

SYMULACJA KOMPUTEROWA WYPŁYWU MLEKA ZE STRZYKA KROWY W ASPEKCIE AUTOMATYZACJI APARATU UDOJOWEGO

Henryk Juszka

Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Przedstawiono wyniki symulacji komputerowej z wykorzystaniem programu Matlab Simulink[®] procesu wypływu mleka ze strzyka krowy na podstawie opracowanego wcześniej modelu matematycznego. Przyjmowano średnicę strugi mleka w zakresie od 3 mm do 0,7 mm przy stałych parametrach ciśnienia w wymieniu P_w i podciśnienia pod strzykiem P_d . Przy definiowaniu podciśnienia w modelu wykorzystano jego typowe wartości stosowane w doju maszynowym krów 33,3 i 50,7 kPa. Z badań symulacyjnych tego procesu wynika, że czas wypływu mleka ze strzyka wzrasta w miarę zmniejszania się strugi mleka. Wyniki badań zobrazowano na wykresach.

Słowa kluczowe: krowa, wymię, symulacja komputerowa

WSTĘP

Na podstawie dostępnej literatury specjalistycznej można zauważyć duży postęp w konstrukcji urządzeń do doju maszynowego krów. Wszystkie wiodące firmy zbudowały roboty do doju krów. Jednakże ich rozwiązania techniczne skupiały się głównie na lokalizacji strzyków, zakładaniu i zdejmowaniu kubków udojowych [Artmann 1997, Grave 2002, Lipiński 1997, Ordolff 2001, Szarek i in.1999]. W tym celu wykorzystano m.in. elementy oraz układy elektroniki i automatyki. Jednakże niewiele prac obejmuje doskonalenie parametrów technicznych aparatu udojowego.

Ponadto mało badań poświęconych jest dokładnej analizie problemu na styku strzyk – kubek udojowy, a w szczególności dotyczy to relacji podciśnienia i wypływu mleka z ćwiartki wymienia. Zagadnienie to jest szczególnie ważne w przystosowaniu parametrów doju maszynowego krów do cech osobniczych krów w zakresie oddawania mleka z wykorzystaniem automatycznego sterowania.

Celem pracy było przeprowadzenie symulacji komputerowej procesu wypływu mleka z ćwiartki wymienia na podstawie opracowanego modelu matematycznego.

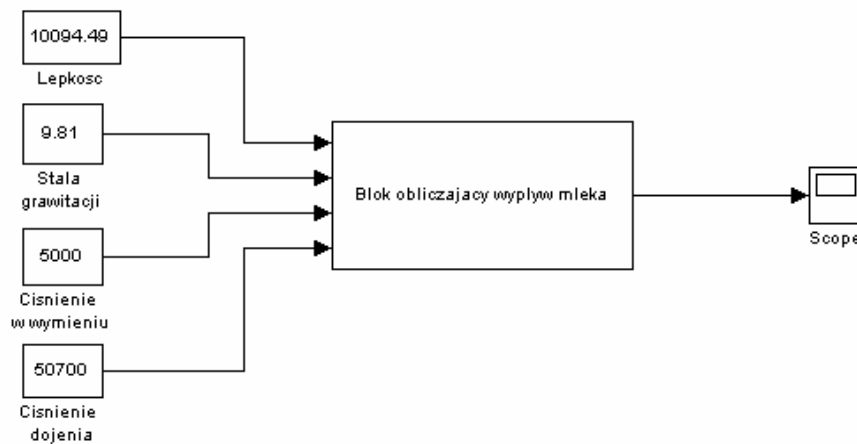
Adres do korespondencji – Corresponding Author: Henryk Juszka, Katedra Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków ul. Stojałowskiego 37 m. 10, e-mail: henryk_juszka@interia.pl

METODYKA

Algorytm, według którego przeprowadzono symulację komputerową, przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Algorytm obliczenia parametru wyjściowego
Fig. 1. The algorithm of calculation of output parameter

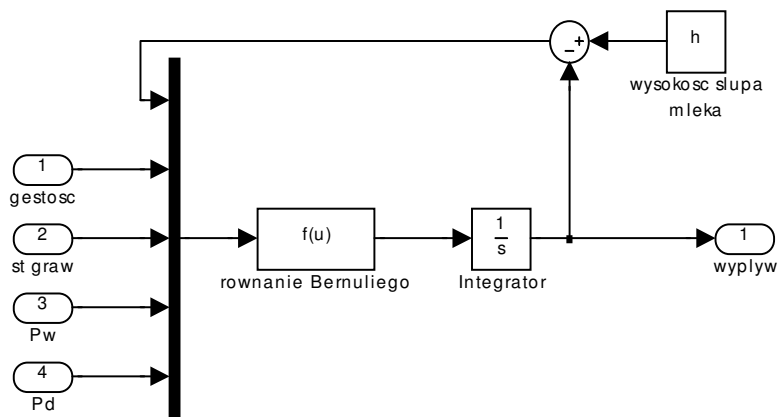


Rys. 2. Schemat blokowy układu symulacji komputerowej
Fig. 2. The block diagram of the computer simulation system

Dla przepływu cieczy nieściśliwej ma zastosowanie równanie Bernoulliego które mówi, że dla dowolnego odcinka przewodu z cieczą, całkowite ciśnienie jest stałe. Ci-

śnienie to jest sumą ciśnienia statycznego p , ciśnienia hydrostatycznego $\rho \cdot g \cdot h$ (h – to różnica wysokości słupa cieczy, ρ – lepkość, g – stała grawitacji), oraz ciśnienia dynamicznego $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$ (v – to prędkość cieczy).

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 = const. \quad (1)$$



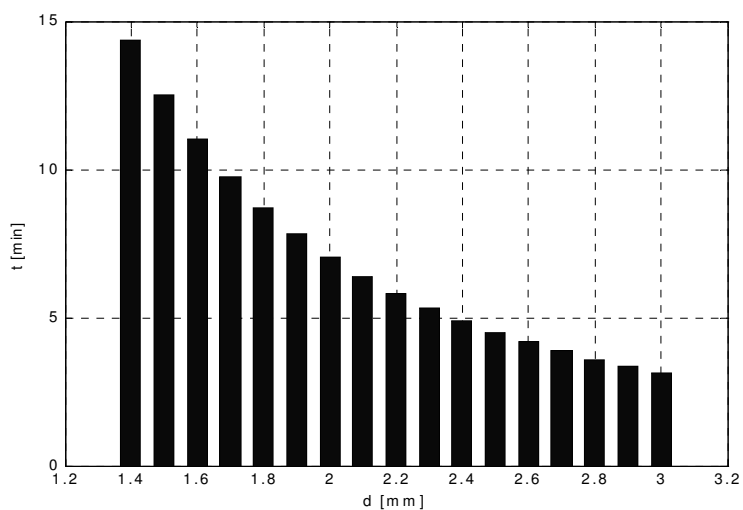
Rys. 3. Komputerowy model graficzny w Simulinku®
Fig. 3. The computer graphic model in Simulink®

Schematy: blokowy i funkcjonalny układu symulacji komputerowej przedstawiono na rysunku 2 i 3.

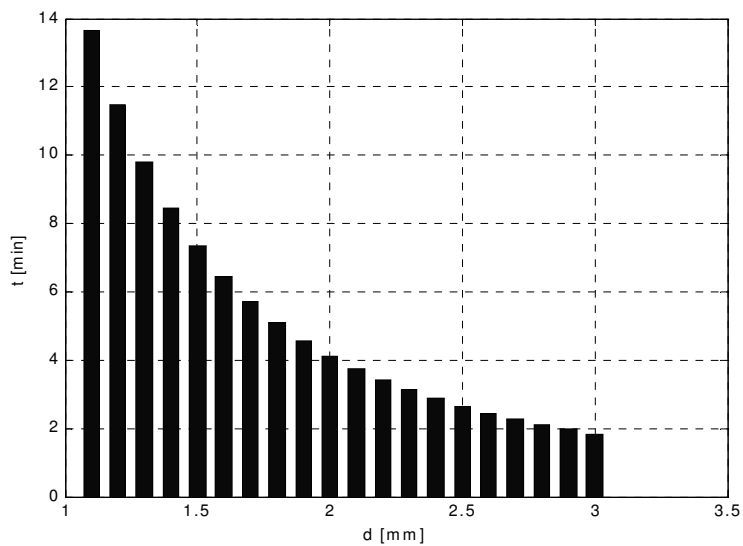
WYNIKI

Dla zobrazowania analizowanego problemu zamieszczono wykresy na rysunkach 4–9.

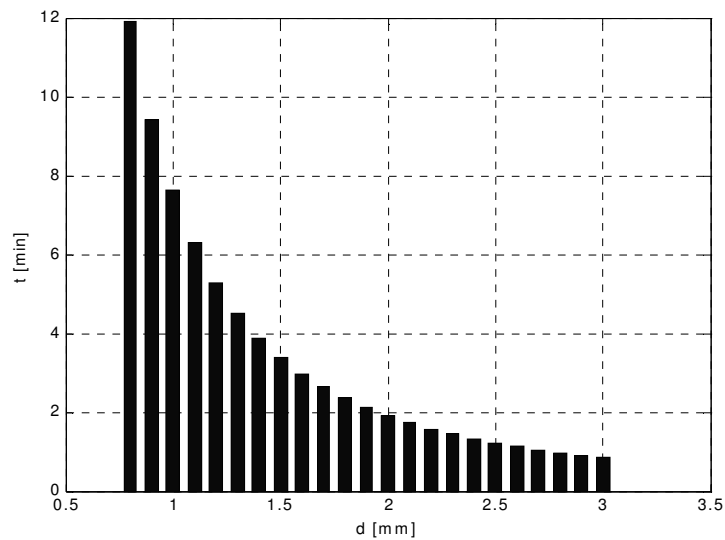
Wykresy te dotyczą czasu wypływu w funkcji średnicy strugi mleka. Przyjmowano średnicę strugi mleka w zakresie od 3 mm do 0,7 mm przy stałych parametrach ciśnienia w wymieniu P_w i podciśnienia pod strzykiem P_d . Wartości tych parametrów przyjęto, analizując fizjologię wymienia (ciśnienie 0 i 5 kPa – jako wartości graniczne) [Barej 1996]. Przy definiowaniu podciśnienia w modelu wykorzystano jego typowe wartości stosowane w doju maszynowym krów 33,3 i 50,7 kPa. Należy zaznaczyć, iż opracowany program symulacyjny umożliwia wprowadzanie dowolnych wartości tych parametrów.



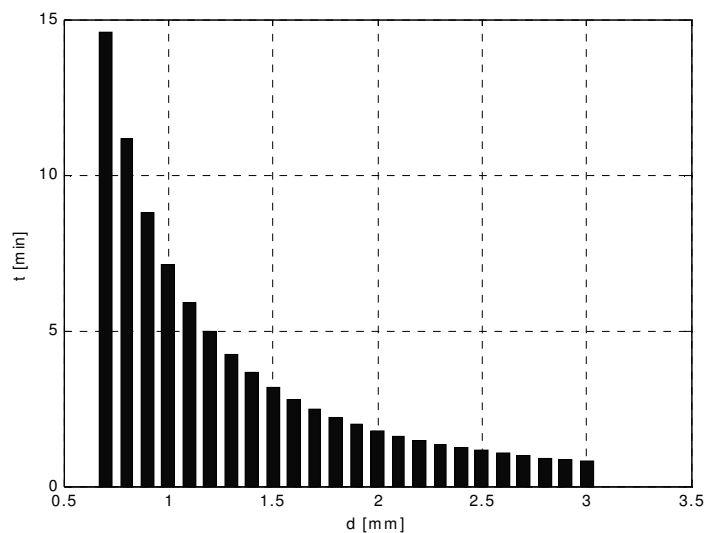
Rys. 4. Wykres czasu wypływu mleka w funkcji średnicy strugi dla $P_w = 0$ kPa, $P_d = 0$ kPa
 Fig. 4. The graph of milk outflow time in as function of stream diameter for $P_w = 0$ kPa, $P_d = 0$ kPa



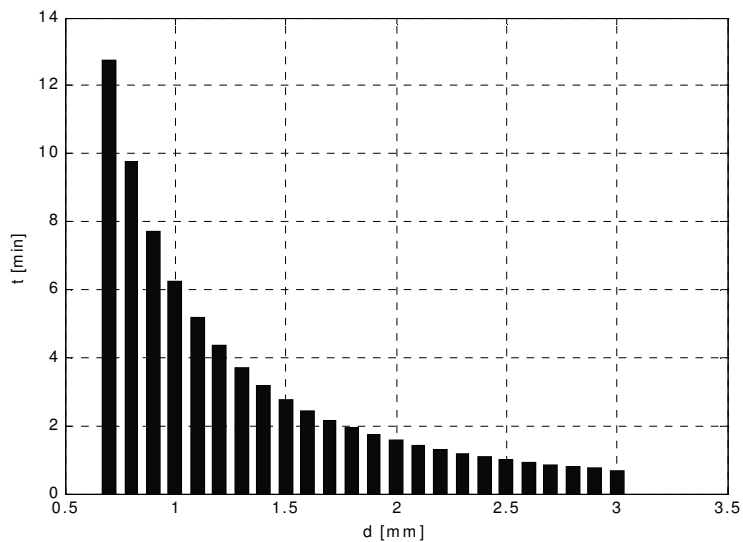
Rys. 5. Wykres czasu wypływu mleka w funkcji średnicy strugi dla $P_w = 5$ kPa, $P_d = 0$ kPa
 Fig. 5. The graph of milk outflow time in as function of stream diameter for $P_w = 5$ kPa, $P_d = 0$ kPa



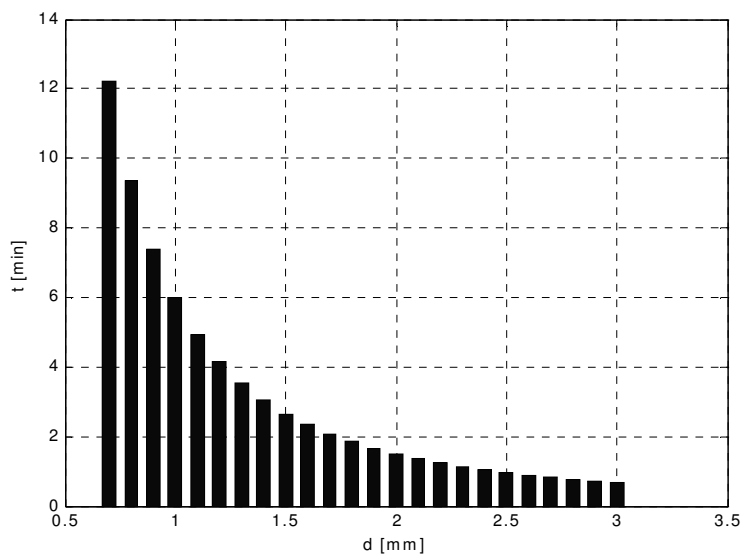
Rys. 6. Wykres czasu wypływu mleka w funkcji średnicy strugi dla $P_w = 0$ kPa, $P_d = 33,3$ kPa
 Fig. 6. The graph of milk outflow time in as function of stream diameter for $P_w = 0$ kPa, $P_d = 33.3$ kPa



Rys. 7. Wykres czasu wypływu mleka w funkcji średnicy strugi dla $P_w = 5$ kPa, $P_d = 33,3$ kPa
 Fig. 7. The graph of milk outflow time in as function of stream diameter for $P_w = 5$ kPa, $P_d = 33.3$ kPa



Rys. 8. Wykres czasu wypływu mleka w funkcji średnicy strugi dla $P_w = 0$ kPa, $P_d = 50,7$ kPa
 Fig. 8. The graph of milk outflow time in as function of stream diameter for $P_w = 0$ kPa, $P_d = 50.7$ kPa



Rys. 9. Wykres czasu wypływu mleka w funkcji średnicy strugi dla $P_w = 5$ kPa, $P_d = 50,7$ kPa
 Fig. 9. The graph of milk outflow time in as function of stream diameter for $P_w = 5$ kPa, $P_d = 50.7$ kPa

Z przeprowadzonych badań symulacyjnych tego procesu wynika, że czas wypływu mleka ze strzyka wzrasta w miarę zmniejszania się strugi mleka. W rzeczywistości struga mleka przyjmuje różne średnice, co można tłumaczyć gromadzeniem się mleka w wymieniu. Przyjęte zakresy ciśnienia mleka w wymieniu i podciśnienia wymaganego do jego pozyskania odzwierciedlają szeroki zakres zmian czasu wypływu mleka.

Symulacja komputerowa wypływu mleka ze strzyka u krowy nie odzwierciedla w pełni tego zjawiska, zachodzącego w naturalnym procesie ssania, bądź w doju maszynowym krów. Analizowany problem bardzo trudno ująć jednoznacznie, ponieważ krowa jako organizm żywy posiada wiele cech osobniczych, a fizjologia oddawania mleka jest skomplikowanym zagadnieniem. Stąd by poddać ten problem analizie, należało zastosować wiele uproszczeń. Jednak badania te są konieczne dla opracowania parametrów technicznych aparatu udojowego uwzględniających natężenie wypływu mleka z wymienia krowy [Juska i Tomasiak 2004].

PODSUMOWANIE

Podsumowując, należy stwierdzić, iż podjęty problem stanowi pewne tło w całym zagadnieniu pozyskiwania mleka z wykorzystaniem sterowania automatycznego parametrami doju i wymaga szerokich badań. Uwieńczeniem tych badań byłaby konstrukcja automatycznego aparatu udojowego uwzględniającego, poprzez swoje parametry techniczne cechy osobnicze krów w zakresie oddawania mleka. Wiadomo, iż wyjściowym podstawowym parametrem powinno być natężenie wypływu mleka ze strzyka, a sam proces należy odnieść do przebiegu ssania krowy przez cielę [Juska 1998].

PIŚMIENNICTWO

- Artmann R., 1997. Sensor system for milking robots. *Comp. Electron. Agric.* 17, 19–40.
- Barej W., 1986. Fizjologiczne podstawy użytkowania bydła. Państw. Wyd. Roln. i Leśne, Warszawa, 319–356.
- Graves. R.E., 2002. A Primer on Robotic Milking Systems. *Agricultural and Biological Engineering*, College of Agricultural Sciences, U.S. Department of Agriculture, and Pennsylvania Counties, 4, 10–14.
- Juska H., 1998. Studia nad parametrami procesu ssania u cieląt w aspekcie nowych technik doju krów. *Inż. Roln. Wyd. PTIR, Warszawa*, II, 3(4), 9–18.
- Juska H., Tomasiak M., 2004. Sterowanie rozmyte dynamiką doju maszynowego krów. Materiały konferencyjne. X Międz. Konf. Nauk. nt. Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i przepisów UE. *IBMER*, 107–112.
- Lipiński M., 1997. Robotyzacja pozyskiwania mleka. *Przeł. Hod.* 5, 10–14.
- Ordolff D., 2001. Introduction of electronics into milking technology. *Comp. Electron. Agric.* 30, 125–149.
- Szarek J., Konarski H., Skrzyński G., 1999. Roboty wkraczają do obór. V Międz. Konf. Nauk. Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ograniczeń ochrony środowiska. *IBMER Warszawa*, 157–161.

**COMPUTER SIMULATION MILK OUTFLOW FROM A COW'S TEAT
IN ASPECT OF MILKING APPARATUS AUTOMATION**

Abstract. The aim of present study is a computer simulation (using MATLAB Simulink® program) of the process of milk outflow from a cow's teat based on the developed mathematic model. The milk stream diameter was assumed in range between 3 mm to 0.7 mm for constant pressure parameter in teat P_w and vacuum under liner P_d . In defining the vacuum in the model it was used it's typical values in machine cow milking: 33.3 and 50.7 kPa. The result of simulation research of this proces shown that time of milk outflow from teat rise as milk stream is decreasing. Results of the research are illustrated on graphs.

Key words: a cow, an udder, a computer simulation

Praca naukowa finansowana ze środków KBN w latach 2002–2005 jako projekt badawczy

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.11.2005