

ODWZOROWANIE PRZEBIEGU PULSACJI METODAMI SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Henryk Juszka, Stanisław Lis, Marcin Tomasik
Katedra Energetyki Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Przedstawiono metodykę odwzorowania przy wykorzystaniu logiki rozmytej, przebiegu pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego. Symulację prowadzono w programie MATLAB-Simulink a jej wyniki przedstawiono na wykresach. Wyniki symulacji wskazały na możliwość zastosowania logiki rozmytej do odwzorowania przebiegu pulsacji podciśnienia.

Słowa kluczowe: dój maszynowy krów, podciśnienie, pulsacja, logika rozmyta

Wstęp

Sformułowanie modelu matematycznego opisującego zjawisko fizyczne związane z pracą takiego urządzenia jak pulsator umożliwia na etapie prac projektowych doskonalenie warunków jego działania. Opracowanie klasycznego modelu matematycznego jest zazwyczaj zagadnieniem trudnym i złożonym. Dysponując jednak narzędziem w postaci logiki rozmytej i wynikami badań opisujących analizowane zjawisko, można zrezygnować z konieczności opracowania klasycznego modelu na rzecz modelu wykorzystującego logikę rozmytą [Juszka i in. 2005]. W pracy zaproponowano metodykę odwzorowania przy wykorzystaniu logiki rozmytej, przebiegu generowanej przez pulsator, pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego.

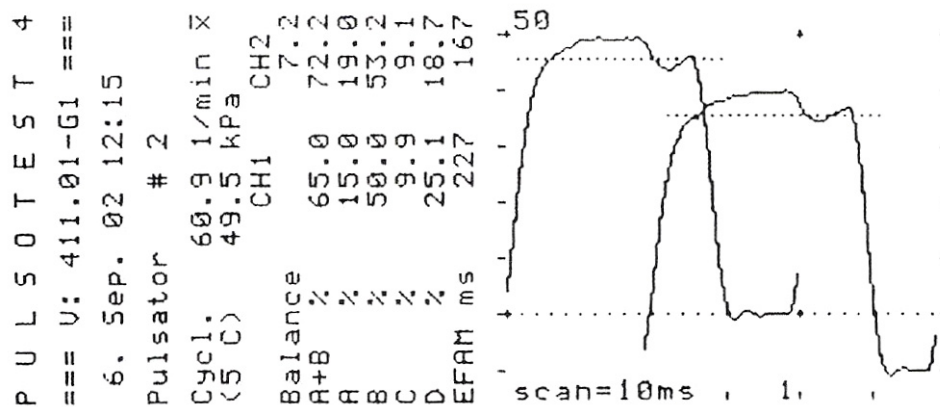
Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie odwzorowania przebiegu generowanej przez pulsator pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego logiką rozmytą.

Zakres pracy obejmuje: odwzorowanie modelem logiki rozmytej przebiegu pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego, symulację komputerową w programie MATLAB-Simulink i przedstawienie jej wyników w postaci wykresu.

Metodyka

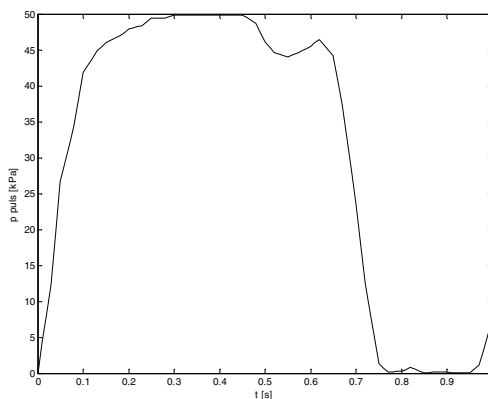
Do analizy wykorzystano wakuogram podciśnienia powietrza w komorze pulsacyjnej wykonany urządzeniem Pulsotest. Badania wymagały wprowadzenia do przestrzeni roboczej środowiska MATLAB-Simulink przebiegu zilustrowanego na wydruku (rys. 1). W tym celu wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie.



Źródło: [Woyke, Pawlak 2003]

Rys. 1. Wakuogram podciśnienia powietrza generowanego przez pulsator w komorze pulsacyjnej
 Fig. 1. Vacuogram showing negative pressure of air generated by a pulsator in a pulsation chamber

Wprowadzony do pamięci komputera przebieg generowanych przez pulsator zmian podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego ilustruje rys. 2.



