

## **ANALIZA PORÓWNAWCZA FUNKCJONALNOŚCI I PRZYDATNOŚCI UŻYTKOWEJ WYBRANYCH TYPÓW APARATÓW UDOJOWYCH PRZY DOJU JEDNOCZESNYM I PRZEMIENNYM**

Magdalena Bil, Józef Szlachta

*Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie:** Przedmiotem analizy były parametry doju pięciu typów aparatów udojowych przy doju jednoczesnym i przemiennym. Wykorzystano wielokryterialną metodę oceny aparatów udojowych uwzględniającą czternaście parametrów ich pracy, pozwalającą na wyliczenie wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej aparatu zgodnie z zaleceniami norm ISO i Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej (IDF).

**Słowa kluczowe:** aparat udojowy, parametry pracy, pulsacja

### **Wstęp**

Wraz z wejściem Polski do Unii Europejskiej zmianie uległy przepisy dotyczące mleka surowego. Dotychczasowe normy rozszerzono lub zastąpiono nowymi normami ISO oraz dyrektywami UE. Ponadto wprowadzono kwoty mleczne, które dodatkowo przyczyniły się do zaostrzenia wymogów produkcji mleka tylko najwyższej jakości. Jakość mleka zależy głównie od dobrostanu zwierząt, warunków produkcji i przechowywania surowca w gospodarstwie rolnym [Szlachta 1999]. Nie mniej ważnym czynnikiem jest zastosowany system doju, zapewniający maksymalną wydajność mleczną wraz z doskonałą jakością pozyskiwanego surowca oraz niewpływający negatywnie na wymię. Pomimo znacznej poprawy techniki doju maszynowego na przestrzeni ostatnich lat liczba zapaleń wymienia (mastitis) rośnie. Konieczne staje się zatem zastosowanie takiego systemu doju, który przyczyni się do udoskonalenia samego procesu doju, jak i niezawodności urządzeń udojowych oraz zredukowania do minimum negatywnego oddziaływania dojarek mechanicznych na zdrowotność wymienia.

Elementem uczestniczącym w samym procesie doju oraz bezpośrednio oddziałującym na gruczoł mlekowy jest aparat udojowy. Aparat udojowy, a w szczególności przepływy powrotne w nim występujące znacząco przyczyniają się do powstawania infekcji wymienia [Thiel i in. 1966; Szlachta, Wiercioch 1989; Szlachta 1991; Wiercioch 1994]. Również nieprawidłowo dobrane parametry ciśnieniowe (poziom i wahania podciśnienia w instalacji udojowej) mogą przyczynić się do zmiany statusu strzyka [Hamann, Hahn 1987; Szlachta 1991, 1999], co w następstwie skutkuje pogorszeniem jego stanu zdrowia. Dlatego też dobór odpowiedniego aparatu udojowego jest niezmiernie ważny, a bliższe

poznanie norm dotyczących dojarek mechanicznych dodatkowo pozwoli każdemu rolnikowi dokonać świadomego wyboru producenta i typu dojarki na etapie podejmowania inwestycji, co wpłynie korzystnie na prawidłową eksploatację posiadanego sprzętu [Szlachta 1999; Szlachta i in. 2002].

## Cel pracy

Celem pracy było dokonanie analizy porównawczej funkcjonalności i przydatności użytkowej wybranych typów aparatów udojowych przy doju jednoczesnym i przemiennym w oparciu o założenia do wielokryterialnej metody oceny aparatów udojowych [Jasińska i in. 2006].

## Przedmiot i metody

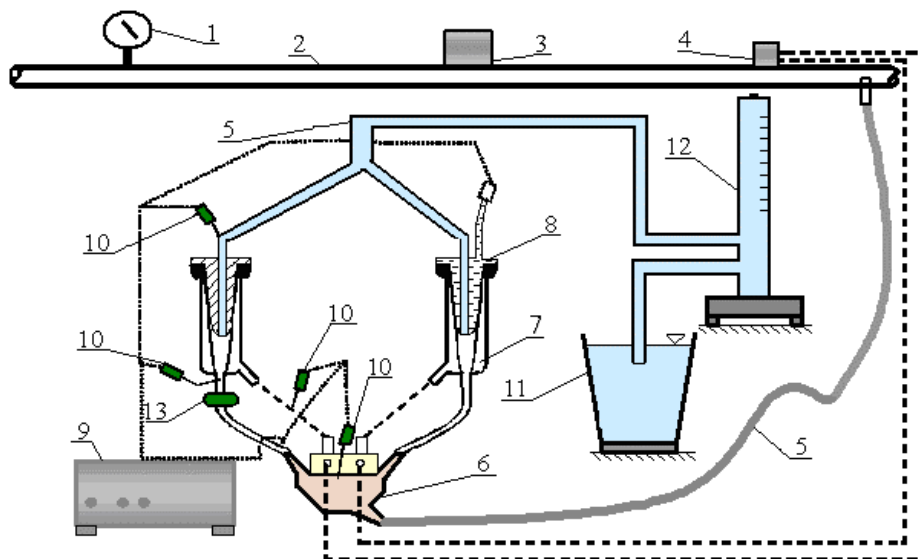
Przedmiotem badań było pięć typów aparatów udojowych oznaczonych symbolami od A do E (tab. 1) różniących się między sobą pojemnością kolektora oraz typem gumy strzykowej. Badania przeprowadzono dla dwóch typów pulsacji: przemiennnej i jednoczesnej. Wartość podciśnienia roboczego wynosiła 50,7 kPa. Zastosowano sztuczne strzyki o długości 62 mm. W badaniach stosowano natężenie wypływu cieczy mlekozastępczej o wartościach  $Q_m = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  w przeliczeniu na cztery strzyki, co odpowiada odpowiednio natężeniu wypływu cieczy  $Q_m = 0; 0,5; 1; 1,5; 2 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$  z pojedynczego strzyka.

Tabela 1. Warianty aparatów udojowych  
Table 1. Variants of milking apparatuses

Oznaczenie aparatu udojowego	Typ kolektora (pojemność) [ml]	Guma strzykowa	
		Średnica krótkich przewodów mlecznych [mm]	Długość krótkiego przewodu mlecznego [mm]
A	150	12	151,1
B	250	11	151,5
C	360	12,5	147
D	450	12,5	157
E	460	12,5	157

*Źródło: Broszura informacyjna firmy produkującej aparaty udojowe wykorzystane do badań*

Dla zapewnienia realizacji celu pracy oraz powtarzalności pomiarów zastosowano stanowisko pomiarowe (rys. 1), przystosowane do tego typu pomiarów, współpracujące z instalacją dojarki przewodowej.



Źródło: [Krzyś 1999]

Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiarów warunków ciśnieniowych i przepływowych w aparacie udojowym w konfiguracji z instalacją dojarki rurociągowej. 1 – wakuometr, 2 – rurociąg podciśnieniowy, 3 – regulator podciśnienia, 4 – pulsator, 5 – przewód cieczy mlekozastępczej, 6 – kolektor, 7 – kubek udojowy, 8 – sztuczny strzyk, 9 – akwizytor, 10 – czujniki podciśnienia, 11 – zbiornik z cieczą mlekozastępczą, 12 – rotametr, 13 – czujnik przepływu powrotnego

Fig. 1. Stand for measuring pressure and flow conditions in a milking apparatus configured with milking pipeline installation. 1 – vacuum meter, 2 – negative pressure pipeline, 3 – negative pressure controller, 4 – pulsator, 5 – milk replacement liquid pipe, 6 – collector, 7 – teat cup, 8 – artificial teat, 9 – acquirer, 10 – negative pressure sensors, 11 – reservoir for milk replacement liquid, 12 – rotameter, 13 – return flow sensor

Do analizy zastosowano wielokryterialną metodę oceny aparatów udojowych opartą na czternastu parametrach pracy aparatu udojowego, pozwalającą na wyliczenie wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej aparatu. Włączone do wielokryterialnej metody oceny aparatów parametry, charakteryzują warunki i przebieg doju w świetle norm ISO i zaleceń IDF (International Dairy Federation). Normy ISO określają parametry pracy urządzeń udojowych, natomiast biuletyn IDF zawiera analizę tychże norm oraz zaleceń zweryfikowanych podczas badań i użytkowania urządzeń udojowych przy doju krów (tab. 2). Parametry od 1 do 8 charakteryzują poziom i stabilizację podciśnienia, natomiast parametry od 9 do 14 – szybkość zmian podciśnienia.

Tabela 2. Wartości zalecane parametrów charakteryzujących dój mechaniczny wg norm ISO i zaleceń IDF

Table 2. Recommended values of parameters characterizing mechanical milking according to ISO standards and IDF recommendations

Lp.	Wyszczególnienie parametrów pracy aparatu udojowego	Symbol	Jednostka	Wartość zalecana
1.	Czas fazy ssania	tss	[s]	0,65
2.	Czas fazy masażu	tm	[s]	0,35
3.	Średnie podciśnienie ssania	pss	[kPa]	48
4.	Średnie podciśnienie masażu	pms	[kPa]	44
5.	Amplituda podciśnienia ssania	aps	[kPa]	5
6.	Amplituda podciśnienia masażu	apm	[kPa]	7
7.	Wahania podciśnienia w cyklu	dp	[kPa]	8
8.	Średnie podciśnienie w cyklu	dpsr	[kPa]	38
9.	Czas fazy otwierania się gumy	S t1	[s]	0,15
10.	Czas narastania podciśnienia	S t1p	[s]	0,08
11.	Wzrost podciśnienia	Sdp1	[kPa]	2
12.	Dynamika wzrostu podciśnienia	Sr	[kPa·s <sup>-1</sup> ]	25
13.	Różnica podciśnień (koniec strzyka - kolektor)	dp1max1	[kPa]	0,6
14.	Dynamika przepływu powrotnego	Pp	[Ns]	0,02

Źródło: [Szlachta 2000]

Podstawowym kryterium oceny była odchyłka ( $O$ ) między wartością zmierzoną ( $W_{zm}$ ) a zalecaną ( $W_{zal}$ ) dla danego parametru, wyrażona w procentach:

$$O = \frac{W_{zm} - W_{zal}}{W_{zal}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Odchyłka liczona była dla każdego z 14 parametrów pracy aparatu udojowego. Następnie, zgodnie z założeniami wielokryterialnej metody, obliczono średnią wartość odchyłki dla każdego z badanych aparatów udojowych. Ustalono, iż miernikiem przydatności użytkowej aparatu udojowego będzie wskaźnik charakteryzujący jego niefunkcjonalność, wyrażony modulem różnicy średniej odchyłki ( $\bar{O}$ ) i odchylenia standardowego ( $\sigma$ ):

$$W = \left| \bar{O} - \sigma \right| \quad (2)$$

Najwyższą przydatność funkcjonalną będzie posiadał aparat udojowy, którego wskaźnik będzie miał wartość najmniejszą [Jasińska i in. 2006].

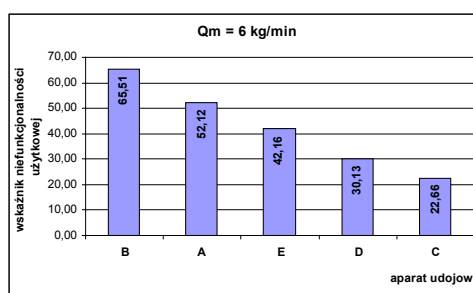
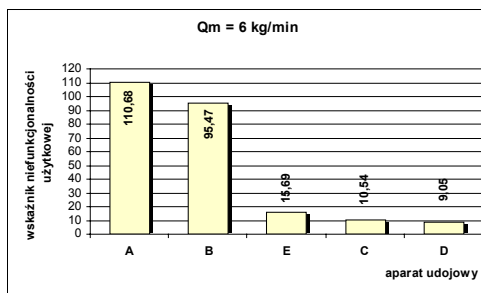
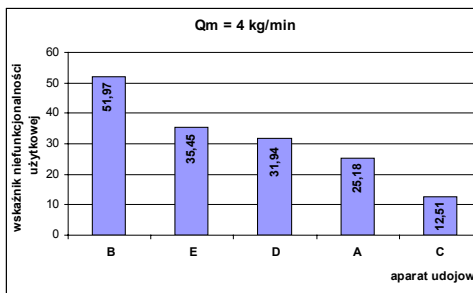
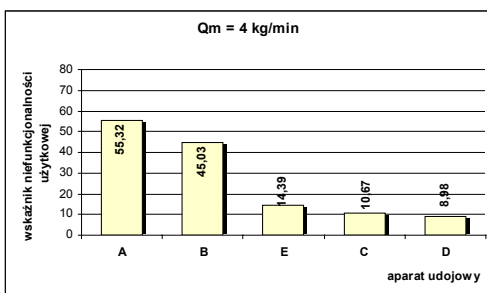
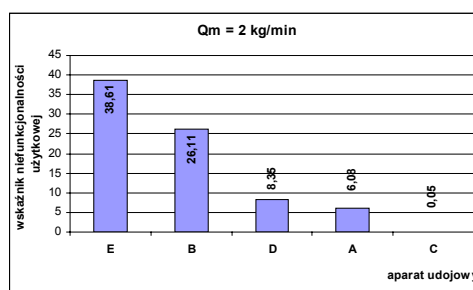
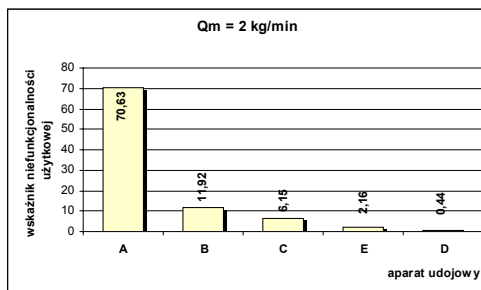
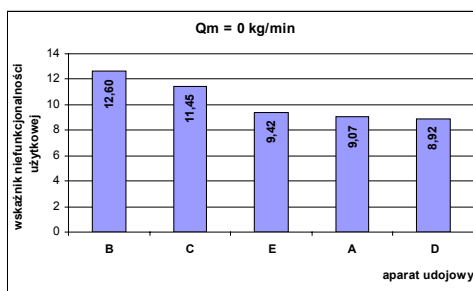
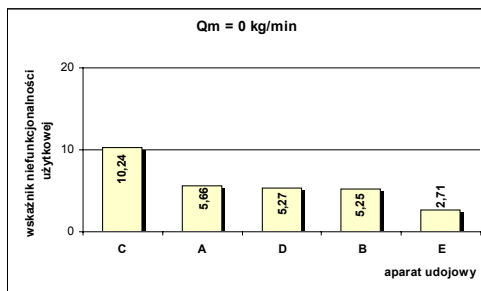
## Wyniki

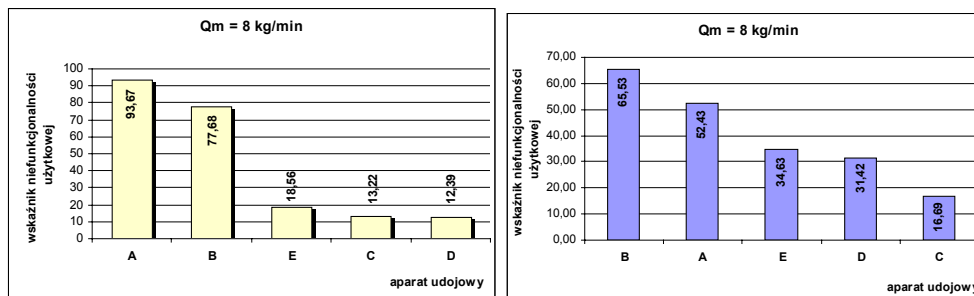
Wyniki pomiarów poddano obróbce statystycznej i wyznaczono średnie dla każdego z analizowanych parametrów, a następnie wyznaczono wartości wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej.

Analiza porównawcza funkcjonalności...

PULSACJA PRZEMIENNA

PULSACJA JEDNOCZESNA





Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Wykresy słupkowe wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej dla natężenia wypływu mleka  $Q_m$  od  $0 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  do  $8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  przy pulsacji przemiennnej i jednoczesnej  
 Fig. 2. Bar diagrams representing usable nonfunctionality index for milk outflow rate  $Q_m$  from  $0 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  to  $8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  with alternating and simultaneous pulsation

Analiza wykresów rysunku 2 dla przepływu  $Q_m = 0 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, który z aparatów udojowych będzie miał najwyższą funkcjonalność. Dopiero dalsze wykresy dla wartości  $Q_m$  od  $2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  do  $8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  prowadzą do stwierdzenia, że najbardziej funkcjonalnymi aparatami przy doju przemiennym są aparaty C, D, E natomiast przy doju jednoczesnym są to aparaty A, C, D – dla  $Q_m = 2$  i  $4 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  oraz aparaty C, D, E – dla  $Q_m = 6$  i  $8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ . Najmniej funkcjonalnymi aparatami są aparaty A, B – dla pulsacji przemiennnej oraz aparat B, E – dla pulsacji jednoczesnej (posiadają najwyższą wartość wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej dla poszczególnych natężeń wypływu mleka).

## Wnioski

1. Przy natężeniu wypływu mleka  $Q_m = 0 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  (dla obu pulsacji) obserwuje się mniejsze zróżnicowanie wartości wskaźnika niefunkcjonalności aparatu udojowego w porównaniu z wartościami uzyskanymi przy natężeniach od  $Q_m = 2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  do  $4 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ , co wskazuje na celowość oceny funkcjonalnej aparatów pracujących przy  $Q_m > 0$ .
2. Analiza porównawcza uwzględniająca wskaźnik niefunkcjonalności użytkowej aparatu udojowego wykazała, że najmniej funkcjonalnym aparatem udojowym jest aparat A dla pulsacji przemiennnej oraz aparat B dla pulsacji jednoczesnej. Oba aparaty posiadają największą wartość wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej dla zakresu natężeń wypływu mleka od  $2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  do  $8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ .
3. Najlepszym, pod względem funkcjonalności, aparatem udojowym jest aparat D – dla pulsacji przemiennnej oraz aparat C – dla pulsacji jednoczesnej. Oba aparaty posiadają najmniejszą wartość wskaźnika niefunkcjonalności użytkowej dla zakresu natężeń wypływu mleka od  $2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  do  $8 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ .

## Bibliografia

- Hamann J., Hahn G.** 1987. Entwicklung einer Labormethode zur Messung des Melksystembedingten Übertragungsrisikos von Mastitisservegen. *Milichwissenschaft* 42 (11). s. 32-34.
- Jasińska M., Szlachta J., Pawlak T.** 2006. Wielokryterialna metoda oceny parametrów pracy urządzeń udojowych. *Inżynieria Rolnicza* 3(78). s. 55-60.
- Krzyś A.** 1999. Kształtowanie się podstawowych parametrów doju w warunkach obniżonego podciśnienia roboczego. Praca doktorska. Wrocław.
- Szlachta J.** 1991. Wpływ doju mechanicznego na powstawanie nowych infekcji mastitis. *Przegląd Hodowcy*. nr 4.
- Szlachta J.** 1999. Konieczność wdrażania norm ISO i systemów zarządzania jakością przez producentów mleka. V Międzynarodowa Konferencja Naukowa nt. "Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ograniczeń ochrony środowiska". IBMER Warszawa. s. 52-60.
- Szlachta J.** 1999. Normy ISO a sprzęt udojowy. *Poradnik Hodowcy* nr 1.
- Szlachta J.** 2000. Ocena punktowa wybranych aparatów udojowych na podstawie wyników badań eksperymentalnych. *Inżynieria Rolnicza* Nr 2. s. 15- 22.
- Szlachta J., Szlachta K.** 2002. Mleczarstwo polskie w przededniu wejścia do struktur UE. *Inżynieria Rolnicza* Nr 5(38). s. 457-463.
- Szlachta J., Wiercioch M.** 1989. Badania parametrów pracy aparatu udojowego ze szczególnym uwzględnieniem przepływu powrotnego do kubków udojowych w procesie doju. Maszynopis. Wrocław.
- Thiel C.C., i in.** 1966. Mechanics of machine milking. The flow rate pattern within single pulsation cycles. *J. Dairy Res.* 33. s. 177-191.
- Wiercioch M.** 1994. Przepływy w kubku udojowym dojarki mechanicznej. Rozprawa habilitacyjna. Wrocław.



**ZPORR**  
Zintegrowany Program  
Operacyjny  
Rozwoju Regionalnego



*Publikacja finansowana z projektu pt. „Drugi program stypendialny dla doktorantów Akademii Rolniczej we Wrocławiu”. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżet państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego. Środki Europejskiego Funduszu Społecznego stanowią 75% wartości projektu, natomiast środki budżetu państwa wynoszą 25%.*

*This project is financed by the European Union from European Social Found*

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF FUNCTIONALITY AND USABILITY OF SELECTED TYPES OF MILKING APPARATUSES IN THE CASE OF SIMULTANEOUS AND ALTERNATING MILKING**

**Abstract.** The analysis concerned milking parameters of five types of milking apparatuses in the case of simultaneous milking and alternating milking. To evaluate the milking apparatuses a multi-criterion method was used; it made it possible to determine 14 operating parameters of the apparatuses and to calculate the usable nonfunctionality index according to ISO and IDF standards.

**Key words:** milking unit, operating parameters, pulsation

**Adres do korespondencji:**

Magdalena Bil; e-mail: bil@imr.ar.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chelmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław