

Grzegorz Bartnik, Andrzej Kusz
Katedra Podstaw Techniki
Akademia Rolnicza w Lublinie

SYSTEM WSPOMAGANIA PROCESÓW DECYZYJNYCH W EKSPLOATACJI MASZYN

Streszczenie

W artykule przedstawiono zastosowanie sieci probabilistycznych do reprezentacji wiedzy diagnostycznej i modelowania scenariuszy rozwoju sytuacji problemowych na przykładzie eksploatacji pasteryzatora płytowego do mleka.

Słowa kluczowe: eksploatacja, reprezentacja wiedzy, sieci probabilistyczne

Wstęp

W czasie eksploatacji obiektów technicznych występują sytuacje problemowe (awarie, rozregulowania itp.), które są obserwowane w postaci zaburzeń funkcji użytkowych obiektu lub poprzez różnego rodzaju emisje czy też zmiany parametrów pracy poza wartości uznane za prawidłowe. W przypadku pojawienia się takich symptomów użytkownik musi podjąć działania zaradcze prowadzące do zapobieżenia jej negatywnym skutkom lub ich zmniejszenia.

Pojawienie się zaobserwowanych symptomów rozpoczyna pewną sekwencję działań zaradczych. W pierwszej kolejności należy odpowiedzieć na pytanie, jaka była przyczyną ich pojawienia się oraz jakie konkretne działania należy przedsięwziąć, aby uniknąć propagacji skutków powstałej sytuacji problemowej lub całkowicie tym skutkom zapobiec, (o ile jest to w danej sytuacji możliwe). Uzyskanie prawidłowej odpowiedzi w relatywnie krótkim czasie pozwala na postawienie diagnozy, jakie są szanse wykonania zadania. Ocena tej szansy pozwala na podjęcia decyzji o kontynuowaniu czy też przerwaniu realizowanego zadania.

Proponowany model wspomaganie procesów decyzyjnych w eksploatacji maszyn musi spełniać wymagania coraz powszechniej stosowanej w przedsiębiorstwach

normy ISO 9001:2000. Norma ta jest ważnym krokiem w kierunku precyzowania systemu pojęć niezbędnych do ukierunkowanego na jakość i bezpieczeństwo postrzegania, rozumienia i prowadzenia procesów produkcyjnych. System Zarządzania Jakością zawarty w edycji norm ISO 9000:2000 jest oparty o tzw. „podejście procesowe”.

Definicję takiego podejścia można znaleźć we wstępie do normy EN ISO 9001:2000: *„działanie, w którym wykorzystuje się zasoby, zarządzane w celu umożliwienia przekształcenia wejść w wyjścia, można rozpatrywać jako proces [...] Wykorzystanie w ramach organizacji systemu procesów wraz z ich identyfikacją oraz wzajemnymi oddziaływaniami między tymi procesami, zarządzanie nimi, można określić jako „podejście procesowe”, [ISO 9001:2000].*

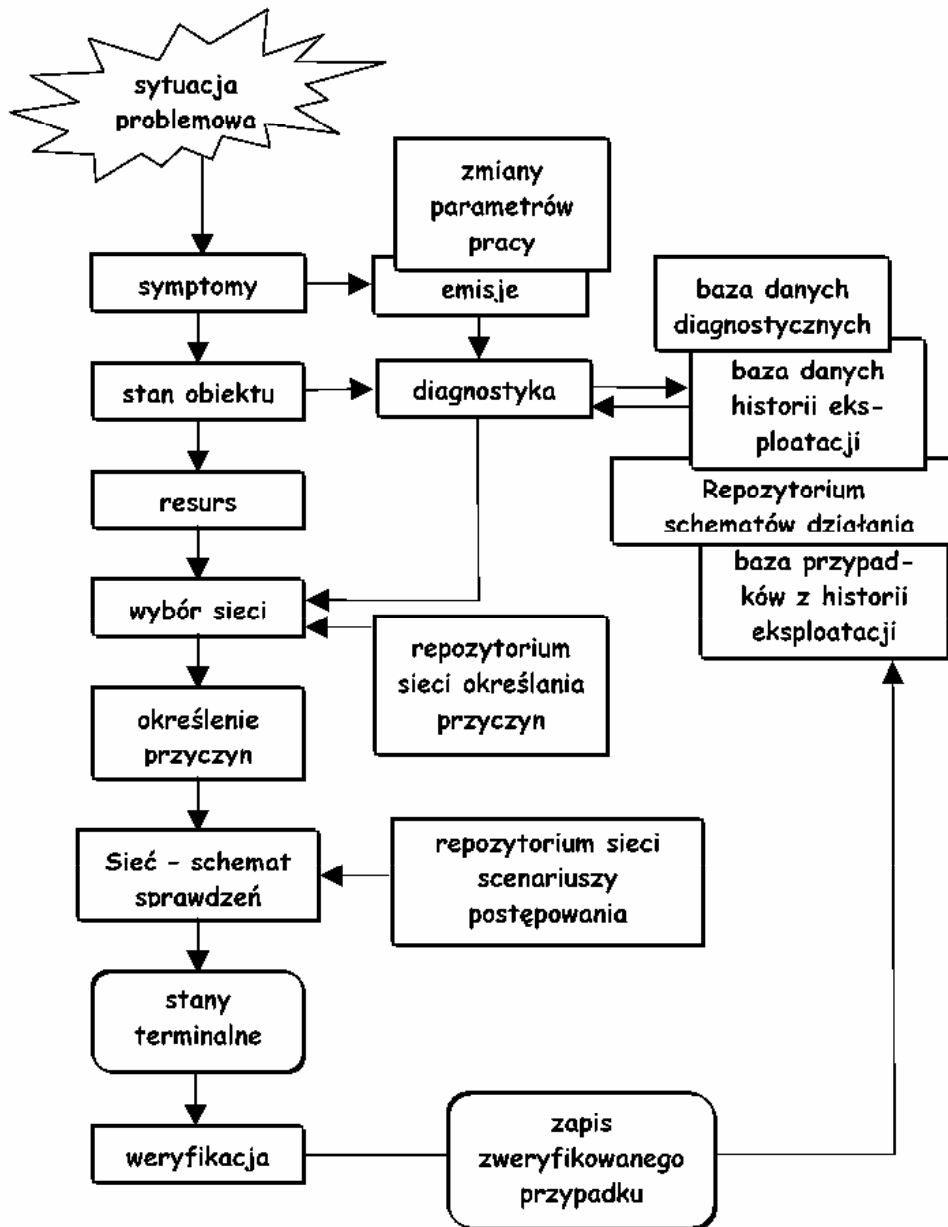
Należy określić kryteria i metody wymagane w celu zapewnienia skuteczności przebiegu procesów i ich nadzorowanie. Konieczne jest również zapewnienie dostępności zasobów i informacji niezbędnych do wspomagania przebiegu tych procesów poprzez ich monitorowanie, mierzenie i analizowanie.

System Zarządzania Jakością wymaga udokumentowanych procedur postępowania w każdej przewidzianej sytuacji. Procedury te obejmują zakres czynności koniecznych i zalecanych przez producenta oraz wynikających z lokalnej pragmatyki eksploatacyjnej. Muszą być również opracowane procedury wdrażania działań korygujących i zapobiegawczych. Wszystkie działania obsługowe muszą być dokumentowane

Wymagania dotyczące zapewnienia jakości utrzymania obiektów technicznych zawarte w normie ISO 9001 w ujęciu procesowym można zaspokoić dzięki właściwie zaprojektowanemu systemowi eksploatacyjnego wspomagania użytkownika. Należy tak zaprojektować ten system, aby stworzyć mechanizm samoregulacji i synchronizacji działań pomiędzy wszystkimi, którzy biorą udział w procesie produkcji i procesach z nią związanych.

Koncepcja systemu

Rys. 1 przedstawia schemat funkcjonowania adaptacyjnego systemu wspomagania procesów decyzyjnych w przypadku wystąpienia sytuacji problemowych.



Rys. 1. Schemat funkcjonowania systemu
Fig. 1. System's function schema

W prezentowanym rozwiązaniu występują dwa rodzaje sieci probabilistycznych. Pierwszy z nich, reprezentuje wiedzę diagnostyczną i wiąże przyczyny zaburzeń i nieprawidłowości w przebiegu procesu z ich symptomami. Drugi rodzaj sieci przedstawia scenariusze rozwoju sytuacji problemowej, uwzględniające wykonanie określonych działań kontrolnych i obsługowych [Bartnik, Kusz, Marciniak 2003].

W momencie wystąpienia symptomów sytuacji problemowej użytkownik sprawdza stan obiektu poprzez badanie tych parametrów jego pracy (korzystając z bazy danych diagnostycznych, bazy danych historii eksploatacji itp.), które mogą pomóc w postawieniu diagnozy. Użytkownik rozpoznaje charakter zaistniałej sytuacji i stara się uzyskać odpowiedź na pytania:

- co jest przyczyną powstania sytuacji problemowej?
- jakie należy przedsięwziąć działania aby usunąć jej skutki oraz zapobiec powstaniu podobnej sytuacji w przyszłości?

Rozpoznanie charakteru sytuacji awaryjnej następuje poprzez identyfikację pojawiających się symptomów takich jak emisje dźwięków, wycieki, zapachy, zmiany parametrów pracy obiektu i wychodzenie ich wartości poza obszar wartości oczekiwanych. Aktualny stan obiektu jest analizowany poprzez działania diagnostyczne z wykorzystaniem baz danych: *diagnostycznych*, *historii eksploatacji*, *przypadków z historii eksploatacji* oraz *repozytorium schematów działania*. W większości sytuacji potrzebne jest również określenie resursu, co pozwoli na uaktualnienie rozkładu prawdopodobieństwa dotyczącego potencjalnych przyczyn oraz inicjatorów przyczyn wystąpienia sytuacji problemowej.

W zależności od zdiagnozowanego stanu i wartości resursu dokonywany jest wybór właściwej sieci probabilistycznej z *repozytorium sieci określania przyczyn*, której zadaniem jest znalezienie przyczyn powstania sytuacji awaryjnej. W zależności od określonych przyczyn z *repozytorium sieci scenariuszy postępowania* wybierana jest sieć stanowiąca schemat sprawdzeń co pozwala na określenie *stanów terminalnych* z właściwym im rozkładem prawdopodobieństwa.

Sytuacja rozwija się według pewnego ciągu przyczynowo skutkowego modyfikowanego przez działania podejmowane przez obsługę i kończy określonymi stanami terminalnymi mającymi określone konsekwencje ekonomiczne. Użytkownik otrzymuje rozkład prawdopodobieństwa nad wartościami następujących stanów terminalnymi:

- produkcja zakończona w wymaganym czasie bez strat,
- produkcja zakończona w zadanym czasie ze stratami,
- przerwanie procesu, zadanie niewykonane w zadanym czasie

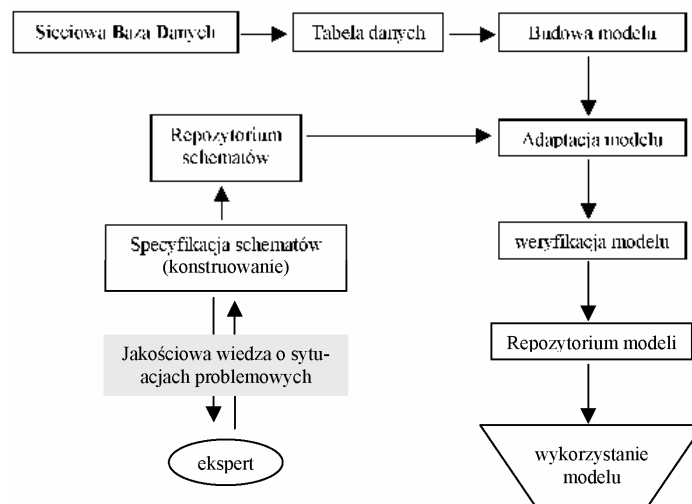
Wspomniane scenariusze są w zasadzie gotowymi procedurami postępowania w konkretnej sytuacji problemowej z uwzględnieniem zmian sytuacji spowodowanych różnymi działaniami użytkownika wynikającymi z lokalnej pragmatyki eksploatacyjnej w danym miejscu i czasie. Zweryfikowany przypadek sytuacji problemowej wraz z jej rozwiązaniem zostaje zapisany i trafia do *bazy przypadków z historii eksploatacji* powiększając zasób wiedzy użytkownika.

Model systemu

Punktem wyjścia do określenia struktury systemu umożliwiającego automatyzację budowy modelu w postaci sieci probabilistycznej jest założenie, że dane (empiryczne przypadki) są zgromadzone w bazach danych. Bazy te stanowią wyodrębniony moduł komunikujący się z modułem modelowania. Budowa modelu wymaga określenia topologii sieci oraz estymacji łącznego rozkładu prawdopodobieństwa w oparciu o dane zawarte w bazie. Automatyzacja budowy modelu wymaga dekompozycji procesu modelowania na autonomiczne składniki funkcjonalne umożliwiające wykonywanie następujących zadań:

- specyfikacji topologii sieci dla określonych sytuacji decyzyjnych (repozytorium schematów)
- dobór topologii oraz aktualizację rozkładu prawdopodobieństwa,
- wykorzystanie modelu do symulacji i wspomagania decyzji

Rys. 2 przedstawia architekturę systemu.



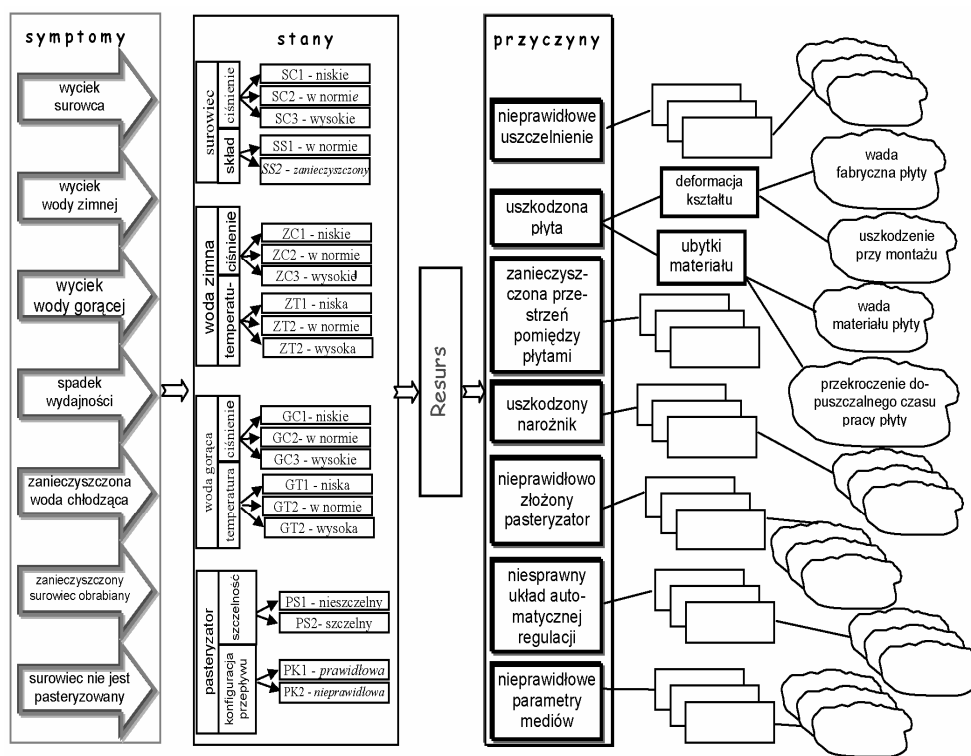
Rys. 2. Architektura systemu

Fig. 2. System's architecture

Przykład

Proponowany model diagnostyczny zaimplementowany w postaci sieci probabilistycznej dotyczy pasteryzatora płytowego do mleka i śmietany pracującego w linii technologicznej pasteryzacji mleka z odwirowaniem. Linia została zdekomponowana na poszczególne obiekty, a dla każdego z nich jest skonstruowana oddzielna sieć probabilistyczna.

Rysunek 3 przedstawia sieć, która wiąże inicjatory zaburzeń i nieprawidłowości w przebiegu procesu z ich symptomami. Jeśli obserwowanym symptomem będzie wyciek surowca, to dla każdej konfiguracji stanów surowca, wody zimnej, gorącej i pasteryzatora oraz określonego resursu będzie wskazana odpowiednia sieć repozytorium sieci. Sieć ta wiąże przyczyn zaobserwowanych zaburzeń (np. uszkodzona płyta) z prawdopodobnymi inicjatorami zaburzeń.



Rys. 3. Powiązanie symptomów z inicjatorami sytuacji problemowej

Fig. 3. Relation between symptoms and problema situation initiating factors

W omawianym przypadku otrzymuje się rozkład prawdopodobieństwa nad czterema inicjatorami uszkodzenia płyty:

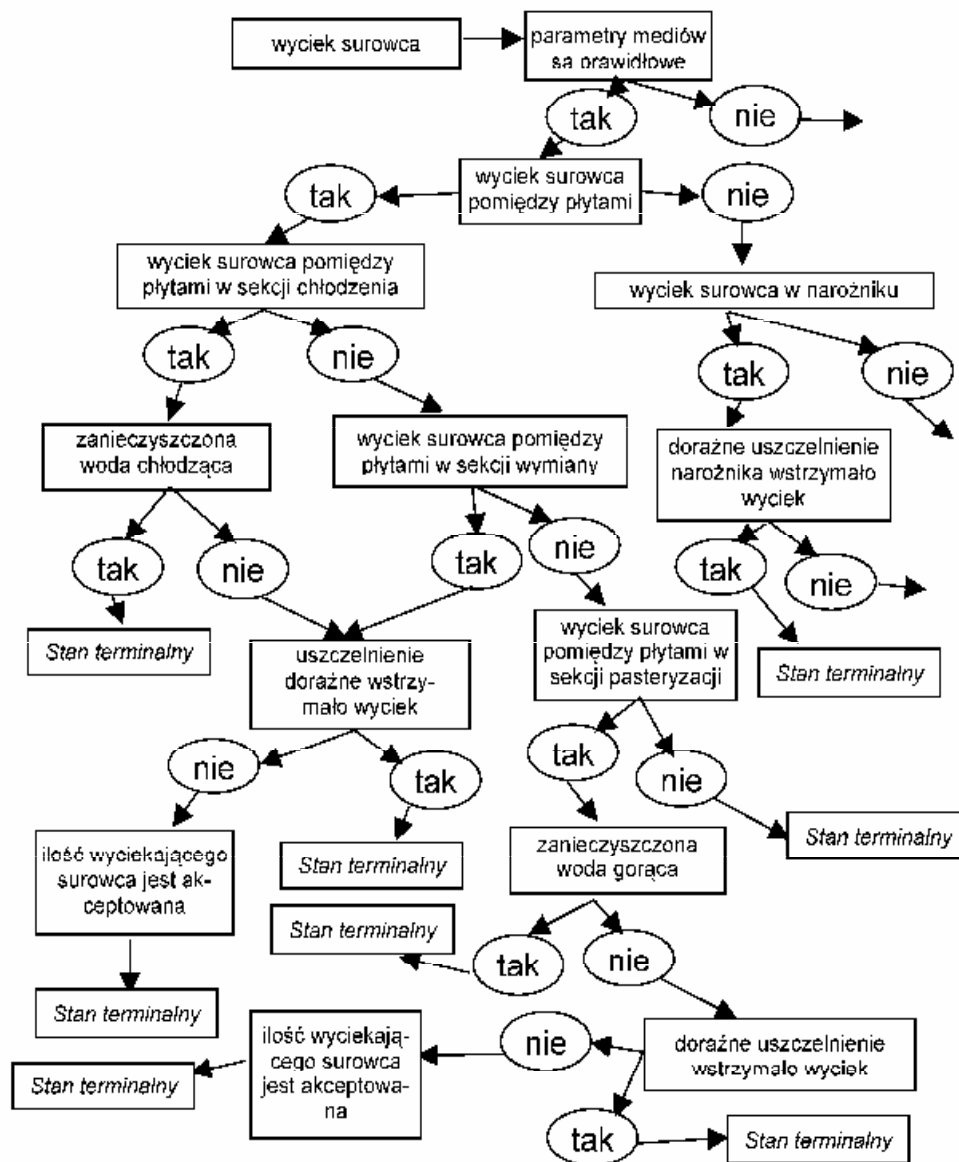
1. wada fabryczna płyty
2. uszkodzenie przy montażu
3. wada materiału płyty
4. przekroczenie dopuszczalnego czasu pracy płyty.

Niektóre ze stanów inicjujących mogą wywołać dodatkowo inne symptomy niż wyciek surowca. Zaobserwowanie lub nie tych symptomów traktuje się jako działania kontrolne przemawiające za lub przeciw hipotezie przedstawionej na podstawie pierwszego zaobserwowanego symptomu.

Rys. 4 przedstawia fragment scenariusza rozwoju sytuacji problemowej dla symptomu wyciek surowca, gdzie rozwiązaniem jest dyskretny rozkład prawdopodobieństwa nad wartościami zmiennych reprezentujących stany terminalne [Bartnik, Kusz, Marciniak 2003].

Po zaobserwowaniu wycieku surowca należy wykonać test polegający na ocenie parametrów mediów (surowiec, woda zimna, woda gorąca). Sprawdzenie parametrów mediów pozwala stwierdzić, że są one prawidłowe. Należy w tym przypadku sprawdzić, czy wyciek następuje z pomiędzy płyt. Jeżeli tak to identyfikujemy miejsce wycieku tzn. w jakiej sekcji on nastąpił. Dochodzimy do tego droga eliminacji poszczególnych wariantów. Jeśli następną zmienna „wyciek surowca pomiędzy płytami w sekcji chłodzenia” ma wartość NIE, to następuje przejście do stanu „wyciek surowca pomiędzy płytami w sekcji wymiany”. W badanym przypadku właśnie w tym miejscu nastąpił wyciek surowca. Sugerowane jest działanie – doraźne uszczelnienie wycieku, tzn. bez przerywania procesu produkcyjnego. Ponieważ w analizowanej sytuacji działanie to okazało się nieskuteczne, to należy odpowiedzieć na pytanie czy przy danej ilości surowca jaki pozostał do przerobu i tej wielkości wycieku straty są na tyle małe, że lepiej jest usuwać awarię po zakończeniu produkcji godząc się na pewne straty surowca.

To rozwiązanie, reprezentowane w modelu przez stan terminalny – „produkcja zakończona w zadanym czasie ze stratami” ma przypisaną największą wartość prawdopodobieństwa.



Rys. 4. Procedura postępowania dla symptomu „wyciek surowca”
 Fig. 4. Procedure of action for symptom „milk leakage”

Podsumowanie

Sieci probabilistyczne umożliwiają uwzględnienie niedeterministycznego charakteru rozwoju sytuacji problemowej. Dają również możliwość symulacyjnego eksperymentowania w trakcie wykonywania procedury awaryjnej oraz pozwalają na wybór repertuaru działań. Użytkownik uzyskuje możliwość podjęcia decyzji po wcześniejszym wykonaniu eksperymentu symulacyjnego, który umożliwia określenie rozkładu prawdopodobieństwa na zbiorze wariantów działania.

Zastosowany do reprezentacji wiedzy model w postaci sieci probabilistycznej jest wystarczająco efektywny a potrzebne dane będą pozyskiwane w trakcie funkcjonowania systemu poprzez ich rejestrację wynikającą z realizacji wymagań określonych normą ISO 9001:2000.

Bibliografia:

Bartnik G., Kusz A., Marciniak A.W. 2003. Modelowanie sytuacji awaryjnych z wykorzystaniem sieci probabilistycznych – Inżynieria Systemów Bioagrotechnicznych, Politechnika Warszawska, Zeszyt 2-3 (11-12) Płock, s. 139.

Bartnik G., Kusz A., Marciniak A.W. 2003. Reprezentacja wiedzy diagnostycznej z wykorzystaniem sieci probabilistycznych – Inżynieria Wiedzy i Systemy Ekspertowe pod redakcją Z. Bubnickiego i A. Grzecha, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, tom 1, s. 175-182.

Cowell R.G., Dawid A.P., Lauritzen S.L., Spiegelhalter S.L. 1999. *Probabilistic Networks and Expert Systems*. Springer – Verlag. New York.

Oliver R., Smith J. 1988. *Influence Diagrams, Belief Nets and Decision Analysis*. John Wiley & Sons. New York.

Hugin System, <http://www.hugin.com>.

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MACHINERY MAINTENANCE

Summary

The paper presents an application of probabilistic network for diagnostic knowledge representation and modeling the course of problem situation evolution on the example of milk plate pasteurisation.

Key words: maintenance decisions support system, probabilistic networks