszacowanie konsekwencji wypadku,
- c) modelowanie charakterystyk niezawodności.

Analizy a) do c) wymagają dobrej znajomości funkcji spełnianych przez **OM** oraz warunków ich eksploatacji na poziomie wiedzy projektanta i operatora.

**Oceny niezawodności i bezpieczeństwa.** Globalne oceny **N i B OM** realizowane są w procesach ich projektowania i eksploatacji, w układach wspomaganym komputerowo, przy wykorzystaniu modeli projektowo-konstrukcyjnych i eksploatacyjnych zawierających charakterystyki niezawodności. Znaczna złożoność modeli obliczeniowych **OM** zmusza do ich podziału na moduły, zgodnie ze znanymi w literaturze zasadami dekompozycji stosowanymi przy optymalizacji wielopoziomowej

złożonych obiektów technicznych. Ogólną postać takich modułów oraz bliższą charakterystykę takiego podejścia podano w [5, 9].

## CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU



Rys. 1 . Ogólny schemat systemu ESMOSA w Polskim Rejestrze Statków

Główne elementy systemu ESMOSA, rozwijanego w PRS do analiz oraz ocen N i B, OM pokazano na rys. 1. System ten jako całość może być traktowany jako system ekspercki, który rozszerza i integruje zasoby danych i programów obliczeniowych PRS zrealizowane wcześniej w taki sposób, jak powstawały w biurach projektowych i konsultingowych. Główne części tych zasobów obejmują:

- a) zbiory danych (bazy danych) o obiektach morskich (projektowe, z budowy i eksploatacji),
- b) biblioteki programów dotyczących analiz i ocen, które można sformułować na platformie problemów badań operacyjnych,
- c) abstrakcyjne (obliczeniowe) modele obiektów.

Rozszerzenie tych zasobów oraz ich integrację osiągnięto poprzez:

- d) oprogramowanie narzędziowe skorupowego systemu eksperckiego SOKRATES wg [7],
- e) procedury tzw. zewnętrzne dołączane do d),
- f) "bazę wiedzy" i jej podbazy dedykowane określonym obiektom i problemom. Zbiory a) to dane niezbędne dla realizacji rutynowych czynności klasyfikacyjno nadzorczych nad OM, obowiązujące dokumenty IMO, IACS oraz publikowane w wiarygodnych źródłach dane dotyczące N i B, OM.

Biblioteki b) obejmują algorytmy w zakresie stosowanym do rozwiązywania problemów badań operacyjnych. Wśród nich są programy z zakresu statystyki matematycznej, programowania matematycznego, ocen wielokryterijnych, analiz sieciowych i t.p.

Modele c) aktualnie obejmują projektowe moduły obliczeniowe statków oraz ich części, jak również modele strukturalne i sieciowe systemów konstrukcyjno-funkcjonalnych tych obiektów.

Skorupowy system ekspercki SOKRATES jest zbudowany tak, że umożliwia realizację bazy wiedzy (zbioru podbaz wiedzy dedykowanych danemu OM) o reprezentacji w postaci reguł i faktów. Posiada on mechanizmy wnioskowania w przód, w tył, mieszanego oraz mechanizmy ujmowania wiedzy i zarządzania niepewnością omówione w [4]. Bardzo istotną cechą z punktu widzenia praktycznych zastosowań tego oprogramowania jest możliwość dołączania do niego pewnej ilości wymiennych zewnętrznych procedur e) zapisanych w PASCAL-u. Cecha ta owocuje dogodnością tworzenia modyfikacji aplikacyjnych systemu i właśnie umożliwia wykorzystanie w dogodnym układzie, zależnie od potrzeb, różnego oprogramowania aplikacyjnego z zasobów zrealizowanych w przeszłości i w różnych komórkach organizacyjnych PRS.

"Baza wiedzy" f) systemu ESMOSA zawiera aktualizowaną "podbazę wiedzy" sterującą KBESMOSA i rozwijane dla zaspokojenia niezbędnych potrzeb podbazy ukierunkowane na analizy oraz oceny N i B dotyczące określonych OM.

Główne elementy systemu aktualnie osadzone są w środowisku DOS na mikrokomputerze IBM PC 386 w Inspektoracie Badań i Rozwoju PRS.

## PERSPEKTYWY ROZWOJU SYSTEMU I WNIOSKI

Po etapie koncepcji i implementacji pierwszej wersji systemu ESMOSA prowadzone są dalsze prace rozwojowe (uwarunkowane możliwościami i potrzebami PRS), takie jak:

- aktualizacja i rozszerzanie zbiorów danych pierwotnych,
- rozszerzanie istniejących modeli dla dalszych typów statków oraz ich części,
- opracowywanie nowych modułów obliczeniowych modeli obiektów dla potrzeb analiz symulacyjnych,
- opracowywanie modułów komunikacji do przygotowywania danych dla celów automatyzacji tworzenia dedykowanych baz wiedzy,
- usprawnienie oprogramowania komunikacji elementów systemu z użytkownikiem uwzględniające dogodniejsze "MENU" i wykorzystanie środowiska "WINDOWS".

Dotychczasowe doświadczenia z przedmiotowym systemem pozwalają na sformułowanie następujących głównych wniosków:

System ESMOSA stanowi układ, który zawiera nowe podejście metodyczne do realizacji analiz oraz ocen niezawodności i bezpieczeństwa obiektów morskich. ESMOSA integruje zrealizowane wcześniej oprogramowanie i umożliwia rozwiązywanie złożonych problemów praktycznych przy wykorzystaniu różnych zespołów specjalistów.

System w strukturze jak na rys. 1 może być łatwo zorientowany na określoną dziedzinę zastosowań. Jest to system otwarty, który poprzez rozwój "baz wiedzy", biblioteki programów i modeli obiektów, może być pożytecznym narzędziem w działaniach na rzecz bezpieczeństwa na morzu w rękach: załogi **OM**, armatora i zarządzających **OM**; państwowych Urzędów Morskich i władz portowych.

Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe stanowią wyższy stopień zastosowań komputerów względem typowych obliczeń technicznych i rozwój ich wymaga kadr o odpowiednio wyższych kwalifikacjach.

## L I T E R A T U R A

- [1] Jacson P.: Introduction to Expert Systems, Wokingham, Addison-Wesley, 1986.
- [2] Gottlob G., Neidl W.: Expert Systems in Engineering, Berlin, SpringerVerlag, 1990
- [3] Bubnicki Z.: Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe. Podstawy logiczno algebraiczne. II Konferencja Naukowa n.t. Inżynieria Wiedzy i Systemy Ekspertowe, Wrocław, T. 1 str. 11 do 19, 1993.
- [4] Zieliński S.: Systemy ekspertowe w okrętownictwie, XV Sesja Naukowa Okrętowców, Gdańsk, T. 1 str. 69 ÷ 82, 1992.
- [5] Jagoda J.: Methods of operations research in CAD systems exemplified by ships, Materiały ICCAS-79, Computer Applications in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design, North-Holland Publishing Co., Amsterdam, Vol.6, str. 133 ÷ 143, 1979.
- [6] Miller N. S., Jagoda J.: Computer aided system for preliminary design in off-shore engineering, Materiały Konferencji CAPE-82 n.t. Computer Applications in Production and Engineering, str. 70 ÷ 81, 1982.
- [7] Iwański C.: Szkieletowy system ekspercki SOKRATES, IBS PAN, Warszawa 1992.
- [8] Jagoda J.: Metody analiz i ocen do projektowania w okrętownictwie, XIV Sesja Naukowa Okrętowców, Materiały - Zeszyt Nr 3 ref. v - 1.1, Gdańsk 1990.
- [9] Jagoda J.: Wybrane problemy i koncepcje kształtowania niezawodności oraz bezpieczeństwa obiektów technicznych, Biuletyn Informacyjny PRS Nr 1 (170), 1991.
- [10] Jagoda J.: Ogólne charakterystyki systemów ekspertowych, Biuletyn Informacyjny PRS Nr 1 (176), 1992.
- [11] Jagoda J., Zieliński S.: A prototype expert system for marine objects safety assessment, Międzynarodowa Konferencja n.t.: Challenges in Safety and Environmental Protection, listopad 1993, Singapur.



**ISBN 83-85847-85-5**

---

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy  
prosimy o kontakt**

**z Instytutem Badań Systemowych PAN  
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa**

**tel. 36-19-01 w. 241 e-mail: kotuszew@ibspan.waw.pl**