

BUDOWA HYBRYDOWEGO SYSTEMU EKSPERTOWEGO WSPOMAGAJĄCEGO DIAGNOZOWANIE KOMBAJNU DO ZBIORU ZBÓŻ BIZON Z058

Arkadiusz RYCHLIK, Sławomir WIERZBICKI

Katedra Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, Wydział Nauk Technicznych,
Uniwersytet Warmińsko Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 11, 10-736 Olsztyn,
tel. (0-89) 523-37-51, e-mail: rychter@uwm.edu.pl, slawekw@uwm.edu.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono budowę Hybrydowego Systemu Ekspertowego wspomagającego diagnozowanie kombajnu do zbóż. Zaprezentowano istotę diagnozowania, strukturę, cechy oraz funkcje programu. Opisany poniżej Hybrydowy System Ekspertowy jest statycznym systemem ekspertowym dla wiedzy regułowej oraz dynamicznym dla wiedzy proceduralnej. Zadaniem tego systemu jest identyfikacja stanów niezdatności maszyny samojezdnej z wykorzystaniem różnych środków reprezentacji wiedzy (w postaci reguł i algorytmów diagnozowania) oraz metod jej identyfikacji.

Słowa kluczowe: hybrydowy system ekspertowy, analiza obiektowa, wiedza regułowa i proceduralna

BUILDING OF THE HYBRID EXPERT SYSTEM AIDING DIAGNOSTICS OF THE HARVESTER BIZON Z058

Summary

Building of the hybrid expert system aiding diagnostics of the harvester Z058 was presented in the paper. The essence of diagnosing, software structure and system features were described. The hybrid expert system, presented below, is a static expert system for rule-based knowledge and a dynamic one for procedure-based knowledge. The purpose of this system is identification of non-operational states of self-propelled machines by use of different knowledge representation means (in the form of the rules and diagnosing algorithms) and their identification methods.

Keywords: hybrid expert system, object analysis, rule based and procedure-based knowledge

1. WPROWADZENIE

Współczesne maszyny rolnicze to głównie maszyny samojezdne posiadające złożone układy mechaniczne, zarówno pod względem konstrukcyjnym jak i funkcjonalnym. Przykładowo, w współczesnym kombajnie do zbioru zbóż czy ciągniku rolniczym, można wyróżnić elementy mechaniczne, elektryczne, elektroniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, a cena takiej maszyny jest kilkakrotnie większa od ceny nowoczesnego samochodu.

Praktycznie wszystkie współcześnie produkowane samojezdne maszyny rolnicze posiadają wbudowane pokładowe lub pokładowo-zewnętrzne systemy rozpoznawania i kontroli stanu technicznego. Systemy te są zalecane przez normy bezpieczeństwa i zostały wprowadzone przez producentów początkowo w celu kontroli stanu i lokalizacji uszkodzeń, a obecnie także w celu prognozowania stanu.

Starsze, powszechnie użytkowane w kraju maszyny rolnicze nie posiadają tego typu systemów. Wdrożenie ich w tych maszynach jest utrudnione ze względów konstrukcyjnych, oraz braku pełnej

i precyzyjnej wiedzy o sygnałach i relacjach diagnostycznych lub jest nieoptymalne.

Systemem łączącym dwie generacje maszyn z punktu widzenia diagnostyki, może być system diagnozowania wspomagany metodami sztucznej inteligencji w postaci hybrydowych systemów ekspertowych, w których do procesu wnioskowania wykorzystuje się logikę formalną, a wiedza jest reprezentowana w postaci symbolicznej lub niesymbolicznej np.: za pomocą sieci neuronowych, algorytmów genetycznych lub określonych zindywidualizowanych procedur wnioskowania o stanie obiektu.

Istotnym elementem inteligentnego systemu diagnostycznego jest proces wnioskowania hybrydowego, wykorzystujący jednocześnie wiedzę regułową i proceduralną [2], przy czym system ten powinien umożliwiać, także niezależne funkcjonowanie różnych metod reprezentacji wiedzy.

Hybrydowy System Ekspertowy (HSE) w niniejszej pracy określono jako system łączący w jedną logiczną całość różne środki reprezentacji wiedzy, tzn.: wiedzę regułową i wiedzę proceduralną w wyniku czego powstaje nowa metoda reprezentacji wiedzy.

Wiedza regułowa to wiedza deklaratywna pozyskana w postaci faktów, w wyniku badań eksperymentalnych, którą zapisuje się w postaci Macierzy Wiedzy Diagnostycznej.

Pod pojęciem wiedzy proceduralnej rozumie się wiedzę, uzyskaną od ekspertów metodą przetwarzania, dyskusji panelowych lub metodą delficką, którą następnie zapisano w postaci algorytmów diagnozowania.

2. STRUKTURA HYBRYDOWEGO SYSTEMU EKSPERTOWEGO

Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy Hybrydowego Systemu Ekspertowego. Istotną cechą tego systemu jest możliwość przetwarzania symbolicznego i niesymbolicznego danych, co umożliwia diagnozowanie z wykorzystaniem relacji oraz procedur. Bazę wiedzy sterowaną i kontrolowaną przez moduł śledząco – wnioskujący podzielono na następujące bazy:

- wiedzę symboliczną, reprezentowaną przez wiedzę regułową zorientowaną na obiektową identyfikację stanu;
- wiedzę niesymboliczną, nazywaną wiedzą proceduralną, funkcjonującą w postaci algorytmów diagnozowania określonych układów kombajnu.

Proces wymiany informacji może także występować pomiędzy bazą wiedzy, a bazą danych diagnostycznych. Proces ten może być realizowany poprzez inżyniera wiedzy w celu porządkowania i klasyfikacji pozyskanej wiedzy.

W bazie danych prezentowanego systemu można gromadzić następujące informacje:

- notatki – w postaci wolnych uwag dołączanych do obiektów systemu;
- relacje – wprowadzane przez obsługę, przypisane konkretnemu obiektowi zidentyfikowanemu w powłoce systemu;
- dane wynikowe – tworzone na podstawie uzyskanych przez program danych stałych lub zmiennych (np. wyniki pomiarów, wyniki analiz itp.);

- dane n/n – wyniki niezidentyfikowanych przypadków (stanów) zarejestrowanych przez system.

W wyniku funkcjonowania systemu użycie określonej metody reprezentacji wiedzy zależy od użytkownika lub w zależności od sytuacji problemowej jest określone przez system.

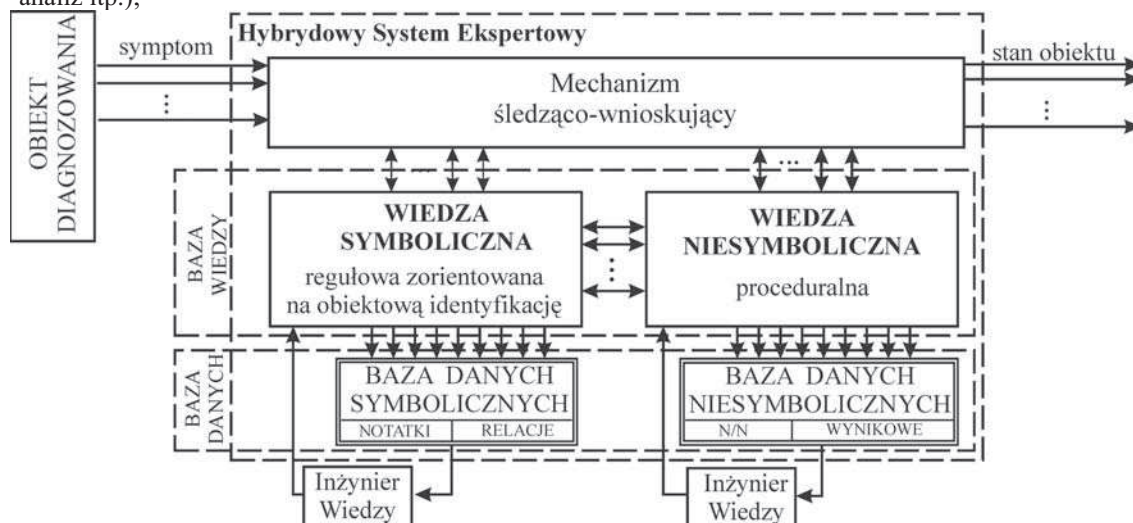
3. ISTOTA METODY DIAGNOZOWANIA KOMBAJNU DO ZBIORU ZBÓŻ Z WYKORZYSTANIEM HYBRYDOWEGO SYSTEMU EKSPERTOWEGO

Podstawową funkcją HSE jest identyfikacja stanów niezdatności kombajnu Bizon Z058 na podstawie zaobserwowanych symptomów, zdefiniowanych w bazie wiedzy.

Istotą HSE jest identyfikacja niezdatności z wykorzystaniem różnych środków i metod reprezentacji wiedzy. HSE jest systemem o architekturze hybrydowej tj. łączący w sobie różne metody rozwiązywania problemów i reprezentacji wiedzy. Ważną właściwością HSE jest między innymi wbudowany w pełni zintegrowany analizator przebiegów czasowych ciśnienia. Inną istotną cechą pakietu HSE jest jego struktura tablicowa bazy wiedzy, co umożliwiło podzielenie dużej bazy wiedzy na mniejsze moduły – zorientowane tematycznie zgodnie z zasadami analizy obiektowej [1, 3].

Prezentowany system charakteryzuje się następującymi cechami:

1. W zakresie struktury systemu:
 - elementy architektury tablicowej;
 - elementy analizy obiektowej;
 - pełna integracja w ramach systemu HSE procedur diagnozowania (Diag_proc i Diag_reg) oraz procedury analizy sygnału diagnostycznego (Oscylogram);
 - narzędzia do pozyskiwania, gromadzenia i przeglądania wiedzy diagnostycznej;
 - rozdzielenie baz wiedzy diagnostycznej od baz danych.



Rys. 1. Schemat blokowy Hybrydowego Systemu Ekspertowego

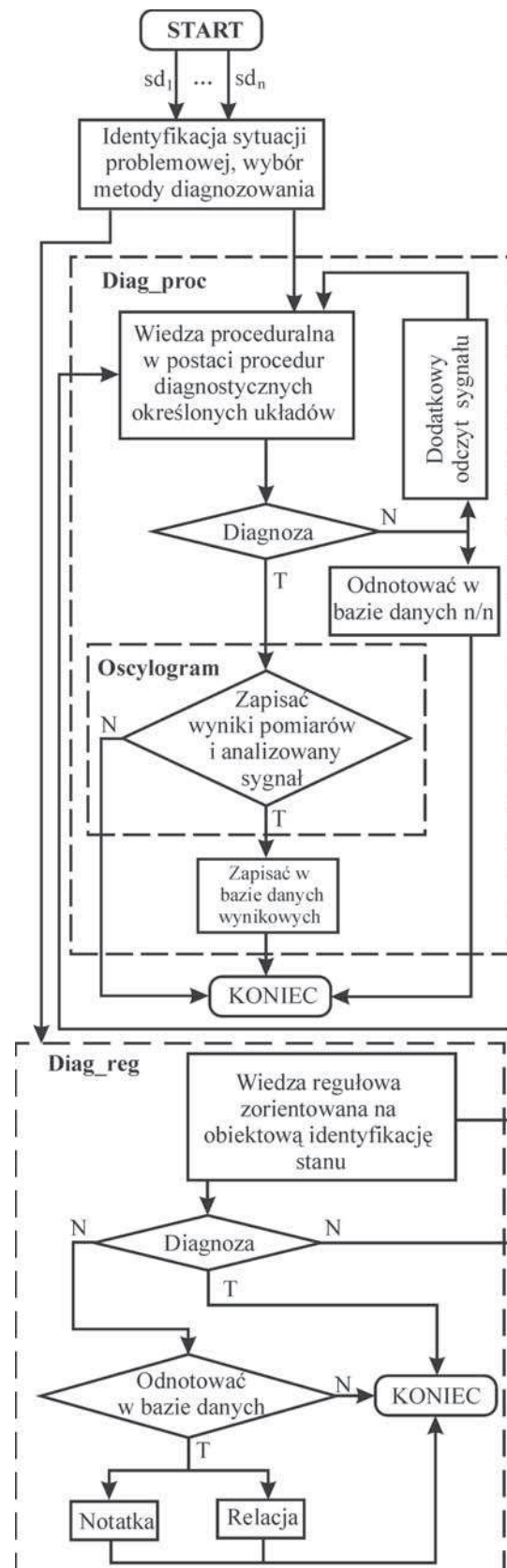
2. W zakresie reprezentacji wiedzy:
 - deklaratywna reprezentacja wiedzy w formie reguł i faktów;
 - proceduralna (algorytmiczna) reprezentacja wiedzy w formie programów komputerowych;
 - pełne rozdzielanie wiedzy diagnostycznej od procedur sterowniczych;
 - wiedza diagnostyczna zawarta jest w kilku bazach wiedzy;
3. W zakresie działania systemu:
 - statyczny dla wiedzy regułowej;
 - dynamiczny dla wiedzy proceduralnej.

Na rys. 2 przedstawiono algorytm diagnozowania kombajnu do zbioru zbóż z wykorzystaniem HSE. Zgodnie z prezentowanym algorytmem w wyniku zidentyfikowanych symptomów diagnostycznych zostaje określona sytuacja problemowa. Ten etap procesu diagnozowania odbywa się na poziomie program – diagnosta i polega na sterowaniu obiegiem informacji.

W zależności od przyjętej metody diagnozowania dalszy proces odbywa się następująco:

1. Diagnozowanie regułowe – proces diagnozowania odbywa się zgodnie z algorytmem diagnozowania opracowanym na podstawie Macierzy Wiedzy Diagnostycznej z uwzględnieniem analizy obiektowej obiektu badań [3]. W przypadku, kiedy wystąpi brak identyfikacji stanu w określonych przypadkach procedura wiedzy regułowej zaleci dokonanie analizy z zastosowaniem wiedzy proceduralnej. Na każdym etapie funkcjonowania tej procedury istnieje możliwość gromadzenia wiedzy w postaci notatek, będących ogólnymi uwagami dotyczącymi działania systemu lub w postaci relacji dopisywanych do bazy danych relacji w celu późniejszego wprowadzenia do bazy wiedzy;
2. Diagnozowanie proceduralne – w wyniku przeprowadzonych badań i analiz generowana jest diagnoza poprzez algorytm diagnozowania opracowanego na podstawie pozyskanej wiedzy proceduralnej. Uzyskane wyniki można zapisać w bazie danych wynikowych systemu. Kiedy diagnoza nie jest możliwa dokonywany jest dodatkowy odczyt sygnału i ponownie jest on identyfikowany przez procedurę wiedzy proceduralnej. Gdy procedura nie jest w stanie zidentyfikować stanu niezdatności jest to odnotowywane w bazie danych niezidentyfikowanych przypadków.

Jak można zauważyć na podstawie przedstawionego algorytmu HSE (rys. 2) ważną rolę pełnią tu narzędzia do gromadzenia wiedzy. Jedną z podstawowych cech informatycznych systemów hybrydowych jest umiejętność pozyskiwania wiedzy. W przypadku prezentowanego systemu jest to element pozwalający na ciągłe doskonalenie zarówno bazy wiedzy jak i samego systemu.



Rys. 2. Algorytm diagnozowania w Hybrydowym Systemie Ekspertowym

4. OPIS FUNKCJONOWANIA HYBRYDOWEGO SYSTEMU EKSPERTOWEGO

Prezentowany Hybrydowy System Ekspertowy kombajnu do zbioru zbóż Bizon Z058, to program komputerowy, utworzony z wykorzystaniem języka Delphi. Postawienie diagnozy przez program odbywa się na podstawie przeprowadzonego dialogu pomiędzy komputerem, a osobą diagnozującą kombajn, zgodnie z algorytmem przedstawionym na rys. 2. W zależności od uzyskanych odpowiedzi na zadane przez system pytania inicjowane są odpowiednie reguły diagnostyczne prowadzące do wniosku końcowego, który zawiera informacje o możliwych uszkodzeniach kombajnu. Podana zostaje prawdopodobna przyczyna uszkodzenia oraz wskaźnik pewności zaistniałego faktu.

W przypadku, gdy obserwacja podstawowych parametrów i symptomów funkcjonowania jest niewystarczająca do jednoznacznego wskazania uszkodzenia system ekspertowy proponuje skorzystanie z procedury badań diagnostycznych, która jest integralną częścią Hybrydowego Systemu Ekspertowego.

Prezentowany HSE przeznaczony jest dla osób z systemu obsługi kombajnów do zbioru zbóż Bizon Z058. Pracownicy z dużym doświadczeniem mogą wykorzystywać HSE przy diagnozowaniu stanów niezdatności trudnych do zlokalizowania, których identyfikacja związana jest na ogół z demontażem obiektu badań. Natomiast dla personelu obsługi o niedużej wiedzy praktycznej na temat diagnozowania kombajnów do zbioru zbóż, program komputerowy może być pomocą w ustaleniu przyczyn niezdatności, niejednokrotnie związanych z błędami obsługi. Warunkiem koniecznym do skorzystania z programu jest znajomość

podstawowych terminów, nazw układów i elementów kombajnu, umiejętność prawidłowego ustawienia parametrów funkcjonowania, oraz umiejętność korzystania z oprzyrządowania pomiarowego i komputera.

W skład pakietu HSE wchodzi następujące programy:

- **Diag_reg** – procedura umożliwiająca identyfikację stanów niezdatności kombajnu Bizon Z058 na podstawie zaobserwowanych objawów, a wiedza reprezentowana jest w postaci reguł diagnostycznych;
- **Diag_proc** – umożliwia identyfikację i weryfikację wyników dodatkowych badań diagnostycznych, przeprowadzonych zgodnie z oryginalnie opracowaną procedurą badań diagnostycznych układu hydraulicznego sterowania funkcjonowaniem zespołu żniwnego. Po uruchomieniu programu Diag_proc, użytkownik ma możliwość wprowadzania danych z klawiatury lub zaimportować je z pliku (utworzonego, za pomocą programu „Oscylogram”). Procedura Diag_proc przetwarza wprowadzone dane, a wynik diagnozowania zostaje podany w postaci analogicznej, jak przedstawiono na rys. 3;
- **„Oscylogram”** – identyfikuje podstawowe cechy sygnału diagnostycznego dla przebiegu ciśnienia w funkcji czasu, zarejestrowanych w układzie hydraulicznym kombajnu. Program ten ponadto, umożliwia wizualizację zarejestrowanych sygnałów, ich analizę i archiwizację. Widok okna głównego tego programu przedstawiono na rys. 4. Program „Oscylogram” jest uzupełnieniem programu Diag_proc i służy jako przeglądarka danych.

The screenshot shows the 'Diag_proc' window with the following content:

- Title bar: Diag_proc
- Opis: BIZON REKORD Z058 - hala maszyn
- Checkboxes:
 - Czy naciąg pasa klinowego pompy PZ2-25L jest dostateczny
 - Czy układ hydrauliczny jest szczelny
- Określ szerokość zespołu żniwnego (hedera):
 - 4,2 m
 - 5,1 m
 - Inna: []
- Dokonaj pomiarów na obiekcie do analizy użyj programu "Oscylogram"**
- Checkboxes:
 - Czy temperatura czynnika roboczego jest z przedziału 40-45°C
- Podaj czas podnoszenia zespołu żniwnego w [s]: [3.9]
- Podaj czas opuszczania zespołu żniwnego w [s]: [3.1]
- Checkboxes:
 - Czy zespół żniwny samoczynnie opada z prędkością mniejszą niż 100mm/30min
- Określ wartość ciśnienia w kolektorze tłocznym pompy podczas podnoszenia hedera [12.5]
- Checkboxes:
 - Czy ciśnienie w kolektorze tłocznym pompy podczas opuszczania hedera jest bliskie 15 MPa?
 - Czy ciśnienie w kolektorze siłownika podczas podnoszenia hedera jest większe niż 5.9 MPa?
 - Czy ciśnienie w kolektorze siłownika podczas opuszczania hedera jest większe niż 4.8 MPa?
- Diagnoza: []
- Buttons: Diagnostuj!, Zapis, Importuj dane
- Układ zdalny: []

Rys. 3. Widok okna programu Diag_proc obrazujący wynik jego działania

Każdy z tych programów może funkcjonować niezależnie, a jako całość stanowią swego rodzaju platformę Hybrydowego Systemu Ekspertowego.

W programie Diag_reg zastosowano algorytm wnioskowanie w przód. Tego typu metoda wnioskowania znajduje zazwyczaj zbiór wszystkich konkluzji wynikających z bazy wiedzy i informacji otrzymanych od użytkownika.

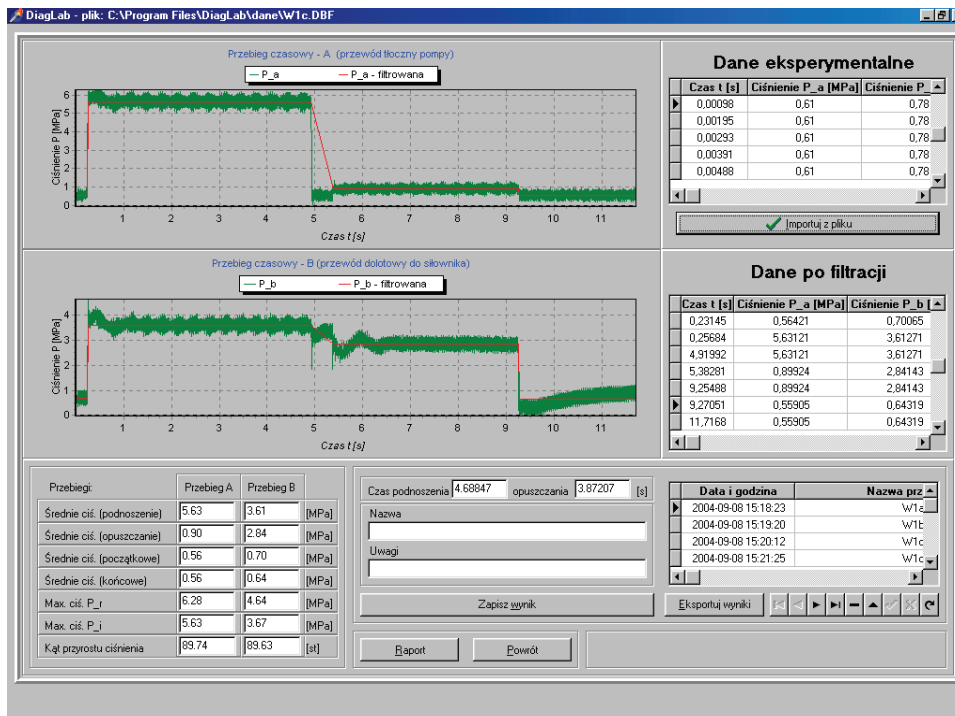
Każda sesja programu kończy się przedstawieniem wyników diagnozowania oraz możliwością ich zapisu.

Na rys. 5 przedstawiono przykładowy widok okna programu Dia_reg, pojawiającego się na etapie – wybór obiektu do diagnozowania, z kolei na rys. 6 okno programu na etapie dialogu z użytkownikiem. Rys. 7 przedstawia wynik działania programu w postaci okna, w którym wymienione zostają niezdatności kombajnu Bizon Z058.

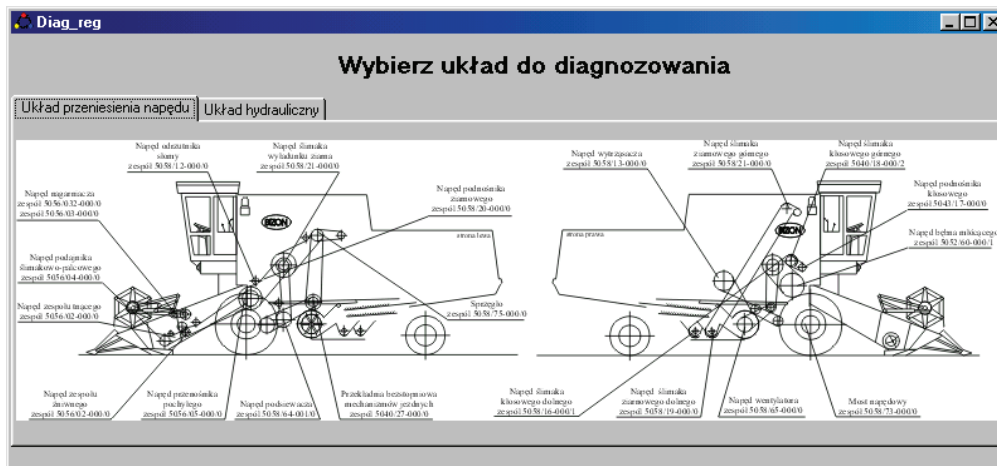
5. PODSUMOWANIE

Reasumując rozpatrzone zagadnienie dotyczące opracowanego Hybrydowego Systemu Ekspertowego kombajnu do zbioru zbóż można stwierdzić, że:

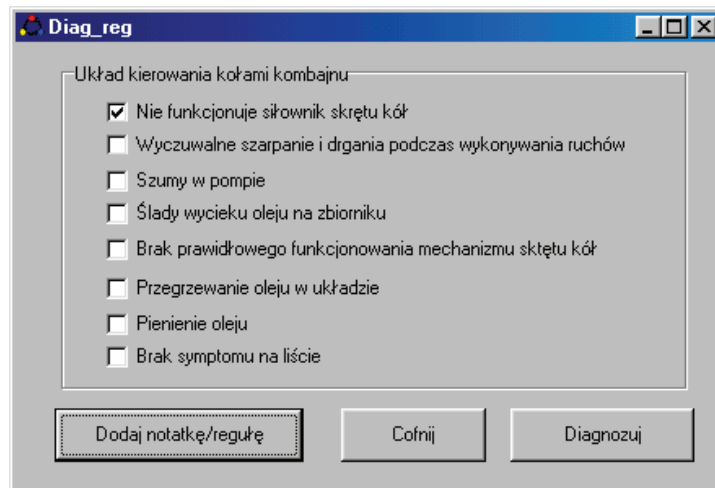
- przez HSE w niniejszej pracy określono system łączący w jedną logiczną całość różne środki reprezentacji wiedzy, wiedzę regułową i proceduralną;
- HSE jest to statycznym systemem ekspertowym dla wiedzy regułowej oraz dynamicznym dla wiedzy proceduralnej. Zadaniem tego systemu jest identyfikacja stanów niezdatności maszyny samojedznej, z wykorzystaniem różnych środków reprezentacji wiedzy (w postaci reguł i algorytmów diagnozowania) oraz metod jej identyfikacji;



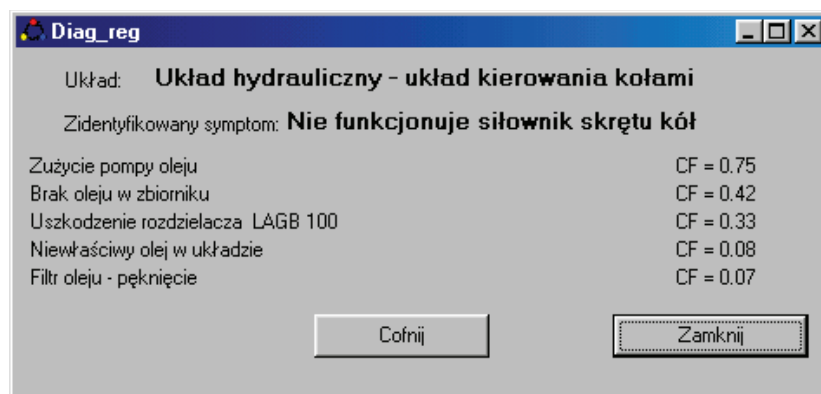
Rys. 4. Widok okna głównego programu „Oscylogram”



Rys. 5. Widok okna w programie Diag_reg na etapie wyboru obiektu do diagnozowania



Rys. 6. Okna programu Diag_reg na etapie dialogu programu z użytkownikiem



Rys. 7. Widok okna programu Diag_reg obrazujący wynik jego działania

- prezentowany HSE posiada w swojej strukturze narzędzia do identyfikacji, pozyskiwania i gromadzenia nowej zidentyfikowanej wiedzy w wyniku funkcjonowania systemu;
- do komputerowego zapisu HSE wykorzystano język Delphi, który w przeciwieństwie do programów szkieletowych, pozwala na pełną integrację reguł z analizą obiektową. Umożliwia to utworzenie narzędzi do gromadzenia wiedzy, zarówno deklaratywnej jak i proceduralnej, przy jednoczesnej pełnej kompatybilności i modułowości elementów składowych systemu;
- na podstawie przeprowadzonych badań sprawdzających, weryfikujących i testujących oceniono pozytywnie funkcjonowanie HSE w aspekcie poprawności diagnozowania stanu kombajnu do zbioru ziół Bizon Z058.

LITERATURA

1. Kliszewski M.: Inżynieria oprogramowania obiektowego. Cz. 1, Analiza Obiektowa, Wyd. Książki Technicznej, RESPEKT, 1994
2. Michalski R. – pod redakcją: Diagnostyka maszyn roboczych. ITE Radom 2004.
3. Rychlik A.: Zastosowanie Hybrydowego Systemu Ekspertowego w diagnostyce maszyn samojezdnych. XXXII Ogólnopolskie Sympozjum Diagnostyka Maszyn, Węgierska Górka 2005.



Mr. Arkadiusz Rychlik

Mgr inż. Arkadiusz Rychlik absolwent Wydziału Mechanicznego ART w Olsztynie. Obecnie jest asystentem w Katedrze Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn na Wydziale Nauk Technicznych, UWM w Olsztynie. W pracy zajmuje się zagadnieniami eksploatacji pojazdów i maszyn.



Dr. Sławomir Wierzbicki

Dr inż. Sławomir Wierzbicki pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Budowy, Eksploatacji Pojazdów i Maszyn na Wydziale Nauk Technicznych, UWM w Olsztynie. W pracy zajmuje się zagadnieniami eksploatacji i diagnostyki pojazdów i maszyn. Jest autorem kilkunastu publikacji z tych zagadnień. Od 2004 roku pełni funkcję sekretarza czasopisma „Diagnostyka”.