Źródło: opracowanie własne autorów

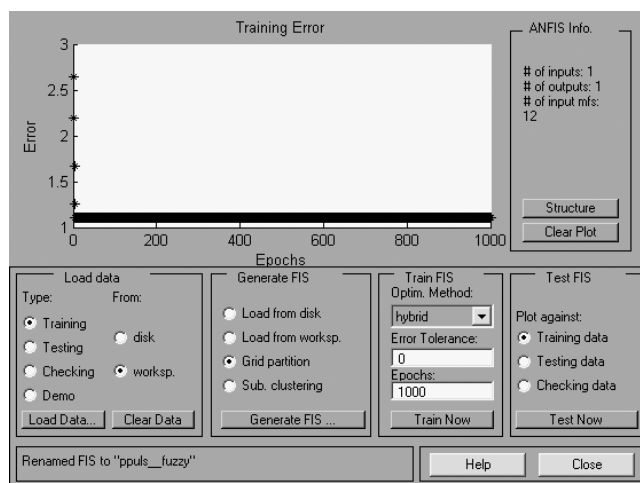
Rys. 2. Przebieg podciśnienia powietrza generowanego przez pulsator w komorze pulsacyjnej wprowadzony do pamięci komputera
 Fig. 2. Trajectory of negative pressure of air generated by a pulsator in a pulsation chamber, entered in computer memory

Odwzorowanie przebiegu pulsacji...

Przebieg tych zmian w jednostce czasu, można zinterpretować w następujący sposób. Wartości podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego, w analizowanym przedziale czasu między 0 s i 0,1 s wzrastają osiągając poziom zbliżony do 50 kPa. Na tym poziomie pozostają przez około 0,6 s. W tym czasie guma strzykowa jest otwarta. Następnie podciśnienie zaczyna maleć aż do osiągnięcia wartości równej 0 kPa - poziom ciśnienia atmosferycznego. Jest to czas kiedy guma strzykowa jest zamknięta.

Do odwzorowania przebiegu przedstawionego na rys. 2 wykorzystano model rozmyty typu Sugeno [Wachowicz 2002].

Biblioteka środowiska Matlab Fuzzy Logic Toolbox daje możliwość doboru parametrów modelu typu Sugeno metodami uczenia stosowanymi w sieciach neuronowych. Sieci neuronowe mają możliwość uczenia się bazując na wprowadzonych danych uczących. Dlatego dla doboru parametrów modelu wykorzystano algorytm polegający na przekształceniu modelu rozmytego typu Sugeno w posiadającą zdolność uczenia się sieć neuronową. Algorytm ten jest reprezentowany przez przedstawiony na rys. 3 interfejs ANFIS Editor.



Źródło: opracowanie własne autorów

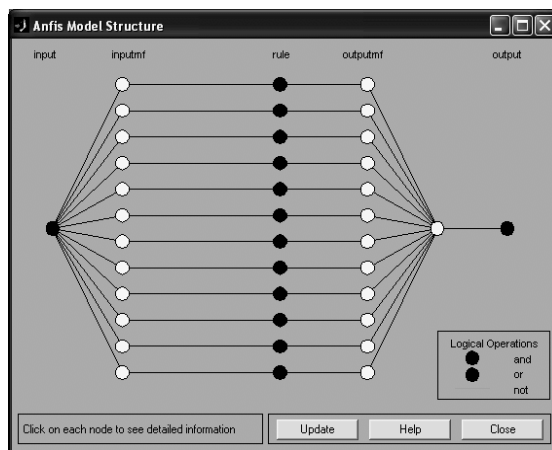
Rys. 3. Okno interfejsu ANFIS Editor z wizualizacją danych uczących

Fig. 3. The ANFIS Editor interface window with teaching data visualisation

Zgodnie z algorytmem doboru parametrów model rozmyty został przekształcony w równoważną sześciowarstwową sieć neuronową (rys. 4).

Widoczne w oknie następujące po sobie warstwy sieci neuronowej pełnią następujące funkcje: warstwa pierwsza (input) oznacza wartość wejściową, warstwa druga (inputmf) jest odpowiedzialna za fuzyfikację (rozmycie) wartości wejściowej, warstwa trzecia (rule) reprezentuje reguły. Kolejne warstwy (outputmf i output) odpowiadają za defuzyfikację (wyostrenie) [Mroczek 2006].

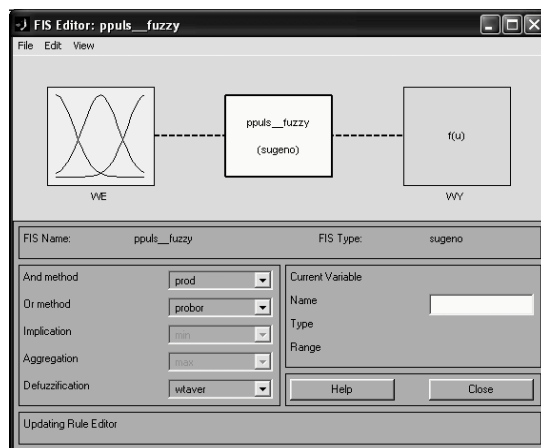
Jako dane uczące dla sieci neuronowej wykorzystano macierz zawierającą wartości czasu i pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej.



Źródło: Opracowanie własne autorów

Rys. 4. Okno Anfis Model Struktury z wizualizacją modelu rozmytego opisanego przez dwanaście reguł po przekształceniu w sieć neuronową
 Fig. 4. The Anfis Model Structure window with visualisation of fuzzy model described by twelve rules after transformation into a neural network

Zastosowany algorytm pozwolił na dobór parametrów dla modelu rozmytego typu Sugeno, opisującego przebieg zmian pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego w funkcji czasu. Diagram wejść-wyjść modelu przedstawia rys. 5.



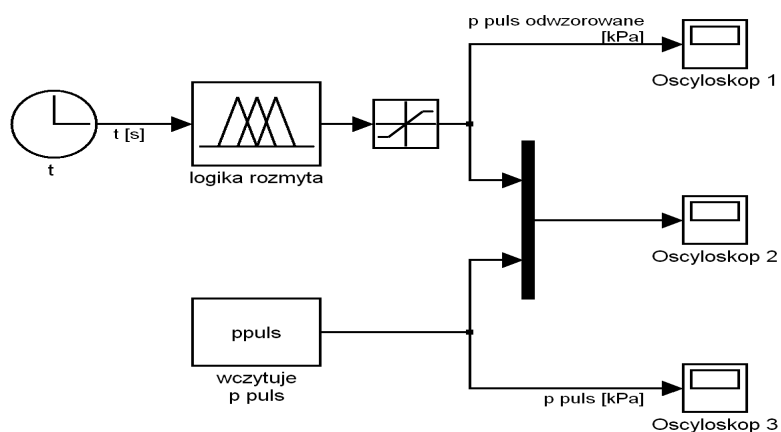
Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 5. Okno edytora FIS Fuzzy Logic Toolbox – diagram wejść-wyjść modelu rozmytego
 Fig. 5. The FIS Fuzzy Logic Toolbox editor window – diagram showing inputs-outputs of the fuzzy model

Jako wielkość wejściową zadeklarowano czas. Wielkość wyjściową stanowił przebieg zmian podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego. Zmienną lingwistyczną (rozmytą) określono poprzez zbiór dwunastu sigmoidalnych funkcji przynależności. Liczbę funkcji dobrano arbitralnie.

Badania symulacyjne

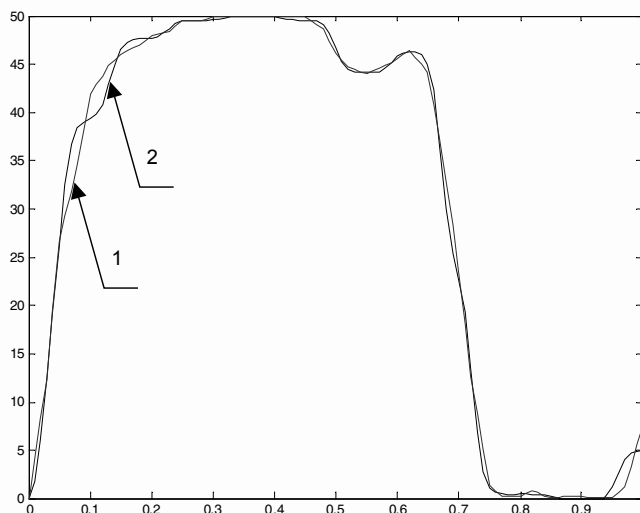
Symulację komputerową procesu odwzorowania przebiegu pulsacji podciśnienia generowanego przez pulsator w komorze pulsacyjnej kubka udojowego, według reguły zbiorów rozmytych przeprowadzono w programie MATLAB-Simulink według schematu (rys. 6).



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 6. Schemat symulacji
Fig. 6. Simulation diagram

Sformułowany model rozmyty typu Sugeno na przedstawionym schemacie blokowym reprezentowany jest przez blok Simulinka o nazwie „logika rozmyta”. Przy wykorzystaniu bloku „wczytuje p puls” wprowadzono z arkusza kalkulacyjnego do przestrzeni roboczej MATLABa wartości rzeczywistego przebiegu zmian podciśnienia w komorze pulsacyjnej. Wartości te posłużyły do porównania przebiegów, rzeczywistego i odwzorowanego. Blok oznaczony jako „t” generował wartość czasu. Znajdujące się na schemacie bloki typu „Oscyloskop 1, 3” posłużyły do wizualizacji wprowadzonych na ich wejście wartości. Na wejście bloku reprezentującego model rozmyty wprowadzono wartość czasu. Na wyjściu otrzymano przebieg zmian podciśnienia w komorze pulsacyjnej (Oscyloskop 2). Na rys. 7 zamieszczono dwa przebiegi. Rzeczywisty wczytany przy wykorzystaniu bloku „wczytuje p puls” i odwzorowany przy pomocy bloku „logika rozmyta”.



Źródło: opracowanie własne autorów

- Rys. 7. Przebiegi zmian podciśnienia powietrza w komorze pulsacyjnej – rzeczywisty (1) oraz odwzorowany logiką rozmytą (2)
- Fig. 7. Trajectories of changes in negative pressure of air in the pulsation chamber – real (1) and represented using fuzzy logic (2)

Zamieszczony wykres ilustruje przebiegi podciśnienia w komorze pulsacyjnej – rzeczywisty oznaczony cyfrą „1” oraz uzyskany w wyniku symulacji, reprezentowany przez cyfrę „2”. Można zaobserwować, że w znacznej części przebiegi pokrywają się. Zauważalna różnica pojawia się tylko pomiędzy nimi w przedziale czasu między 0,1 s i 0,2 s oraz po przekroczeniu wartości 0,9 sekundy symulacji. Uzasadnione jest zatem stwierdzenie, iż odwzorowanie przebiegu generowanej przez pulsator pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego modelem rozmytym typu Sugeno stało się realne.

Wnioski

1. Odwzorowanie przebiegu generowanej przez pulsator pulsacji podciśnienia w komorze pulsacyjnej kubka udojowego modelem rozmytym typu Sugeno jest możliwie dokładne i wystarczające dla celów użytkowych.
2. Przedstawiona metodyka umożliwia generowanie zmian podciśnienia na bazie wartości rzeczywistych uzyskanych z pomiaru bez konieczności sformułowania do ich opisu klasycznego modelu matematycznego.
3. Opracowanie modelu opisującego zjawisko fizyczne związane z pracą badanego urządzenia umożliwia na etapie prac projektowych doskonalenie parametrów pulsatora.

Bibliografia

- Juszka H., Lis S., Tomasik M.** 2005. Modelowanie i sterowanie rozmyte aparatem udojowym. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4(50). Warszawa. s. 57-64.
- Mroczek B.** 2006. Projektowanie regulatorów rozmytych w środowisku MATLAB-Simulink. Pomiar, Automatyka, Robotyka. Nr 11. Warszawa. s. 5-13.
- Wachowicz E.** 2002. Zastosowania teorii zbiorów rozmytych do modelowania procesów technologicznych. Inżynieria Rolnicza. Nr 7(40). Kraków. s. 5-17.
- Woyke W., Pawlak S.** 2003. Modernizacja i atestacja dożarek mechanicznych w świetle wymagań norm UE. Wyd. IBMER Warszawa. Maszynopis.

REPRESENTATION OF PULSATION TRAJECTORY USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Abstract. The paper presents the procedure employed to represent negative pressure pulsation progress in teat cup pulsation chamber using fuzzy logic. The simulation was carried out using the MATLAB-Simulink application, and its results were shown in diagrams. Simulation results indicated possibility to employ fuzzy logic for the purposes of representing negative pressure pulsation trajectory.

Key words: mechanical milking of cows, negative pressure, pulsation, fuzzy logic

Adres do korespondencji:

Henryk Juszka, e-mail: hjuszka@ar.krakow.pl
Katedra Energetyki Rolniczej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków