

MODEL ZINTEGROWANEGO SYSTEMU DIAGNOSTYCZNEGO OBIEKTÓW BIOAGROTECHNICZNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM NIEPEWNOŚCI POMIARÓW

Ryszard MICHALSKI, Przemysław DROŻYNER, Paweł MIKOŁAJCZAK

Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie,
Wydział Nauk Technicznych, Katedra Eksploatacji Pojazdów i Maszyn
10-719 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 11, tel. (089) 5234811, e-mail: przemyslaw.drozynier@uwm.edu.pl

Streszczenie

Kampanijność procesu produkcji rolniczej rzutuje na szereg wymagań eksploatacyjnych, konstrukcyjnych i ekonomicznych stawianym maszynom rolniczym. Wymaga to szerszego spojrzenia na diagnostykę, która dotyczy nie tylko maszyn ale całego systemu bioagrotechnicznego, przez który rozumie się maszynę, środowisko i zadanie agrotechniczne. W tym aspekcie ważnego znaczenia nabiera określenie niepewność dokonywanych pomiarów w celu stwierdzenia użyteczności uzyskiwanych wyników, na podstawie których podejmowane są decyzje dotyczące realizowanych procesów. W pracy został przedstawiony model zintegrowanego systemu diagnostycznego obejmującego monitorowanie stanu technicznego maszyn i oceny jakości realizowanych zadań agrotechnicznych oraz sposób wyrażania niepewności pomiarów.

Słowa kluczowe: maszyna rolnicza, diagnostyka, system bioagrotechniczny.

DEVELOPEMENT OF INTEGRATED DIAGNOSTIC SYSTEM OF BIOAGROTECHNICAL OBJECTS INCLUDING UNCERTAINTY

Summary

Seasonal character of agricultural production has an important impact on maintenance, construction and economical requirements for agricultural machines e.g., certainty of high availability factor during the campaign or fulfilling the parameters of realized agricultural process. In such a case, it is necessary to look wider on the diagnostic, which refers not only to machines but to the whole agro-technical system, consisting of a machine, environment and agro-technical task. The particular attention must be paid on uncertainty of the measurement carried out in such systems since results have a great impact on undertaken decisions. The model of the diagnostic system of bio-agro-technical objects, including uncertainty of measurements is presented in the paper.

Keywords: agricultural machine, diagnostic, bio-agro-technical system.

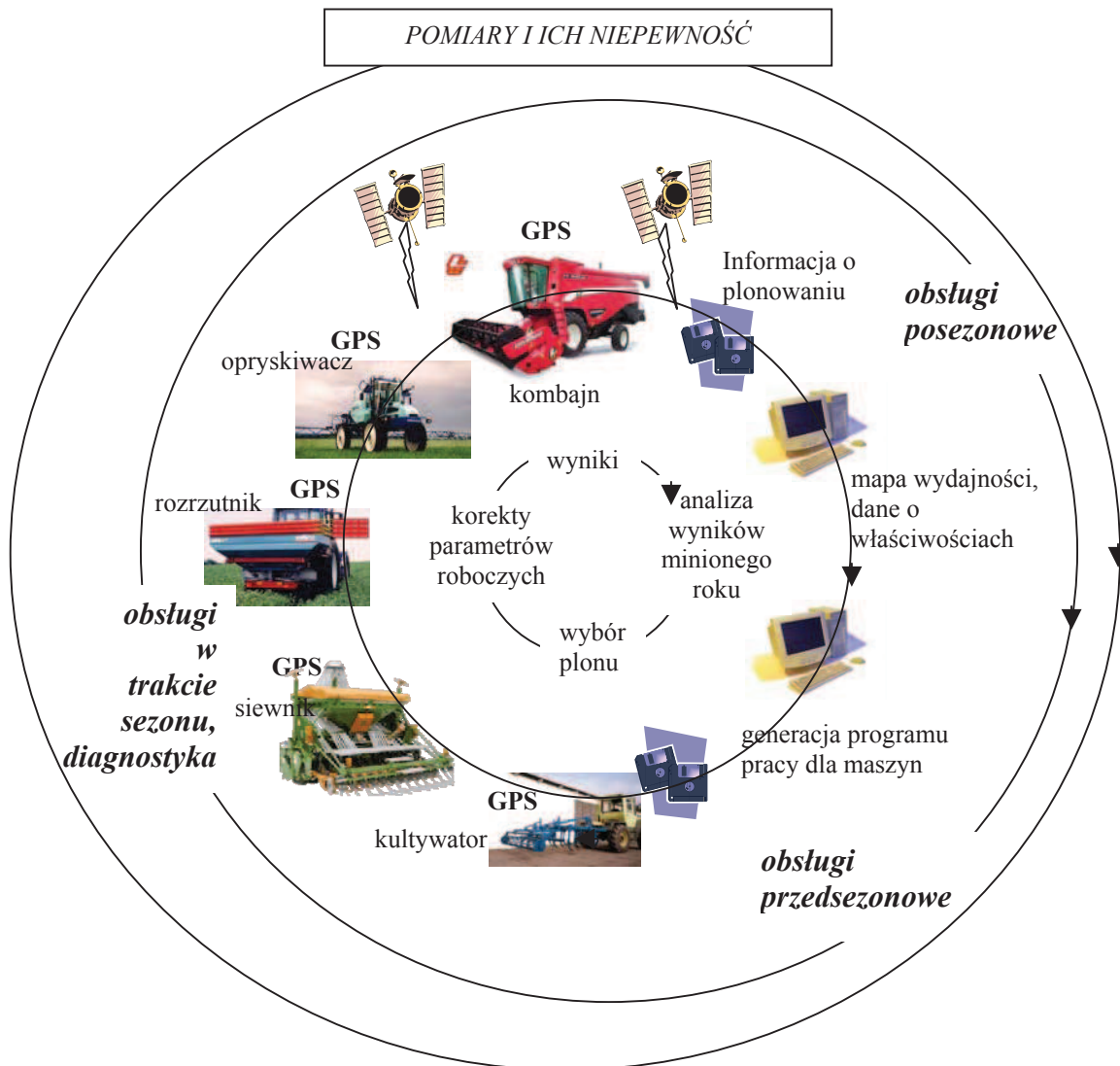
1. MODEL DIAGNOZOWANIA OBIEKTÓW BIOAGROTECHNICZNYCH

Specyfika eksploatacji maszyn rolniczych wynikająca z równoczesnego współistnienia i wzajemnego oddziaływania elementów technicznych, agrotechnicznych i biologicznych [5] rzutuje na różnorodne wymagania eksploatacyjne i konstrukcyjne, m. in.:

- zapewnienie wysokiego stopnia gotowości maszyn w zmiennym losowo przedziale czasu,
- uzyskanie dużej podatności obsługowo-naprawczej konstrukcji maszyn,
- przystosowanie maszyn rolniczych do warunków atmosferycznych oddziaływujących na nie w długim okresie przechowywania,
- zapewnienie maksymalnych zasileń w części wymienne i materiały eksploatacyjne,

- doprowadzenie do wysokiej dyspozycyjności personelu obsługi w czasie realizacji zadań,
- optymalne połączenie wymagań niezawodnościowych z trwałością konstrukcji.

Wymagania te sprawiły, że obecnie w rolnictwie mamy do czynienia z rozwojem naukowo-technicznym głównie związanym z genetyką oraz zastosowaniem techniki mikroprocesorowej w konstrukcji maszyn. Pełne wykorzystanie efektów tych tendencji wymaga stworzenia odpowiedniej infrastruktury regionalnej, tj. budowy infrastruktury technicznej wsi przystosowanej do wprowadzenia systemów GPS i DGPS umożliwiających realizację zadań w ramach tzw. rolnictwa precyzyjnego, którego istotę przedstawia rys. 1.

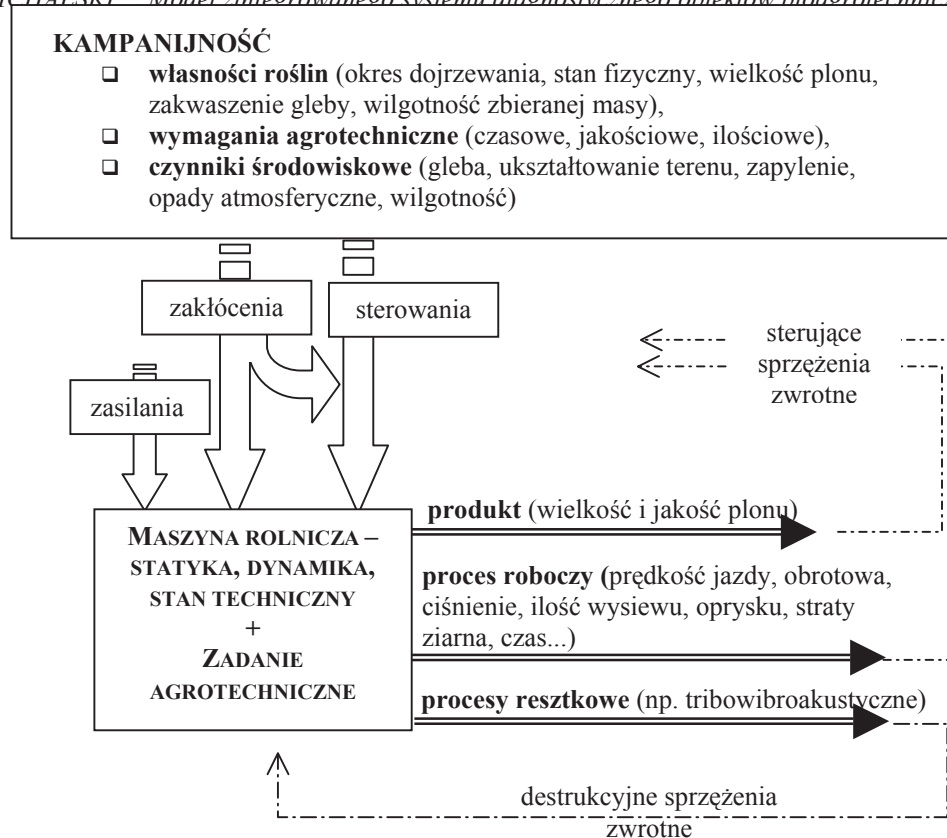


Rys. 1. Model rocznego cyklu procesu produkcji rolniczej. Opracowanie własne na podstawie [2]

Pokazany model cyklu produkcji rolniczej (na przykładzie produkcji zboża) uwzględnia podejmowanie decyzji technologicznych oraz decyzji eksploatacyjnych związanych z użytymi w procesie produkcji maszynami rolniczymi. Kombajn zbożowy wyposażony w system lokalizacji GPS oraz układu mierników prędkości, plonu, strat ziarna wykonując swoje zadania agrotechniczne dostarcza informacji niezbędnych do stworzenia tzw. mapy plonów [2,7]. Mapa ta w połączeniu z informacjami o lokalnych właściwościach gleby oraz wiedzą o wymaganiach agrotechnicznych roślin stanowi podstawę do ustalenia rodzaju przyszłego sposobu wykonania zadań agrotechnicznych. Działanie kolejnych maszyn używanych w cyklu produkcyjnym jest sterowane wygenerowanym programem realizacji zadania agrotechnicznego, którego skuteczność jest oceniana przy kolejnym tworzeniu mapy plonu. W ścisłej zależności od informacji i decyzji technologicznych podejmowane są decyzje eksploatacyjne, związane głównie z obsługiwaniem maszyn. Przykładowo, zły stan techniczny dysz

opryskiwaczy może spowodować nadmierny - lokalny - oprysk pola rzutujący z kolei na ilość i jakość plonu w tej lokalizacji. Utworzona mapa plonu sugerować może konieczność zmiany technologii w następnym zadaniu agrotechnicznym, co oczywiście będzie błędną decyzją, bowiem pierwotna przyczyna zaistniałej sytuacji nie jest związana z technologią prowadzonych prac. Na powyższym przykładzie widać, że w przypadku maszyn rolniczych niezbędne jest szersze spojrzenie na diagnostykę techniczną, która w tym przypadku powinna obejmować cały układ bioagrotechniczny. Zasadne więc wydaje się przytoczenie definicji diagnostyki wg Ziemskiego i Pszczołowski [6,8] jako rozoznania jakiegoś stanu rzeczy i jego tendencji rozwojowych na podstawie jego objawów i znajomości ogólnych prawidłowości – do celów planowego działania.

Wobec powyższego, zaproponowano (rys. 2) model diagnozowania systemu bioagrotechnicznego będący rozszerzeniem diagnostycznego modelu maszyny przedstawionego m.in. w pracach Cempla i Żółtowski [3, 9].



Rys. 2. Model diagnostowania maszyny rolniczej i jej otoczenia jako systemu bioagrotechnicznego
Opracowanie własne na podstawie [3]

Model ten:

- uwzględnia kampanijność prac rolniczych - zarówno jako źródła zakłóceń oraz sterowania maszyną i procesem produkcji,
- wskazuje na powiązania między diagnozowaniem produktu (plonu), monitorowaniem procesów roboczych maszyny rolniczej a sterowaniem procesem produkcji rolniczej,
- pokazuje destrukcyjny wpływ procesów resztkowych nie tylko na stan techniczny maszyny ale również na jakość wykonywanych zadań agrotechnicznych,
- w połączeniu z modelem rocznego cyklu procesu produkcji rolniczej (rys. 1) uwzględnia diagnozę, genezę i prognozę aktualnego stanu procesu (etapu) produkcji rolniczej.

Praktyczna implementacja zaproponowanego modelu wymaga prowadzenia w trakcie procesu produkcji wielu pomiarów dotyczących parametrów realizowanego procesu, jakości zrealizowanego zadania agrotechnicznego, parametrów pracy maszyny, itd. Szczególnego znaczenia nabiera więc określenie dokładności i niepewności realizowanych pomiarów.

2. NIEPWEŃNOŚĆ POMIARÓW

Pojęcie **niepewność pomiaru** jest obecnie w powszechnym użyciu i skutecznie wyparło błąd graniczny pomiaru stosowany wcześniej do

określenia przedziału niepewności wyniku pomiaru. Pojęcie to może być używane w dwóch znaczeniach: do wyrażania ogólnych wątpliwości, jakie wiążą się z wynikiem pomiaru oraz jako **parametr określający granice zmienności wyników pomiarów**. W tym drugim, podstawowym znaczeniu niepewność pomiaru charakteryzuje dokładność określenia wartości wielkości mierzonej i powinna być ustalona dla każdego pomiaru. Ogólnie można przyjąć, że pomiary w systemach jakości firm przemysłowych ale również i w systemach precyzyjnego rolnictwa wykonuje się w celu uzyskania odpowiedzi na pytania: jaki obiekt jest badany i czy jego własności odpowiadają wymaganiom (np. stanu systemu bioagrotechnicznego). Uzyskanie wiarygodnych odpowiedzi jest uwarunkowane niepewnością wykonywanych pomiarów. W tym kontekście pojawiają się dwa kluczowe pytania:

- jaką niepewność można zaakceptować, aby wynik pomiaru był użyteczny?
- jak wyznaczyć niepewność pomiaru?

Niepewność podawana w ostatecznym wyniku pomiaru nazywa się niepewnością rozszerzoną. Według Przewodnika ISO [4] niepewność rozszerzona to: *wielkość określająca przedział wokół wyniku pomiaru, od którego to przedziału oczekuje się, że obejmuje dużą część rozkładu wartości, które w uzasadniony sposób można przypisać wielkości mierzonej*. Zgodnie z [4], do

oznaczenie niepewności rozszerzonej przyjmując się literę U , a wyznacza się ją ze wzoru:

$$U(X) = k \cdot u(X)$$

gdzie: k – współczynnik rozszerzenia zależny od postaci rozkładu zmiennej losowej X , $u(X)$ – niepewność standardowa wyznaczona metodą typu A lub B [1]. Metoda typu A jest metodą statystyczną i polega na wyznaczeniu wartości odchylenia standardowego zmiennej losowej będącej wynikiem pomiarów. Jest to metoda niejako naturalna wyznaczania niepewności standardowych, jednak badania statystyczne wszystkich niepewności cząstkowych mogły być bardzo uciążliwe i kosztowne. Dlatego jako równorzędną przewidziano w Przewodniku ISO metodę typu B. Nazwą tą objęte są wszelkie inne niż statystyczne sposoby pozyskiwania informacji o niepewności.

