

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 Ekspertckie, 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

**STRUKTURY I METODY POZYSKIWANIA WIEDZY
W SYSTEMIE DIAGNOSTYKI TECHNICZNEJ
NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU EKSPERCKIEGO EKSPREM**

**Dr inż. Władysław Brzozowski
Instytut Elektroenergetyki
Politechniki Częstochowskiej**

WSTĘP

Referat został opracowany na bazie doświadczeń z wstępnej eksploatacji eksperckiego systemu EKSPREM diagnostyki i remontów młynów węglowych w elektrowniach z blokami 200 MW.

Dziedzina systemu eksperckiego - młyn węglowy został wybrany jako obiekt doświadczalny, ze względu na jego niezbyt dużą jeszcze złożoność techniczną - przed objęciem analogicznymi systemami bardziej złożonych, głównych urządzeń bloku energetycznego: turbiny, generatora oraz kotła.

Przy tworzeniu systemu posłużono się gotowym szkieletowym systemem eksperckim SOKRATES, opracowanym w IBS PAN [4]. System ten zapełniono oryginalną bazą wiedzy, obejmującą zbiór ponad 500 reguł i ponad 300 faktów.

System ekspercki EKSPREM jest systemem otwartym. W miarę nabywania nowych doświadczeń eksploatacyjnych uzupełniane będą zbiory reguł i faktów systemu.

STRUKTURA I FUNKCJE SYSTEMU

Podstawowym celem systemu jest przygotowywanie danych dla optymalizacji decyzji eksploatacyjnych w podsystemie planowania remontów zespołów; nie ogranicza się on zatem tylko do diagnozy chwilowego stanu technicznego urządzenia. Celowi temu odpowiada odpowiednio złożona struktura bazy wiedzy i faktów systemu.

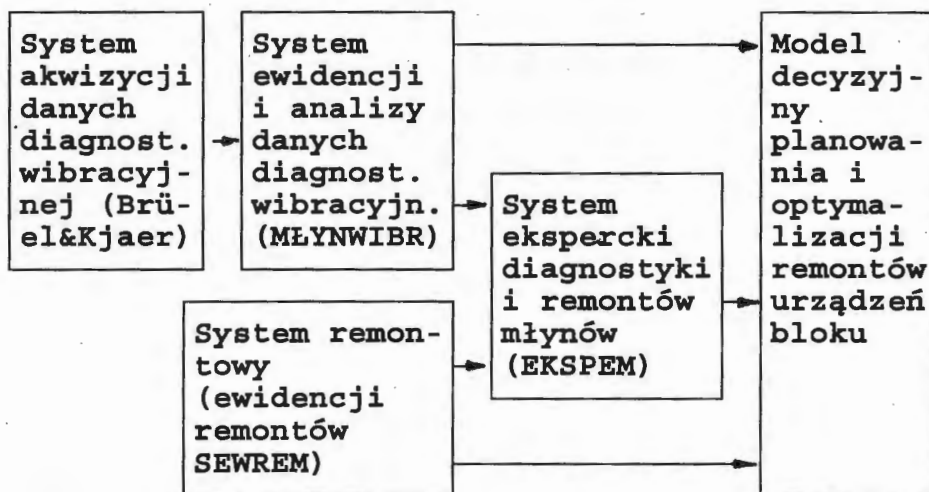
Praca nad strukturą systemu jest elementem składowym programu badawczego z zakresu metodologii modelowania i optymalizacji eksploatacji elektrowni [2]. W pracy tej zdefiniowano pojęcie systemu decyzyjnego eksploatacji, na który m.in. składa się określona struktura modeli decyzyjnych procesu. Jednym z takich modeli jest model decyzyjny podprocesu planowania remontów; elementarną kategorią tego modelu jest typowe uszkodzenie urządzenia. Odpowiednio, podstawową funkcją systemu eksperckiego, będącego przedmiotem niniejszego referatu, jest identyfikacja stopnia typowych uszkodzeń urządzenia. Wartości stopni uszkodzeń wchodzi w zakres danych wejściowych do optymalizacji planu remontów. Dane tego typu są też wprost pomocne dla personelu eksploatacyjnego jako zwykle doraźne dane diagnostyczne.

Zgodnie z powyższym celem, w systemie EKSPREM zbiory faktów obejmują zatem przede wszystkim wspomniane wyżej typowe uszkodzenia urządzenia, w liczbie ok. 50 uszkodzeń. Faktom tym przypisano zbiory wartości określające poziom uszkodzeń. Konkluzje co do wartości tych faktów są celem wniosku w systemie.

EKSPREM jest systemem diagnostyki technicznej. Dziedzina ta, żywo i rozwijająca się, obejmuje różnorodne metody, wśród których, w odniesieniu do maszyn wirujących, szczególnego znaczenia nabrała diagnostyka wibracyjna. Systemy tej diagnostyki są odpowiednio podstawowym źródłem wiedzy w systemie EKSPREM. Wiedza ta przekazywana jest w postaci zbioru wartości wejściowych faktów -

parametrów wibracyjnych urządzenia. Ze względu na dużą liczbę tych faktów (ok. 200 w systemie EKSPEM), muszą być one wprowadzane do systemu w sposób automatyczny. Inną istotną cechą, różniącą opisywany system ekspercki, w stosunku do aktualnie opracowywanych innych systemów tego typu, jest uwzględnianie charakterystyk czasowych parametrów diagnostycznych jak również historii remontów urządzeń.

Celem akwizycji wszystkich wymienionych powyżej kategorii danych, system ekspercki musi współpracować z innymi odpowiednimi systemami eksploatacji. W przypadku młynów węglowych są to systemy: diagnostyki wibracyjnej MŁYNWIBR oraz ewidencji danych remontowych SEWREM (rys.1).



Rys.1. Schemat współpracy systemów eksploatacyjnych w zakresie młynów węglowych elektrowni.

BAZA WIEDZY

EKSPEM jest systemem z reprezentacją wiedzy w postaci reguł. Poniżej przytacza się matematyczną postać jednej, przykładowej reguły systemu:

```
if
  (T > Tz0) ∧ ((V > Vg24) ∨ (P > α24 Pn (W,H))) ∧
  ∧ (Fz = false) ∧ (Fp = true) ∧ (Fw = true)
then
  (U24 = true) ∧ (S24 = f(V,P/Pn (W,H)))      (1)
```

gdzie: T - czas pracy młyna po wymianie lub regeneracji kul;
Tz0 - parametr zerowy rozkładu Weibulla czasu poprawnej pracy dla typowego uszkodzenia u=24: "pęknięcia powierzchniowe i odpadanie płatów materiału z kuli mielącej na skutek wad odlewniczych" (Tz0=4500-5000h);
V - wartość skuteczna prędkości drgań mierzona na komorze mielącej dla charakterystycznej częstotliwości kulowej Cz_k (ok. 2.4 Hz);
Vg24 - wartość graniczna parametru jw. decydująca o obecności typowego uszkodzenia u=24;
P - pobór mocy czynnej przez silnik;
Pn (W,H) - normalna charakterystyka poboru mocy czynnej przez silnik w funkcji wydajności młyna i podatności przemiałowej węgla;
α24 - przyjęty próg nieczułości sygnału diagnostycznego wzrostu poboru mocy dla uszkodzenia u=24;
Fz - fakt obecności ciał obcych w węglu;
Fp - fakt zwiększonego przesypu węgla do komory zgarniaków pirytów;
Fw - fakt możliwych wad odlewniczych w kulach;
U24 - fakt uszkodzenia u=24;
S24 - stopień uszkodzenia u=24.

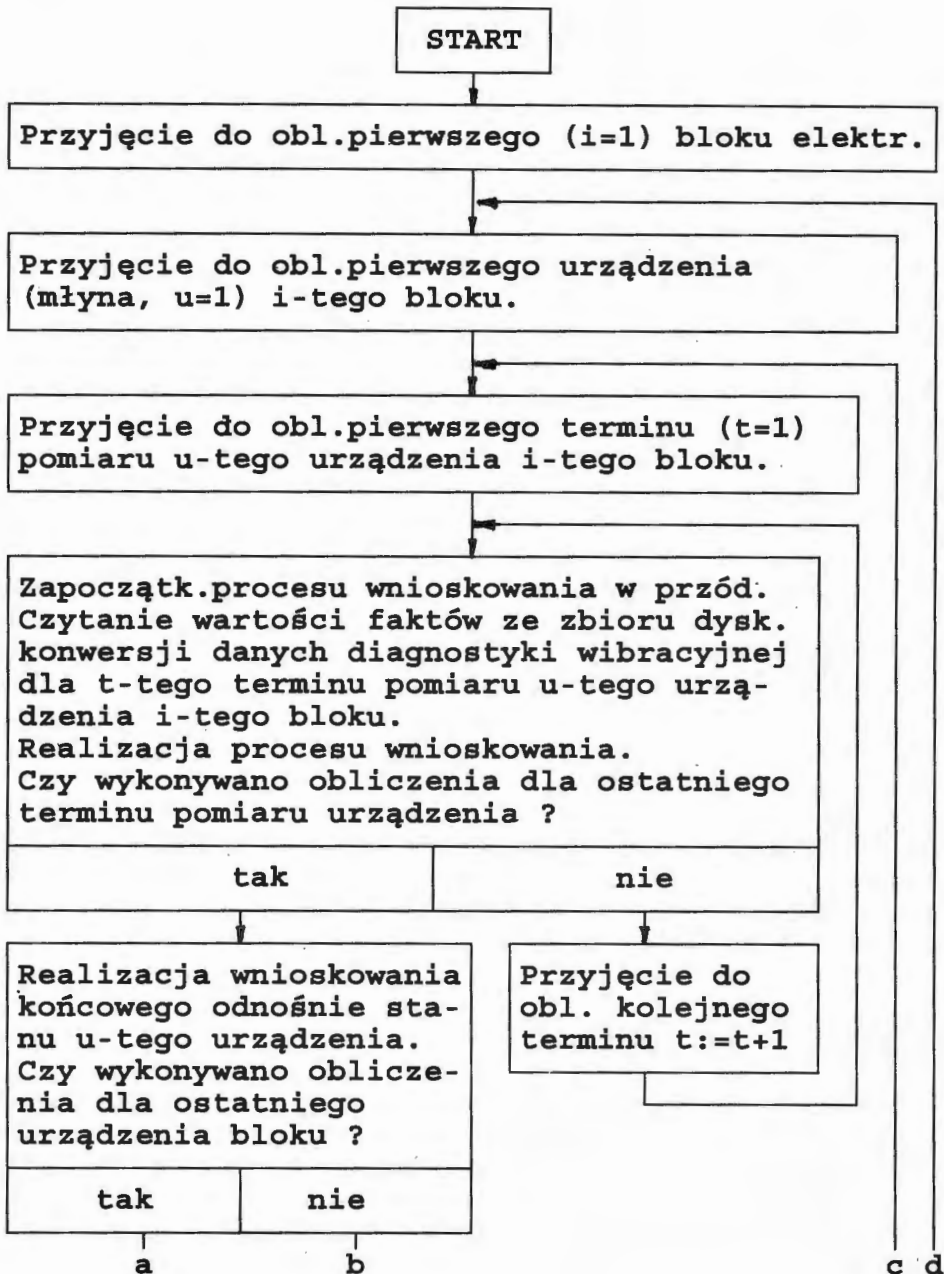
Stopnie uszkodzeń reprezentowane są w bazie wiedzy jako fakty o umownych wartościach dyskretnych (brak uszkodzeń, uszkodzenie początkowe, rozwijające się, zaawansowane, stan graniczny; zatem jeśli np. S24=brak uszkodzeń to U24=false).

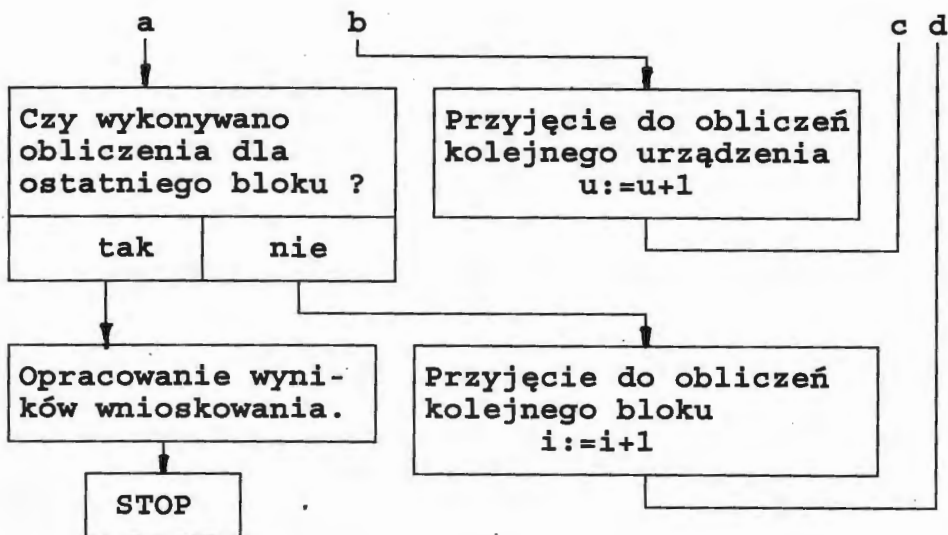
Reguły generowane są z pomocą tablic decyzyjnych, dla zmieniających się, dyskretnych, umownych poziomów poszczególnych parametrów diagnostycznych (parametrami tymi są: prędkość drgań, przyspieszenie drgań, obwiednia przyspieszenia drgań, cepstrum drgań - wartości sumaryczne i wartości dla różnych, charakterystycznych składowych harmonicznych). Duża przestrzeń stanów powoduje jednak, ze względu na ograniczenia odnośnie liczby reguł i czas wnioskowania, niemożność wygenerowania reguł dla wszystkich możliwych wariacji poziomów parametrów diagnostycznych. Reguły określa się tylko dla prawdopodobnych realizacji przestrzeni stanów; wówczas jednak w razie wystąpienia nieokreśloności konkluzji ("?" w Tab.1) należy dopisać odpowiednie reguły do bazy wiedzy.

Na podstawie doświadczeń z eksploatacji systemu EKSPERM, stwierdza się małą przydatność sieci semantycznych jako metody reprezentacji wiedzy. System ekspercki diagnostyki technicznej ze względu na swe rozmiary, a także unikalność reguł, należy opracowywać dla urządzenia konkretnego typu. Systemy uniwersalne są tu praktycznie nieprzydatne.

PROCES WNIOSKOWANIA

Proces wnioskowania w systemie eksperckim diagnostyki technicznej winien mieć charakter dwuetapowy: w pierwszym etapie realizuje się wnioskowanie odnośnie chwilowego stanu urządzenia w kolejnych momentach czasu (terminach pomiarów urządzenia), począwszy od stanu wyjściowego (zwykle po zakończeniu remontu kapitalnego





Rys.2. Uproszczony schemat blokowy procesu wnioskowania w odniesieniu do młynów węglowych bloku energetycznego.

urządzenia) do stanu obecnego, i w drugim etapie, na bazie konkluzji z tych kolejnych momentów czasu, w oparciu o odrębny podzbiór reguł, generuje się konkluzje końcowe (rys.2).

System szkieletowy winien umożliwić realizację nakreślonego powyżej schematu wnioskowania (wielokrotne pętle wnioskowania). Wymogiem praktycznym jest też, by system w sposób automatyczny i w zwartej formie wyprowadzał wyłącznie końcowe wyniki wnioskowania. Wzór wydruku raportu wyników przedstawia Tab.1.

Doświadczenia z eksploatacji systemu EKSPREM potwierdzają dużą przydatność systemów eksperckich w dziedzinie diagnostyki technicznej. Opracowanie i aktualizacja bazy wiedzy, nawet przy wykorzystaniu gotowego systemu szkieletowego, jest jednak zadaniem trudnym. Wskazuje to na potrzebę kształcenia inżyniera wiedzy jako nowego typu specjalisty dla potrzeb przemysłu.

ELEKTROWNIA RYBNIK

Młyn nr. 32

WYDZIAŁ PRZYGOTOWANIA REMONTÓW Numer rekordu 121

SZKIELETOWY SYSTEM SOKRATES Data pom. 24.03.94

SYSTEM EKSPERCKI EKSPEM Data wydr.11.07.94

RAPORT STANU TYPOWYCH USZKODZEŃ MŁYNA

URZ.	PODZ.	TYPOWE USZKODZ.	STOPIEŃ USZK.	S.P.
SIL- NIK	WIRNIK	Niewywaga wirn.	Brak uszkodzeń	0.90
		Złe wyosiowanie	Brak uszkodzeń	0.90
=====				
	ŁOŻ.1	Uszkodz.koszyka	Początkowe	0.65
=====				
PRZE KŁAD NIA	STOŹK.	Niewł.ust.zebów	Stan graniczny	0.74
	WEJŚĆ.	Uszk.bież.wewn.	?	?
=====				
	Ł.OPOR	Uszk.el.toczn.	Brak uszkodzeń	0.80
=====				
		Uszkodz.koszyka	Brak uszkodzeń	0.80

Tab.1. Wzór wydruku raportu systemu EKSPEM (fragment).

LITERATURA

[1] Brzozowski W., Jaromin Z., Mikrokomputerowy system diagnostyki wibracyjnej turbin z elementami wiedzy ekspertów, W: red.: Nahorski Z., Chudy M., Straszak A., Modele i decyzje, PTBOiS, IBS PAN, WAT, Warszawa 1991.

[2] Brzozowski W., Modelowanie i optymalizacja procesu eksploatacji elektrowni cieplnej, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1993.

[3] Cholewa W., Pedrycz W., Systemy doradcze, Skrypt nr. 1447, Politechnika Śląska, Gliwice 1987.

[4] Iwański C., SOCRATES - Oprogramowanie służące budowie regułowych systemów eksperckich, W: red.: Nahorski Z., Chudy M., Straszak A., Modele i decyzje, PTBOiS, IBS PAN, WAT, Warszawa 1991.

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