

## ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH PROCESÓW UTRZYMYWANIA MASZYN I CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH

*Tatiana Buchwald, Żaneta Staszak*

*Instytut Inżynierii Biosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

**Streszczenie.** Stosowanie metody porównawczej w obszarze nauk jest powszechne i ma długą tradycję. Mimo to nie stosuje się tworzenia odrębnych porównawczych dyscyplin na szeroką skalę. Uznaje się raczej przydatność stosowania metody porównawczej jako jednego z wielu sposobów badania rzeczywistości. Tym bardziej przydatny w inżynierii rolniczej – ze względu na dużą różnorodność budowy obiektów technicznych i związane z nimi procesy, które najłatwiej analizować stosując metodę porównawczą. Badania porównawcze w inżynierii rolniczej można wykorzystywać na etapie projektowania, budowy i eksploatacji maszyn rolniczych, jak również do porównywania innych procesów zachodzących w obszarze techniki. Badania przeprowadzono na przykładzie informacji uzyskiwanych za pomocą komputerowych testów diagnostycznych, wykorzystywanych do diagnostyki ciągników rolniczych oraz wybranych procesów obsługowych planowanych przeglądów serwisowych.

**Słowa kluczowe:** badanie porównawcze, obszary zastosowania, serwis techniczny, ciągnik rolniczy

### Wprowadzenie

Istotą porównywania w ujęciu słownikowym jest przeciwstawienie, przyrównanie bądź zestawienie wybranych cech w celu szczegółowego wyznaczenia zakresu, jaki należy przeanalizować. Stąd też badania porównawcze (ang. comparative research) polegają na analizie cech obiektów pod kątem ustalenia różnic i podobieństw pomiędzy nimi. Są rodzajem badań naukowych, mających na celu poszerzenie wiedzy naukowej z danej dziedziny (Apanowicz, 2000). Jednocześnie należą do metod interdyscyplinarnych, najwcześniej stosowanych w zakresie humanistyki, później w naukach stosowanych. Geneza ich wykorzystania sięga bowiem czasów starożytnych i rozważań Platona na temat ustroju greckich miast-państw.

Obecnie badania porównawcze wykorzystywane są do rozwiązywania problemów naukowych, wchodząc w skład metod naukowych (Pawłowski, 2010). Badania porównawcze znajdują zastosowanie przede wszystkim, gdy prowadzi się analizy nad pewną grupą danych po raz pierwszy, w celu odkrycia dotąd nieustalonych zależności. Drugi przypadek

stanowi sytuacja, w której poddaje się w wątpliwość dotąd uznane twierdzenia po to, aby podważyć prawdziwość istniejących relacji i wprowadzić nowe, rzeczywiście funkcjonujące. Metody porównawcze sprawdzają się także podczas prób zmierzających do rozszerzenia istniejących wcześniej badań, głównie w celu ich zaktualizowania, ze względu na stały postęp cywilizacyjny (Grześ, 2010; Palka, 2006; Rzeźnik i Rybacki, 2008).

Klasyczny schemat badań porównawczych obejmuje trzy etapy. Pierwszy z nich opiera się na opisie faktów uznanych powszechnie za prawdziwe oraz odniesieniu ich do relacji, w jakie wchodzi z otoczeniem. Na tym etapie następuje wybranie próby do badań (Madeja, 2008). Odnosząc się do badań porównawczych w technice, próbę do badań może stanowić na przykład kilka ciągników rolniczych o zbliżonych parametrach eksploatacyjnych, dla których dokonane zostanie porównanie struktury ich serwisu technicznego. Kolejny etap dotyczy wyjaśnienia zasad, jakim podlegają przeglądy techniczne, jak kształtuje się zapotrzebowanie różnego rodzaju materiałów eksploatacyjnych. W trzecim etapie, o charakterze sumującym, dokonuje się zestawień uzyskanych w czasie badań wyników i wskazania dostrzeżonych podobieństw oraz różnic. Rezultatem przeprowadzenia tych trzech etapów stają się wnioski, które pozwalają wprowadzić nowe informacje do nauki (Krajewski, 1998).

Każdej nowej maszynie wprowadzonej do systemu eksploatacji musi towarzyszyć profesjonalny serwis zwany utrzymywaniem. Stanowi on bardzo ważny podsystem, który znacząco wpływa na efektywność eksploatacji maszyn rolniczych (Rzeźnik, 2008). Potencjalny nabywca maszyny w procesie decyzyjnym jej zakupu analizuje głównie jej dane eksploatacyjne, nie zwracając odpowiedniej uwagi na serwisowanie. Należy zaznaczyć, że maszyny podobnej wielkości i o zbliżonych parametrach mogą mieć bardzo różny zakres serwisowania i związane z nim nakłady. Inżynieria nie wypracowała obiektywnych metod porównywania procesów serwisowania maszyn rolniczych, których wyniki można wykorzystać do wspomagania decyzji zakupu nowych maszyn. Naukowe poznanie tego obszaru wymaga prowadzenia szerokich analiz i badań.

W pracy przedstawiono badania porównawcze procesów diagnozowania oraz systemu planowanych przeglądów technicznych.

## **Cel pracy**

Celem pracy było uzyskanie informacji na temat stosowania metody analizy porównawczej w obszarze inżynierii rolniczej. Wykazanie, iż prowadzenie badań porównawczych w obszarze tej tematyki jest możliwe i szeroko stosowane nastąpiło na podstawie zebranych informacji. Przeanalizowane w pracy przykłady umożliwiają wskazanie różnic, jakie stają się wynikiem badań porównawczych. Następnie analizując wyniki porównań, można uzyskać płynące z badań, istotne dla użytkowników maszyn informacje.

Sens poznawczy opracowania dotyczy wykazania możliwości uzasadnionego zastosowania badań porównawczych w technice rolniczej. Przede wszystkim ważne jest wskazanie niewątpliwej przydatności wniosków, będących wynikiem przeprowadzanych analiz.

## **Material i metody**

Różnorodność badanych obiektów i stosowanych w inżynierii rolniczej procesów powoduje, iż można sklasyfikować badania porównawcze poprzez podział na te, które wykonuje się w obrębie jednego elementu i na te, w których porównuje się ze sobą więcej złożonych pod względem budowy i funkcjonowania części, całych maszyn i złożonych procesów.

Dla zrealizowania celu pracy przedstawiono i omówiono wybrane spośród wielu prowadzonych w technice rolniczej badań porównawczych. Na ich podstawie oceniono rezultaty płynące z porównywania różnych parametrów pracy i składowych systemów obsługi maszyn rolniczych. Podczas badań analizowano dane dotyczące procesów diagnostycznych i systemu planowanej obsługi technicznej ciągników rolniczych.

## **Wyniki i analiza**

Wyróżnia się kilka obszarów zastosowań metod porównawczych w badaniach naukowych. W technice rolniczej już na etapie wytwarzania części maszyn badania porównawcze odgrywają znaczącą rolę, zwłaszcza że maszyny rolnicze narażone są na pracę w warunkach, w których chociażby podatność zespołów roboczych na korozję jest o wiele wyższa niż w przypadku innych maszyn (Skrobacki i Ekielski, 2006). W związku z tym można na przykład przeprowadzać analizę materiału wykorzystanego do budowy części pracujących w glebie pod kątem jej podatności na korozję, porównując ze sobą tego samego rodzaju elementy zbudowane z różnego rodzaju stali.

Praktycznie rzecz biorąc, to czy produkt jest nazywany usługą, wyrobem, wytworem intelektualnym czy materiałem przetworzonym zależy od dominującego w nim elementu (Durczak, 2008).

Badania porównawcze wykorzystywane są również w programach stosowanych do diagnostyki maszyn. Najbardziej rozpowszechnione są aplikacje zwane testami diagnostycznymi, umożliwiające zdiagnozowanie stanu technicznego ciągników. Oprogramowanie to posiada zbiór parametrów dopuszczalnych dla danego podzespołu lub pojedynczej części i musi być kompatybilne z komputerem pokładowym ciągnika (Rzeźnik i in., 2012). Po połączeniu maszyny z komputerem za pomocą odpowiedniego interfejsu możemy przeprowadzić test diagnostyczny. Polega on na porównaniu aktualnie otrzymanych parametrów z bazą danych zapisaną w programie. Jeśli odczytane w danej chwili wartości znajdują się w przedziale wcześniej określonym, na ekranie monitora wyświetlane są dane o poprawnym ich działaniu. W zależności od marki ciągnika uzyskiwane informacje przedstawiane są za pomocą liczb lub na wykresach. W przypadku błędnej wartości jakiegoś parametru informacja ta w każdym programie przedstawiana jest w taki sam sposób – za pomocą kodów błędów. Kody te są zróżnicowane w zależności od marki ciągnika. Każdy błąd ma przypisane możliwe do przewidzenia przyczyny wystąpienia usterki. Pozwala to w szybki sposób zlokalizować usterkę, w rezultacie czego mniej czasu wymaga szukanie możliwych czynników powodujących niepoprawne działanie obiektu. Wpływa także na zmniejszenie kosztów.

Innym przykładem badania porównawczego dla programów komputerowych, służących do diagnostyki ciągnika, może być ich graficzna budowa lub ilość informacji uzyskiwanych podczas badania w zależności od marki ciągnika. Oprogramowania są ściśle związane z producentem maszyny i posiadają różną grafikę. Firmy przedstawiają otrzymane podczas pomiaru wyniki za pomocą liczb, wykresów, przedziałów, w których zaznaczona jest aktualnie odczytana wartość. Inną cechą różniącą są, nie w każdej aplikacji występujące, schematy badanych połączeń oraz ryciny, na których zaznaczona jest badana część. Po przeanalizowaniu kilku programów do przeprowadzania diagnostyki ciągników można zaznaczyć, że oprócz różnic występujących pomiędzy nimi są również podobieństwa. W każdym oprogramowaniu możliwe jest przeprowadzenie kalibracji, istnieje możliwość sprawdzenia tylko błędów, jakie zostały zapisane na komputerze pokładowym, sprawdzenia aktualnie przyjmowanych parametrów wybranych podzespołów.

Badania porównawcze stosowane są również do przeanalizowania ilości informacji uzyskiwanych podczas pomiaru. Dla przykładu analizować można badanie diagnostyczne wykonywane dla dwóch wybranych marek ciągników „Alfa” i „Beta”, przeprowadzone w 2012 roku. Maszyny wybrane do badań mają podobną moc (powyżej 110 KM) oraz konfigurację techniczną. Do przeprowadzenia badań diagnostycznych wybrano cztery podzespoły: silnik, przekładnię, tylny WOM, tylny podnośnik hydrauliczny.

Zebrano zbiór parametrów wyjściowych, jeśli dany parametr występował podczas przeprowadzania testu diagnostycznego, oznaczano go „+”, natomiast jego brak jako „-”.

Do badania stanu technicznego z wykorzystaniem komputerowych programów do diagnostyki wybranych ciągników zostały uwzględnione łącznie 22 parametry wyjściowe dla czterech wyżej wymienionych podzespołów. Silnik badanego ciągnika rolniczego oceniany był dziesięcioma parametrami wyjściowymi, natomiast ze względu na mniejszą złożoność pozostałych trzech podzespołów (przekładnia, tylny WOM, tylny podnośnik hydrauliczny), diagnozowano je za pomocą czterech parametrów (tab. 1). Dobieranie parametrów wyjściowych, które są składowymi procesami diagnozowania, ma bardzo duże znaczenie, ponieważ zbyt duża ich liczba przyczyniłaby się do wzrostu kosztów, natomiast wyłączenie któregoś z ważnych spowodowałoby błędną ocenę stanu technicznego ciągnika.

Tabela 1

*Zestawienie badanych parametrów dla wybranych zespołów ciągników rolniczych*

Table 1

*Parameters of selected group of tractors*

L.p.	Badany parametr	Ciągnik marki „Alfa”	Ciągnik marki „Beta”
1.	DIAGNOSTYKA SILNIKA		
1.1.	Obroty silnika	+	+
1.2.	Ciśnienie paliwa	+	+
1.3.	Temperatura paliwa	+	+
1.4.	Temperatura płynu chłodzącego	+	+
1.5.	Temperatura powietrza	+	-
1.6.	Czas pracy ciągnika	+	-
1.7.	Ilość paliwa w zbiorniku	+	-

Analiza porównawcza...

L.p.	Badany parametr	Ciągnik marki „Alfa”	Ciągnik marki „Beta”
1.8.	Ciśnienie doładowania	+	+
1.9.	Napięcie zasilania	+	+
1.10.	Ciśnienie oleju	-	+
2. DIAGNOSTYKA PRZEKŁADNI			
2.1.	Załączony/rozłączony pedał gazu	+	-
2.2.	Wartość napięcia uzyskiwana przy załączaniu kierunku jazdy przód/tył	+	+
2.3.	Czujnik obrotów skrzyni biegów	+	+
2.4.	Prędkość jazdy	-	+
3. DIAGNOSTYKA WOM			
3.1.	Pomiar natężenia	+	+
3.2.	Obroty silnika	+	+
3.3.	Napięcie dopuszczalne i obecne	-	+
3.4.	Informacja o załączeniu/rozłączeniu WOM	+	+
4. DIAGNOSTYKA TYLNEGO PODNOŚNIKA			
4.1.	Maksymalna wysokość podniesienia tylnego podnośnika	+	+
4.2.	Maksymalna wysokość opuszczenia tylnego podnośnika	+	+
4.3.	Aktualna pozycja podnośnika	+	+
4.4.	Wysokość podniesienia podnośnika w przeliczeniu na procent z maksimum	+	+

Z przedstawionych w tabeli 1 parametrów wyjściowych przyjętych do diagnostyki ciągników „Alfa” i „Beta”, w których do badania wykorzystano kompatybilne z nimi programy komputerowe, tylko dla tylnego podnośnika pokrywały się one w stu procentach. Natomiast podczas wykonywania diagnostyki przekładni można zauważyć, że pojawiły się parametry badane tylko dla ciągnika „Alfa” – prędkość jazdy oraz „Beta” – załączony/rozłączony pedał gazu. Także podczas diagnozowania WOM napięcie dopuszczalne i obecne sprawdzane jest tylko w ciągniku „Alfa”. Warto zatem rozważyć, czy parametry, które nie są ze sobą zbieżne, mają wpływ na diagnostykę badanych podzespołów. Jeśli nie mają one wpływu na końcową diagnostykę ciągnika, należy zoptymalizować test poprzez wyeliminowanie zbędnych czynności, w efekcie czego zmniejszy się liczba sprawdzeń, co pozwoli na skrócenie czasu wykonywania testu oraz obniżenie kosztów.

Po przeanalizowaniu danych otrzymanych podczas wykonywania diagnostyki silników za pomocą testów widoczne jest, że ciągnik „Alfa” ma sprawdzanych tylko dziewięć, natomiast „Beta” tylko siedem parametrów z dziesięciu wyjściowych. Parametry wyjściowe, takie jak: temperatura powietrza, czas pracy ciągnika, ilość paliwa w zbiorniku oraz ciśnienie oleju, nie powtórzyły się, co w przypadku optymalizacji pozwoliłoby na ograniczenia liczby badanych parametrów wyjściowych do 6.

Badania porównawcze dotyczyć mogą także świadczonych w technice usług, czynności związanych z obsługą maszyn. Jedną z nich w technice rolniczej stanowią przeglądy tech-

niczne ciągników rolniczych. Na podstawie badań porównawczych struktury planowanych przeglądów technicznych, rozplanowania harmonogramów poszczególnych prac, zużycia materiałów eksploatacyjnych, można nie tylko zaobserwować, jak zróżnicowane pod względem organizacyjnym są przeglądy maszyn, ale także wskazać silne i słabe punkty organizacji serwisu, kształtowanie się kosztów obsługi i preferowane kierunki rozwoju. W tabeli 2 zestawiono zużycie materiałów eksploatacyjnych dla trzech wybranych ciągników rolniczych różnych producentów o mocach znamionowych od 150 do 195 KM. Mała rozbieżność mocy znamionowych oraz podział systemu planowanych przeglądów tych ciągników rolniczych na siedem składowych przeglądów technicznych P1-P7, stanowiących jeden cykl obsługi zgodnie z harmonogramem, umożliwia dokonanie porównania zapotrzebowania materiałów eksploatacyjnych w analizowanym okresie, obejmującego dla każdego z ciągników zakres obsługi 0-2000 mth.

Zestawienie wykonywanych czynności wchodzących w skład poszczególnych przeglądów technicznych materiałów, umożliwia zaobserwowanie faktu, iż w zależności od pojemności układu oraz od tego, po ilu godzinach pracy maszyny (w oparciu o harmonogram przeglądów technicznych) wykonuje się wymianę danego płynu eksploatacyjnego, zapotrzebowanie materiałów eksploatacyjnych kształtuje się odmiennie.

Tabela 2

*Zestawienie zapotrzebowania płynów eksploatacyjnych dla badanych ciągników rolniczych w jednym cyklu obsługi (0-2000 mth)*

Table 2

*The list of exploitation liquids demand for tractors in one cycle of their service (0-2000 mth)*

Lp.	Rodzaj wymienianego płynu eksploatacyjnego	Zapotrzebowanie płynu eksploatacyjnego (l)		
		Ciągnik marki A	Ciągnik marki B	Ciągnik marki C
1.	Olej silnikowy	88,0	64,8	88,0
2.	Olej w przekładni i mechanizmie różnicowym	30,0	48,6	26,0
3.	Olej w zwolnicach	70,0	40,8	54,0
4.	Olej w przekładni wyrównawczej osi przedniej i piastach napędu	36,8	66,8	52,0
5.	Olej hydrauliczny	47,0	100,0	110,0
6.	Płyn chłodzący silnik	17,0	34,0	22,0
7.	Płyn w układzie hamulcowym	0,8	1,6	0,9
8.	Płyn w instalacji pneumatycznej	0,5	0,5	1,0

W wyniku analizy tabelarycznego zestawienia wywnioskować można na przykład, iż ze względu na to, że wymiany oleju silnikowego w ciągniku A dokonuje się przy przeglądzie P3, w ciągniku B podczas przeglądu P2, natomiast dla C w czasie przeglądu P4, zapotrzebowanie na te płyny dla ciągników marki A i C jest jednakowe, pomimo jednorazowego zapotrzebowania 11,0 l dla ciągnika A i 22,0 l dla ciągnika C. Natomiast w ciągniku

marki B zapotrzebowanie to jest inne. Natomiast w przypadku wymiany oleju w zwolnicach zapotrzebowanie jest różne dla każdego z ciągników. Dla ciągnika marki A i C czynność ta wchodzi w skład przeglądu P4, natomiast dla B – P3. Pomimo tego, w związku z różną częstotliwością wykonywania przeglądów oraz zróżnicowanym zapotrzebowaniem jednostkowym, dla każdego z tych ciągników zapotrzebowanie oleju przyjmuje inną wartość.

Podstawowym czynnikiem wpływającym na taki rozkład zapotrzebowania jest indywidualne tworzenie harmonogramów obsługi technicznej przez każdego z producentów. Analizując całą tabelę 2, stwierdzić można, iż zużycie materiałów eksploatacyjnych przy każdym z ciągników jest różne. Sytuacja taka wpłynie również na ekonomiczny aspekt wykonywania przeglądów technicznych, powodując w każdym z przedstawionych przypadków różne koszty ponoszone z tytułu zakupu odpowiedniej ilości materiałów. W tym miejscu warto także nadmienić, iż dla każdego typu ciągnika rolniczego zaleca się odpowiednio dobrane płyny eksploatacyjne, które zazwyczaj znajdują się w ofercie handlowej producenta danej marki ciągników.

Koncentrując się na znaczeniu naukowym analizy porównawczej, należy wziąć pod uwagę, iż porównanie całych systemów technicznych jest złożone, lepsze do zrealizowania są badania jednego wybranego aspektu systemu do celów porównawczych. Sposób badań i analiz zależy od postaci produktu, który może być przedmiotem materialnym, usługą, wytworem intelektualnym lub materiałem przetworzonym.

Powyższe działania mają na celu osiągnięcie podstaw do wykrycia uniwersalnych prawidłowości.

## **Wnioski**

Na podstawie opracowania można sformułować następujące wnioski, dotyczące stosowania metody analizy porównawczej w badaniach procesów utrzymywania maszyn i ciągników rolniczych:

1. Procesy utrzymywania maszyn i ciągników rolniczych są bardzo złożone pod względem liczby obiektów i relacji między nimi. Uzyskanie informacji można z powodzeniem osiągnąć korzystając z badań porównawczych w zakresie struktury procesu i charakterystycznych jego parametrów.
2. Stosowanie badań porównawczych umożliwia szybkie rozwiązanie danego problemu poprzez wyeliminowanie zbędnych parametrów lub powtórzeń, co przyczynia się do obniżenia kosztów.
3. Metoda badań porównawczych jest łatwa w zastosowaniu, ponieważ dane zebrane do analizy można w szybki i prosty sposób opracować, korzystając z arkusza kalkulacyjnego, który w przypadku takiej konieczności umożliwi wykonanie odpowiednich obliczeń.
4. Znajomość istoty zastosowania i praktycznej umiejętności prowadzenia badań porównawczych pozwoli na efektywne rozwiązanie problemów naukowych w inżynierii rolniczej.

## Literatura

- Apanowicz, J. (2000). *Metodologiczne elementy procesu poznania naukowego w teorii organizacji i zarządzania*. Pelpin, Bernardinum, ISBN 83-910869-9-2.
- Durczak, K. (2008). Badania porównawcze jakości maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 249-255.
- Grześ, Z. (2010). Wartościowanie procesu obsługi technicznej maszyn rolniczych. *Journal of Research and Applications In Agricultural Engineering*, 55(1), 41-42.
- Krajewski, W. (1998). *Prawa nauki*. Książka i Wiedza, Warszawa, ISBN 83-05-12985-3.
- Madeja, A. (red.). (2008). *Komparatystyka konstytucyjnoprawna. Antecedencje, ewolucja, przewidywanie, kierunki rozwoju*. Toruń, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, 118-151.
- Palka, S. (2006). *Metodologia badania. Praktyka pedagogiczna*. Psychologiczne, Gdańsk, ISBN 83-60083-30-4.
- Pawłowski, T. (2010). O istocie badań empirycznych w doskonaleniu konstrukcji i eksploatacji wyrobów techniki rolniczej. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 1, 6-8.
- Rzeźnik, C. (2008). *Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych*. AR Poznań, ISBN 978-83-7160-485-0.
- Rzeźnik, C.; Rybacki, P. (2008). Badania porównawcze stosowanych metod wycofywania maszyn rolniczych z eksploatacji. *Inżynieria Rolnicza*, 5(103), 237-242.
- Rzeźnik, C.; Rybacki, P.; Staszak, Ż.; Durczak, K. (2012). Parametry wyjściowe procesu diagnozowania ciągnika rolniczego. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 4.
- Skrobaccki, A.; Ekielski, A. (2006). Pojazdy i ciągniki rolnicze. *Wieś Jutra*, Warszawa, ISBN 978-83-62815-07-4.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SELECTED PROCESSES OF THE TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL MACHINES

**Abstract.** Using a comparative study in the area of sciences is universal and has a long tradition. However, separate comparative disciplines are not created at a wide scale. Usefulness of applying the comparative study method is one among many of ways of examining the reality. It is useful on account of the great diversity of the structure of agricultural engineering objects and processes associated with them, which can be easily analyzed with the use of the comparative study. In the agricultural engineering it is possible to compare things and processes at the stage of the design, the structure and the use of agricultural machines, as well as to compare other processes occurring in the area of the technique. The study was conducted on the example of the information obtained through computerized diagnostic tests used in the diagnosis of farm tractors and the selected processes of planned maintenance service review.

**Key words:** comparative study, practical application, technical service, tractor

### Adres do korespondencji

Tatiana Buchwald; e-mail: buchwald@up.poznan.pl  
Instytut Inżynierii Biosystemów  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 50  
60-627 Poznań