Uzyskana wartość niepewności rozszerzonej U jest podstawą do odpowiedzi na wcześniej zadane pytanie, czy pomiar był wiarygodny i użyteczny. Wynik wiarygodny to taki, w którego przedziale $[x-U, x+U]$ znajduje się wartość prawdziwa wielkości mierzonej x_p . Należy tutaj zauważyć, że nie każdy pomiar wiarygodny musi być użytecznym. Jeżeli w przedziale $[x-U, x+U]$ znajduje się wartość graniczna rozpatrywanej wielkości (np. sygnału diagnostycznego) to nie można jednoznacznie stwierdzić czy została ona przekroczona czy nie. W takim przypadku należy przeprowadzić analizę metody pomiarowej i dokonać stosownych zmian.

W przypadku pomiarów stosowanych w rolnictwie precyzyjnym ostateczny wynik pomiaru jest często składową wyników pomiarów pośrednich, np.: aby wyznaczyć dawkę preparatu na zbiornik opryskiwacza należy najpierw dokonać pomiaru pojemności zbiornika, wydatku cieczy na hektar i prędkości obrotowej wału silnika ciągnika (w zależności od biegu) [1]. Dla wyznaczenia niepewności standardowej wartości pomiaru złożonego Y stosuje się wzór:

$$u(Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial Y}{\partial X_i} \right)^2 u^2(X_i)}$$

gdzie: $u(x_i)$ – niepewność standardowa pomiaru i -tej wielkości mierzonej.

Postęp naukowo-techniczny w rolnictwie (szczególnie wyraźny w tzw. rolnictwie precyzyjnym), w połączeniu ze specyfiką samego procesu produkcji rolniczej sprawia, że niezbędne jest szersze spojrzenie na diagnostykę techniczną. W przypadku rolnictwa powinna ona dotyczyć nie tylko samej maszyny ale również warunków środowiskowych oraz realizowanych zadań agrotechnicznych, czyli całego systemu bioagrotechnicznego. Jest to możliwe tylko przy użyciu najnowocześniejszej techniki pomiarowej obejmującej analizę wielu czynników, włączając w to technikę GPS oraz niepewność pomiarów.

LITERATURA

- [1] Arendalski J., Niepewność pomiarów. Oficyna Wydawnicza Pol. Warszawskiej. Warszawa 2003.
- [2] BANASIAK J. i in., Aktualne problemy użytkowania maszyn rolniczych, Eksploatacja i niezawodność nr 2
- [3] CEMPEL C. , Diagnostyka wibroakustyczna maszyn, PWN, Warszawa, 1989.
- [4] Guide to the expression of uncertainty in measurement, ISO 1995; polskie wydanie: Wyrażanie niepewności pomiaru - przewodnik, GUM 1999.
- [5] POWIERŻA L. , Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych, Radom-Płock, 1997.
- [6] PSZCZOŁOWSKI T. , Mała encyklopedia prakseologii, Ossolineum, Wrocław, 1978.
- [7] REITZ P., Computers and electronics in agriculture, 14 (1966) str. 137-150
- [8] ZIEMSKI S. , Problemy dobrej diagnozy, Wiedza Powszechna, 1973
- [9] ŻÓŁTOWSKI B. , Podstawy diagnostyki maszyn, Wydawnictwo Uczelniane ATR, Bydgoszcz, 1996.



Dr inż. **Przemysław Droźnyer** jest adiunktem w Katedrze Eksploatacji i Pojazdów i Maszyn Wydziału Nauk Technicznych UWM w Olsztynie. W działalności naukowej zajmuje się diagnostyką techniczną i systemami zarządzania jakością.



Prof. dr hab. inż. **Ryszard Michalski** jest kierownikiem Katedry Eksploatacji Pojazdów i maszyn oraz dziekanem Wydziału Nauk Technicznych UWM w Olsztynie.

W działalności naukowej zajmuje się diagnostyką techniczną, niezawodnością, technologią napraw i analizą systemową eksploatacji pojazdów i maszyn roboczych.



Dr inż. **Paweł Mikołajczak** pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Eksploatacji i Pojazdów i Maszyn Wydziału Nauk Technicznych UWM w Olsztynie. Zajmuje się diagnostyką wibroakustyczną, jest autorem wielu artykułów i ekspertyz z tego zakresu. Członek PTDT, redaktor „Diagnostyki”.