

## **WAHANIA PODCIŚNIENIA W APARATACH UDOJOWYCH Z GUMAMI STRZYKOWYMI O KWADRATOWYM, TRÓJKĄTNYM ORAZ OWALNYM PROFILU CZĘŚCI TRZONOWEJ**

Adam Luberański, Józef Szlachta, Aleksander Krzyś, Marian Wiercioch  
*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Przeprowadzono badania aparatów udojowych wyposażonych w gumy strzykowe o profilach części trzonowej kwadratowej, trójkątnej oraz owalnej w celu określenia wpływu poszczególnych rozwiązań na wahania podciśnienia podczas symulowanego doju mechanicznego. Badaniami objęto trzy rodzaje gum strzykowych pracujących w systemie pulsacji przemiennej i jednoczesnej. Otrzymane wyniki w formie analizy statystycznej oraz diagramów posłużyły do określenia wpływu zmiennych niezależnych doświadczenia na wahania podciśnienia dp.

**Słowa kluczowe:** dój mechaniczny, guma strzykowa, parametry doju

### **Wstęp**

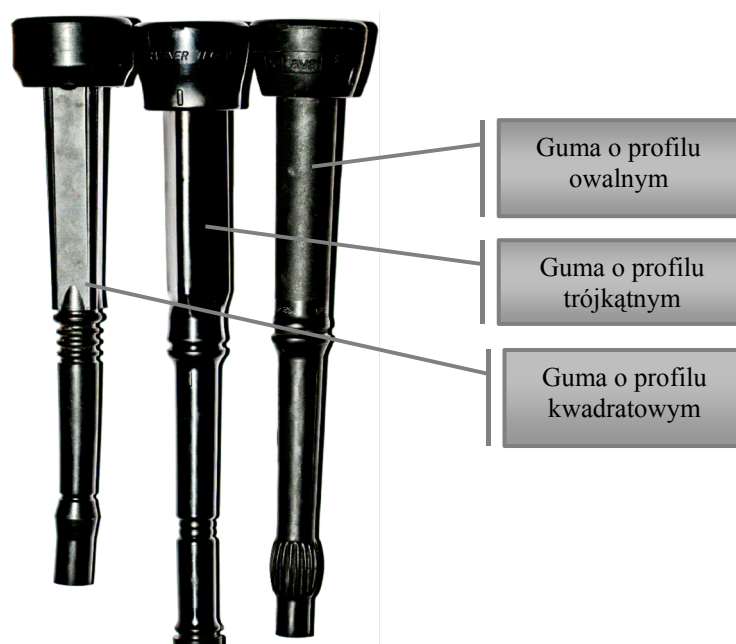
Jakość uzyskiwanego mleka zależy od stanu zdrowotnego wymienia krowy. Dlatego też już podczas projektowania urządzeń służących do doju uwzględnia się wpływ, jaki wywierają one na zwierzę [Krzyś 1999]. Niewłaściwie skonstruowane urządzenia lub źle dobrane parametry doju mogą prowadzić do powstawania chorób wymion, co pociąga za sobą spadek wydajności mlecznej oraz pogorszenie jakości mleka. Bezsprzecznym faktem jest, iż odpowiedni dobór parametrów doju a przede wszystkim rodzaju pulsacji, parametrów pracy pulsatora i poziomu podciśnienia ma wpływ na stan zdrowia krów mlecznych, a co jest z tym związane, wyższą jakość uzyskanego mleka. Najbardziej eksploatowaną częścią roboczą gumy strzykowej jest jej trzon (tuleja). Efektywność pracy gumy, jak również jej parametry pracy w znacznym stopniu zależą od właściwości fizyko – mechanicznych materiału, z którego została wykonana a także od kształtu, rozmiarów i równomierności wykonania właśnie części trzonowej gumy [Thiel 1964; Szlachta 1985].

### **Cel badań**

Celem badań było przeprowadzenie analizy porównawczej wartości wahań podciśnienia dla wybranych wariantów aparatów udojowych w warunkach symulowanego doju mechanicznego z zastosowaniem gum strzykowych o profilach kwadratowym, trójkątnym, i owalnym w aspekcie zdolności do stabilizacji podciśnienia.

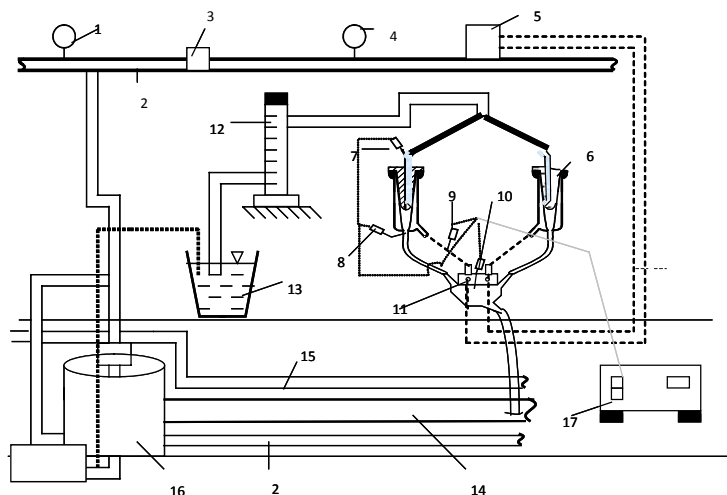
## Materiały i metody

Badaniami objęto trzy rodzaje gum strzykowych (rys. 1). Badania wykonano w laboratorium Instytutu Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu, z użyciem dojarni typu rybia ość (rys. 2). Układ podciśnieniowy współpracował z pompą o wydajności  $51 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  oraz zaworem regulacji podciśnienia VACUREX a także 20 litrowym przechwytywaczem. Stanowisko badawcze składało się ze zbiornika cieczy, rotametu, aparatu udojowego oraz urządzeń rejestrujących.



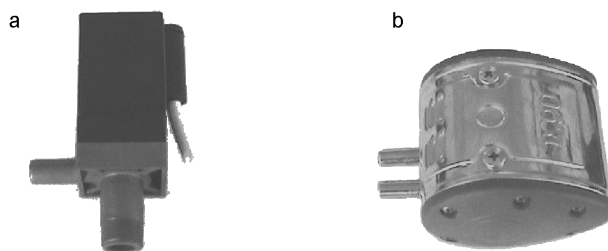
Rys. 1. Gumy strzykowe użyte w badaniach  
Fig. 1. Teat rubbers used in tests

W badaniach użyto wody destylowanej jako cieczy, która może zastąpić ciepłe mleko. Natężenie strumienia masy cieczy zmieniano w zakresie od  $0$  do  $8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  co  $2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ . W trakcie badań zastosowano podciśnienia robocze 48, 46, 42 kPa oraz trzy długości strzyków: 100, 60, 50 mm. Zastosowano pulsatory do doju jednoczesnego i przemiennego o współczynniku pulsacji 60:40 (rys. 3) oraz kolektor o pojemności  $500 \text{ cm}^3$ . Pomiarów zmian podciśnienia w komorze mlecznej kolektora, krótkim przewodzie pulsacyjnym, komorze podstrzykowej i na końcu strzyka dokonywano czujnikami podciśnienia PS-SM-100, z których sygnał po przetworzeniu rejestrowany był za pomocą rejestratora.



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – regulator podciśnieniowy, 2 – rurociąg podciśnieniowy, 3 – pulsator do doju symultanicznego, 4 – wakuometr, 5 – pulsator do doju przemiennego, 6 – kubek udojowy, 7 – czujnik podciśnienia na końcu strzyka, 8 – czujnik podciśnienia w komorze podstrzykowej, 9 – czujnik podciśnienia w komorze międzyściennej, 10 – czujnik podciśnienia w komorze mlecznej kolektora, 11 – kolektor, 12 – rotametr, 13 – zbiornik z cieczą mlekozastępczą, 14 – rurociąg mleczny, 15 – rurociąg mycia i dezynfekcji, 16 – jednostka końcowa, 17 – rejestrator

Fig. 2. Measurement setup diagram: 1 – vacuum controller, 2 – vacuum pipeline, 3 – pulsator for simultaneous milking, 4 – vacuum meter, 5 – pulsator for alternate milking, 6 – teat cup, 7 – vacuum sensor at teat end, 8 – vacuum sensor in chamber under teats, 9 – vacuum sensor in chamber between walls, 10 – vacuum sensor in collector milk chamber, 11 – collector, 12 – rotameter, 13 – tank with milk substitute liquid, 14 – milk pipeline, 15 – washing and disinfection pipeline, 16 – end unit, 17 – recorder



Rys. 3. Zastosowane w badaniach pulsatory a) dój jednoczesny, b) dój przemienny  
Fig. 3. Pulsers used in the research: a) simultaneous milking, b) alternate milking

## Wyniki badań

Część laboratoryjna badań obejmowała analizę wpływu zmiennych niezależnych tj. podciśnienia systemowego P, natężenia przepływu cieczy mlekozastępczej Qm, penetracji strzyka Pe, rodzaju pulsacji oraz typu gumy strzykowej na zmienną zależną tj. wahania podciśnienia dp w aparacie udojowym. Dla wykazania zależności pomiędzy zmiennymi wykonano analizę statystyczną przy pomocy aplikacji Statgraphics 6.0, a jej wyniki zestawiono w tabeli 1. Na podstawie zestawionych wyników w tabeli można stwierdzić, iż jedynie wartość podciśnienia systemowego w doświadczeniu nie wpływa na wahania podciśnienia na poziomie istotności  $\alpha = 0,99$ . W celu przedstawienia zależności otrzymanych wyników wieloczynnikowej analizy wariancji i odniesienia się do jej wyników przedstawiono przebiegi wahań podciśnienia w funkcji strumienia masy cieczy mlekozastępczej dla poszczególnych gum strzykowych biorących udział w badaniach.

Tabela 1. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji wpływu zmiennych niezależnych czynników doświadczenia na stosunek fazy

Table 1. Results of multifactor variance analysis for the impact of independent variables of the experiment factors on phase ratio

### Analysis of Variance for DP - Type III Sums of Squares

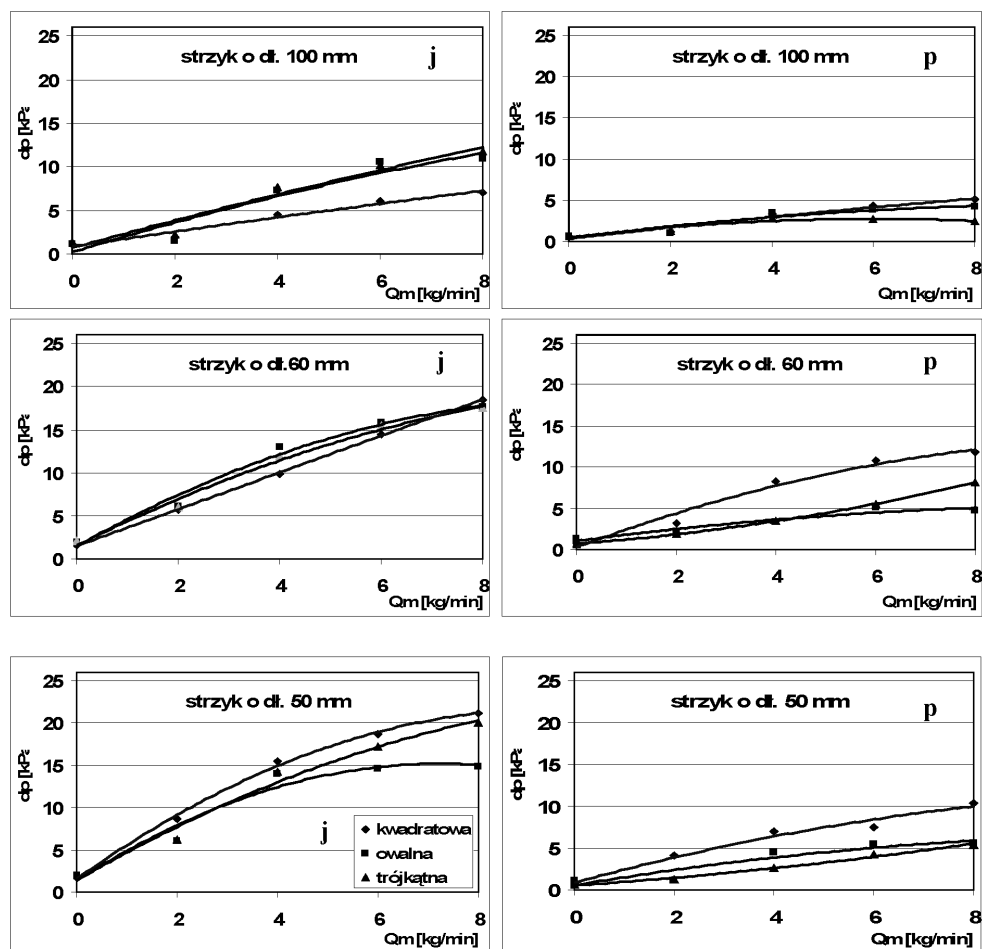
Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
<b>MAIN EFFECTS</b>					
<b>A: Typ gumy</b>	36.1427	2	18.0714	3.071	<b>0.0481</b>
B: Podciśnienie	0.0543	2	0.0272	0.005	0.9954
<b>C: Rodzaj pulsacji</b>	2002.8483	1	2002.8483	340.326	<b>0.0000</b>
<b>D: Penetracja</b>	771.0260	2	385.5130	65.507	<b>0.0000</b>
<b>E: Przepływ cieczy</b>	3859.5282	4	964.8821	163.953	<b>0.0000</b>
RESIDUAL	1518.3548	258	5.8850960		
TOTAL (CORRECTED)	8187.9543	269			

Spadki oraz wahania podciśnienia w komorze podstrzykowej zależą od szeregu czynników, do których należą między innymi: odpowiednia konstrukcja oraz charakterystyka gumy strzykowej oraz natężenie przepływu mleka [Nordegren 1980].

Analizując wykresy dla poszczególnych gum strzykowych przy różnych wariantach długości strzyka pulsacji jednoczesnej i przemiennej i podciśnien systemowych 42 i 48 kPa (rys. 4 i 5) nie trudno dostrzec, że tendencje do generowania wysokich wahań podciśnienia mają gumy w wariacie z pulsacją jednoczesną w całym zakresie przepływu strumienia masy cieczy zwłaszcza dla najkrótszej zastosowanej w badaniach długości strzyka. Wartości dp kształtują się na poziomie 20 kPa. Biorąc pod uwagę wariant z pulsacją przemienną ogólnie rzecz ujmując należy stwierdzić, że wartości wahań podciśnienia są o około 2 - 3 krotnie niższe zwłaszcza dla gum o profilu trójkątnym i owalnym. Szczytowe wartości dp

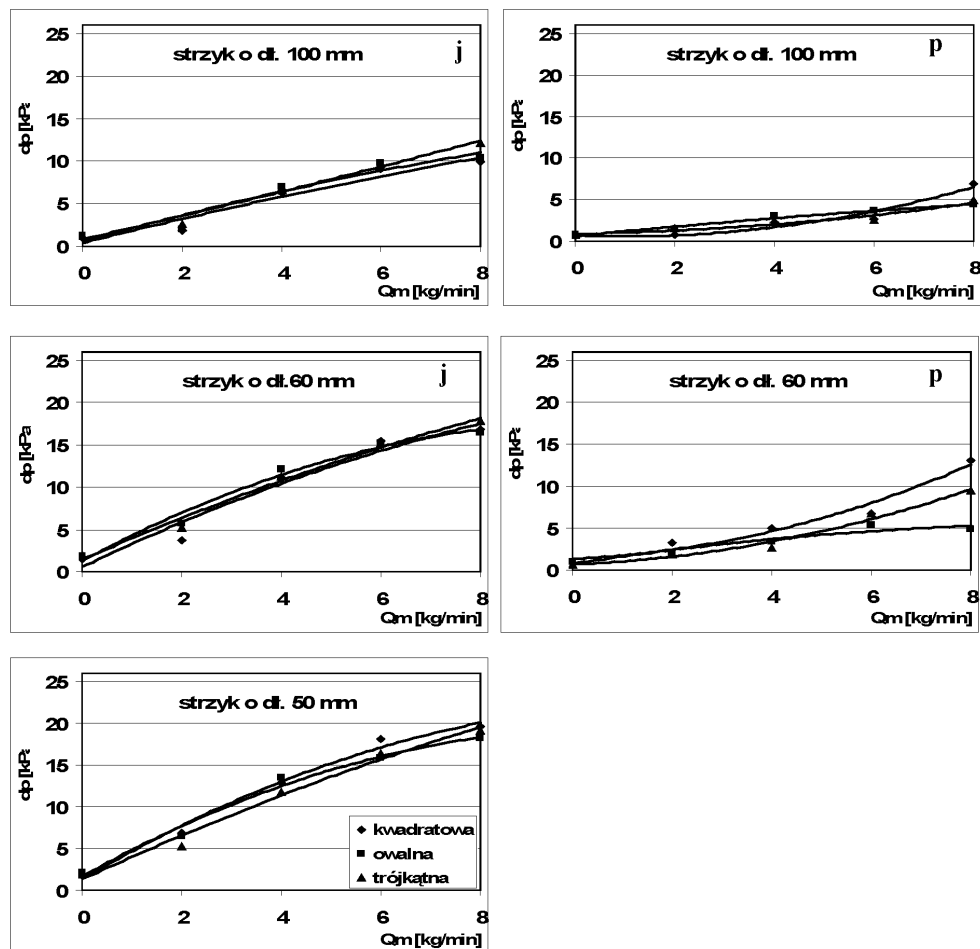
## Wahania podciśnienia ...

dochodzą średnio do 5 kPa. Indywidualnie największymi predyspozycjami do generowania wyższych wahań podciśnienia w porównaniu z pozostałymi gumami dysponuje guma o profilu kwadratowym. Zwłaszcza podczas pracy w systemie pulsacji przemiennej. W większości analizowanych przypadków wartości wahań podciśnienia są około 2 krotnie wyższe tj. około 6 kPa.



Rys.4. Wahania podciśnienia w cyklu  $dp$  w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy  $Q_m$  dla badanych gum strzykowych przy penetracji strzyka 100, 60, 50 mm, pulsacji jednoczesnej j i przemiennej p podciśnieniu 42 kPa

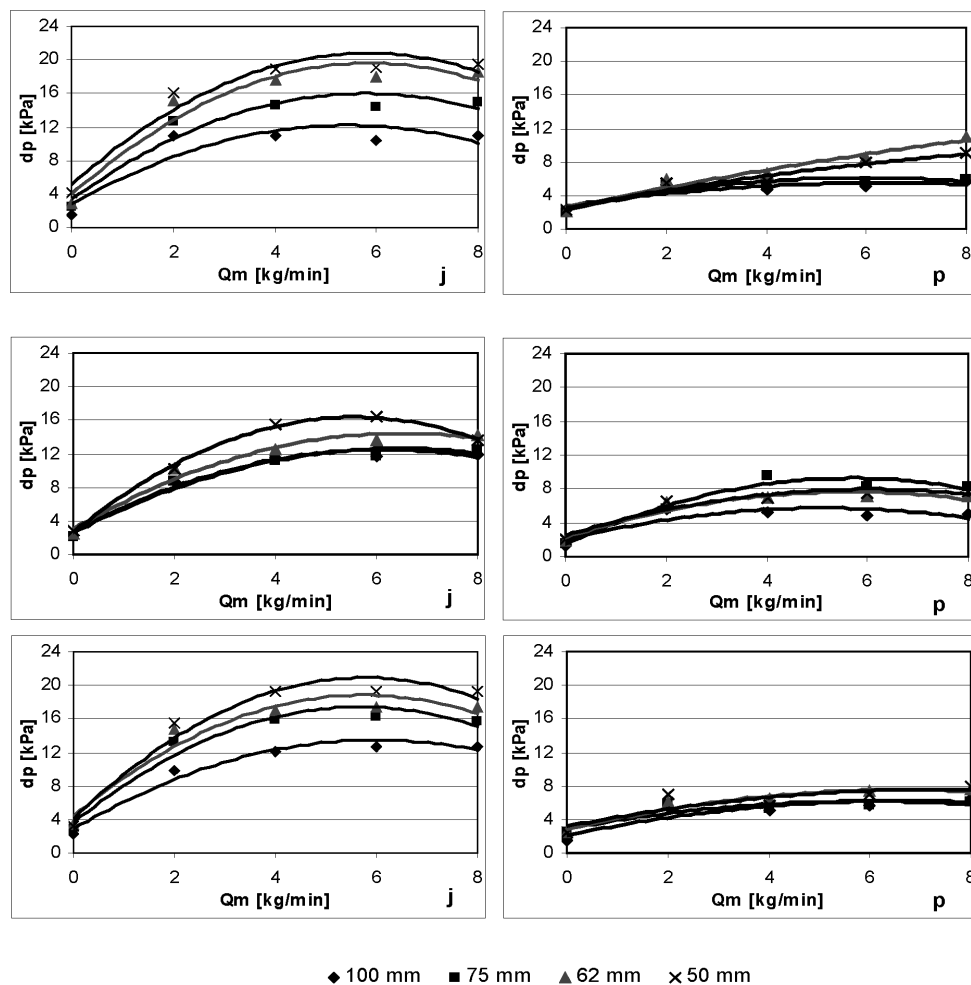
Fig. 4. Vacuum fluctuations in  $dp$  cycle in function of flowing liquid mass stream  $Q_m$  for examined teat rubbers, for teat penetration: 100, 60, 50 mm; simultaneous pulsation j and alternate pulsation p; and negative pressure: 42 kPa



Rys. 5. Wahania podciśnienia w cyklu  $dp$  w funkcji strumienia masy przepływającej cieczy  $Q_m$  dla badanych gum strzykowych przy penetracji strzyka 100, 60, 50 mm, pulsacji jednoczesnej  $j$  i przemiennej  $p$  podciśnieniu 48 kPa  
 Fig. 5. Vacuum fluctuations in  $dp$  cycle in function of flowing liquid mass stream  $Q_m$  for examined teat rubbers, for teat penetration: 100, 60, 50 mm; simultaneous pulsation  $j$  and alternate pulsation  $p$ ; and negative pressure: 48 kPa

W celu wykazania przydatności gum strzykowych do mechanicznego doju krów o nie-standardowych profilach części trzonowej, na rys.6 zestawiono ryciny wartości wahań podciśnienia w funkcji strumienia masy przepływającej przez aparat cieczy mlekozastępczej, dla przykładowych aparatów udojowych z gumami standardowo obecnie stosowanymi o profilu okrągłym. Otrzymane wartości wahań podciśnienia dla wariantów aparatów udojowych z gumami o standardowych profilach części trzonowej zarówno przy zastoso-

waniu pulsacji jednoczesnej i przemiennnej kształtują się na podobnym poziomie tj. odpowiednio do 20 i 8 kPa. Istnieją jednak rozwiązania gum strzykowych o standardowych profilach części trzonowej generujące dużo wyższe wahania podciśnienia, [Pawlak 2006], dochodzące do 30 kPa.



Rys. 6. Wpływ natężenia strumienia masy przepływającej cieczy  $Q_m$  na kształtowanie się wartości wahań podciśnienia w cyklu  $dp$  aparatem udojowym Diamond, Harmony Plus, Uniflow 2 przy zastosowaniu pulsacji jednoczesnej i przemiennnej, długości strzyków 100, 75, 62, 50 mm, podciśnieniu systemowym 42 kPa

Fig. 6. The impact of flowing liquid mass stream  $Q_m$  intensity on values of vacuum fluctuations in  $dp$  cycle carried out with Diamond, Harmony Plus, Uniflow 2 milking apparatuses, for simultaneous and alternate pulsation; teat lengths: 100, 75, 62, 50 mm; and system negative pressure: 42 kPa

## Wnioski

1. Wieloczynnikowa analiza wariancji wykazała, że kształtowanie się wartości wahań podciśnienia w znacznym stopniu wiąże się z typem zastosowanej gumy strzykowej, rodzajem pulsacji, strumieniem masy przepływającej cieczy przez aparat udojowy, penetracją strzyków
2. Pulsacja jednoczesna powoduje wyższe wahania podciśnienia w stosunku do pulsacji przemiennej dla wszystkich rozpatrywanych w badaniach wariantów aparatów udojowych z niekonwencjonalnymi profilami części trzonowej gum strzykowych
3. Najlepsza pod względem ograniczenia wahań podciśnienia okazała się konfiguracja aparatu udojowego z gumami o profilu trójkątnym zwłaszcza przy zastosowaniu pulsacji przemiennej
4. Otrzymane wartości wahań podciśnienia dla wariantów aparatów udojowych z gumami o niestandardowych profilach części trzonowej są porównywalne z wartościami wahań podciśnienia w standardowych aparatach udojowych dla wszystkich niezależnych zmiennych doświadczenia.

## Bibliografia

- Krzyś A.** 1999. Kształtowanie się podstawowych parametrów doju w warunkach obniżonego podciśnienia roboczego. Praca doktorska, AR Wrocław. Maszynopis.
- Pawlak T.** 2006. Stabilność podciśnienia w aparatach udojowych działających przemienne i jednocześnie w różnych systemach doju. Inżynieria Rolnicza Nr 3(78). s. 247-254.
- Nordegren S. A.** 1980. Cyclic Vacuum Fluctuations in Milking Machines. Diss. Hohenheim.
- Szlachta J., Wiercioch M., Cenkowski S.** 1985. Określenie optymalnego kształtu i rozmiarów gumy strzykowej. AR Wrocław. Maszynopis.
- Thiel C.C.** 1964. Mechanics of Machine Milking. I. Pressure in the Teatcup Assembly and Liner Valt Movement. I, Dairy Res. 31. pp. 303-319.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2010 jako projekt badawczy nr N 313 293234.*



## **VACUUM FLUCTUATIONS IN MILKING APPARATUSES POSSESSING TEAT RUBBERS WITH SQUARE, TRIANGULAR OR OVAL CORE SECTION PROFILES**

**Abstract.** The research allowed to examine milking apparatuses possessing teat rubbers with square, triangular and oval core section profiles in order to determine the impact of each solution on vacuum (negative pressure) fluctuations during simulated machined milking. The research covered three types of teat rubbers working in an alternate and simultaneous pulsation system. Obtained results in form of statistical analysis and diagrams were used to determine the impact of experiment independent variables on vacuum fluctuations dp.

**Key words:** machined milking, teat rubber, milking parameters

**Adres do korespondencji:**

Adam Luberański; e-mail: [luberanski@poczta.onet.pl](mailto:luberanski@poczta.onet.pl)  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław