

ODPORNOŚĆ WYBRANYCH APARATÓW UDOJOWYCH NA WAHANIA PODCIŚNIENIA W INSTALACJI DOJARKI RUROCIĄGOWEJ*

*Danuta Skalska, Mariusz Nejman, Marian Wiercioch, Adam Luberański
Aleksander Krzyś*

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Celem pracy było wyznaczenie modeli opisujących zmiany wybranych parametrów doju, tj. średniego podciśnienia ssania p_{ss} , amplitudy podciśnienia ssania aps , amplitudy podciśnienia masażu apm w pomiarowych aparatach udojowych (wybranych firm) od zmian maksymalnej amplitudy zakłócenia P_{max} . Aparaty pomiarowe podłączano do instalacji dojarki rurociąkowej w pierwszym kurku stanowiskowym (względem jednostki końcowej) z zadaniem strumieniem wypływu cieczy $Q_m = 2$ i $6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Modele zmian ww. parametrów opracowano dla normalnej pracy dojarki rurociąkowej (wahania podciśnienia systemowego – cykliczne) i po wprowadzeniu zakłócenia (wahania podciśnienia nieregularne). Dla porównania aparatów udojowych wybrano produkty pięciu firm. Aparaty jednakowe danej firmy (6 szt.) były dołączone do instalacji dojarki. Opisano charakterystyczne parametry modeli: współczynniki kierunkowe a , wyrazy wolne b . Odporność (wrażliwość) aparatu udojowego jest tym większa dla wybranego parametru doju, im mniejsza jest zmiana tego parametru spowodowana przez zakłócenie. Dobrane modele umożliwią ocenę odporności parametrów doju na zakłócenia.

Słowa kluczowe: aparat udojowy, podciśnienie systemowe, amplituda zakłócenia, parametr modelu

Wstęp i cel badań

Producenci urządzeń udojowych szczególną uwagę zwracają na coraz lepsze przystosowanie aparatów udojowych do biologicznych uwarunkowań zwierząt, fizjologii procesu oddawania mleka przez krowy i osiągnięcie wysokiego stopnia niezawodności urządzeń udojowych tak, aby zmniejszyć do minimum negatywne oddziaływanie dojarek rurociągowych na zdrowotność krów. Uwagi ww. (działania) są po to, aby pozyskiwać wysokiej jakości mleko (Wiercioch, 1998; Szlachta, 1999). Pojedyncze aparaty udojowe (poszcze-

* *Badania realizowano ze środków Narodowego Centrum Nauki – Projekt nr N N313 766540*

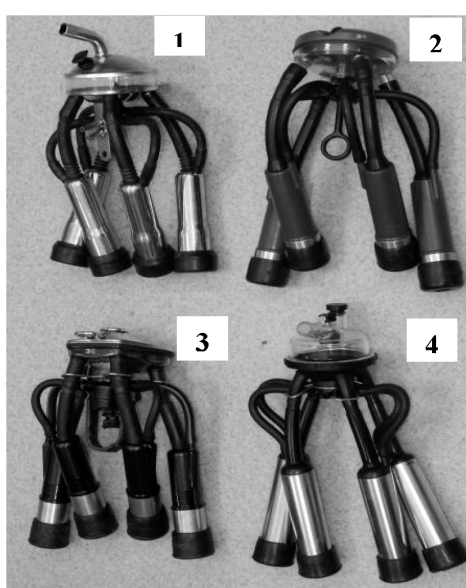
gólne rozwiązania konstrukcyjne) różnych firm zostały przebadane. Wiemy, jak zmieniają się w nich podstawowe parametry ciśnieniowe (Wiercioch, 1994; 1998). W całym procesie kompleksowego podejścia do doju występuje duża liczba zmiennych, która utrudnia badania wpływu każdej zmiennej doświadczalnie. Wymagana jest duża ilość eksperymentów i analiz szeregu parametrów (Kupczyk, 1986; Skalska i in., 2010), aby kompleksowo przeanalizować cały system doju dojarkami rurociągowymi. Często wyniki eksperymentów poszczególnych badaczy różnią się bardzo z powodu trudności w kontrolowaniu i powtarzalności warunków doju. Po przeprowadzeniu analizy stanu wiedzy zauważalny jest brak informacji dotyczących wzajemnego wpływu wielu jednocześnie pracujących aparatów udojowych najnowszej generacji (różnych firm), podłączanych do dojarki rurociąkowej na zmiany parametrów ciśnieniowych panujących w instalacji dojarki, a szczególnie w aparatach udojowych. Parametry opisujące pracę aparatów udojowych są wartościami liczbowymi, które mogą umożliwić nie tylko ustawienie firm w rankingu, ale będą stanowiły źródło informacji, o ile dane aparaty udojowe różnią się między sobą w zakresie rozpatrywanego kryterium.

Celem pracy było wyznaczenie modeli opisujących zmiany wybranych parametrów doju, tj. średniego podciśnienia ssania p_{ss} , amplitudy podciśnienia ssania aps , amplitudy podciśnienia masażu apm w pomiarowych aparatach udojowych (wybranych firm) od maksymalnej amplitudy zakłócenia P_{max} . Aparaty pomiarowe podłączano do instalacji dojarki rurociąkowej w pierwszym kurku stanowiskowym (względem jednostki końcowej). Badania wykonano dla zadanych strumieni wypływu cieczy z aparatów udojowych $Q_m = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ podczas regularnych wahań podciśnienia systemowego (cykliczne) i po wprowadzeniu zakłócenia (wahania podciśnienia nieregularne). Wyznaczone współczynniki modeli umożliwią przeprowadzenie oceny odporności parametrów doju na zakłócenia. W ten sposób możemy uszeregować aparaty różnych firm względem odporności na zakłócenie danego parametru doju. Całościowa ocena aparatów wymaga wybrania odpowiednich parametrów doju wraz ze stopniem istotności danego parametru, co zostanie przedstawione w następnych analizach.

Metodyka i materiały

Badania przeprowadzono w laboratorium udojowym w IIR Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Stanowisko pomiarowe zbudowano w oparciu o istniejącą dojarnię rurociągową, zmontowaną i wyposażoną zgodnie z normą ISO 6690 (2007) i ISO 5707 (2007). Dojarkę wyposażono w jednakowe kurki stanowiskowe rozmieszczone (co 2 m) na rurociągu do podłączania sześciu aparatów udojowych, agregat podciśnienia, składający się z pompy próżniowej RPA 21 (z pierścieniem wodnym) o wydajności $850 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, współpracującej z zaworem Vacurex. Pomiaru ciśnieniowe w aparatach udojowych, w rurociągu mlecznym i podciśnienia wykonano przetwornikami podciśnienia SML firmy ADC-Eltek o klasie dokładności 0, 25% i zakresie pomiarowym od 0 do $(-60) \text{ kPa}$. Do zapisu (rejestracji) danych wykorzystano nowe urządzenie rejestrujące: National Instrument wyposażone w bazę na cztery moduły – dwa moduły prądowe NI 9203 i jeden moduł NI 9237 napięciowy. Parametry ciśnieniowe zapisywano i przetwarzano w specjalistycznym programie „Symulacja”. Dla symulacji doju przyjęto, że aparaty udojowe (5 szt.) były dołączane do

aparatu pomiarowego podłączonego w pierwszym kurku stanowiskowym. Wszystkie aparaty udojowe miały zadany strumień wypływu cieczy $Q_m = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Modele opracowano dla aparatów udojowych wybranych firm (rys. 1). Aparaty udojowe były tak dobrane, aby kolektory miały zbliżone pojemności. Przyjęto dla porównania również wyniki pomiarów uzyskane wcześniej z udziałem aparatów Westfalia Classic wyposażonych w kolektory o mniejszej pojemności 300 cm^3 – symbol 5Wc1. Wyznaczono maksymalną amplitudę zakłócenia (Skalska i Nejman, 2008; Skalska, 2011) przy regularnych wahaniami podciśnienia systemowego w instalacji dojarki i po wprowadzeniu zakłócenia.



- | | |
|---|------------------|
| 1 - Strangko – 470 cm^3 | Symbol 5St1 |
| Soffi 500 | Symbol 5So1 |
| 2 - SAC Christense – 400 cm^3 | Uniflow 3 426 |
| | Symbol 5Sa1 |
| 3 - De Laval – 420 cm^3 | Harmony Plus 450 |
| | Symbol 5Ha1 |
| 4 - Polanes – 390 cm^3 | Anatomic 300 |
| | Symbol 5Po1 |

Rysunek 1. Aparaty udojowe wybranych firm uwzględnione w badaniach
 Figure 1. Milking machines of the selected companies included in the research

Wartości parametrów ciśnieniowych zmierzone w wybranych aparatach udojowych dla regularnych wahań podciśnienia systemowego (cyklicznych) są średnimi z 15 powtórzeń. Były rozpatrywane największe możliwe, zmierzone zakłócenia przy normalnej pracy dojarki. Wybrane parametry można było opisać tą samą funkcją, jak przy wprowadzeniu zakłóceń do instalacji dojarki rurociągowej 10 l normalnego powietrza sprężonego do 2 at . (Skalska i Nejman, 2010, 2011). Wśród wyników 15 powtórzeń z pomiarów, np. średniego podciśnienia ssania p_{ss} w warunkach normalnej pracy dojarki rurociągowej z podłączonymi sześcioma jednego typu aparat udojowymi, zdarzały się takie wartości minimalne, które były identyczne z wartościami p_{ss} po wprowadzeniu zakłócenia dla tych samych amplitud zakłócenia. Wartości maksymalne przedstawiały brak wpływu amplitudy zakłócenia przy normalnej pracy dojarki na zmianę p_{ss} , a minimum zbliżało się do linii wyznaczonej przy zakłóceniu. Mediana była taka sama, jak dla średnich wartości, tzn. występowała równa

liczba wartości maksymalnych i minimalnych. Wartości parametrów ciśnieniowych zmierzone po wprowadzeniu zakłócenia są średnimi z trzech powtórzeń dla pulsów maksymalnie zakłóconych. Określono formułę opisującą liczbę pulsów, w których na wybrany parametr wpływa zakłócenie wprowadzone do instalacji dojarki rurociągowej. Ustalono przedział ufności jako średni przedział $\alpha = 0,05$ dla wybranego parametru zmierzonego, co oznacza, że 95% zmierzonych wartości danego parametru musiało się znaleźć w przyjętym przedziale ufności podczas normalnej pracy dojarki. Po wprowadzeniu zakłócenia szukano pulsów, w których wartość zmierzonego parametru, np. p_{ss} , nie mieściła się w przyjętym przedziale ufności. Wszystkie wartości danego parametru w pulsie zakresu przedziału ufności były zliczane po wprowadzeniu zakłócenia do instalacji dojarki. Pulsy, w przypadku których zmierzono wartości wybranych parametrów doju w aparatach udojowych, np. średnie podciśnienie ssania i nie mieściły się one w przedziale ufności, zliczono i przyjęto nazywać pulsami zakłóconymi.

Wyniki badań i dyskusja

Omówienie metody wyznaczenia modeli opisujących zmiany wybranych parametrów doju, tj. średniego podciśnienia ssania p_{ss} , amplitudy podciśnienia ssania aps , amplitudy podciśnienia masażu apm , przykładowo zostało przedstawione dla aparatów udojowych Harmony Plus i Westfalii Classic (rys. 2A i B), gdzie przedstawiono wpływ maksymalnej amplitudy zakłócenia P_{max} i Q_m na zmiany parametrów doju, na przykładzie zmian średniego podciśnienia ssania p_{ss} . Aparaty te zostały już wcześniej dokładnie przebadane, a do tego różnią się znacznie pojemnością kolektorów. Średnie podciśnienie ssania jest zależne od Q_m i amplitudy zakłócenia P_{max} przy normalnej pracy dojarki rurociągowej i po wprowadzeniu zakłócenia. Jest to liniowa zmiana. Ze wzrostem amplitudy P_{max} i Q_m maleje p_{ss} . Wartości pomiarowe przedstawione dla przejrzystości na rysunku 2 są wartościami średnimi.

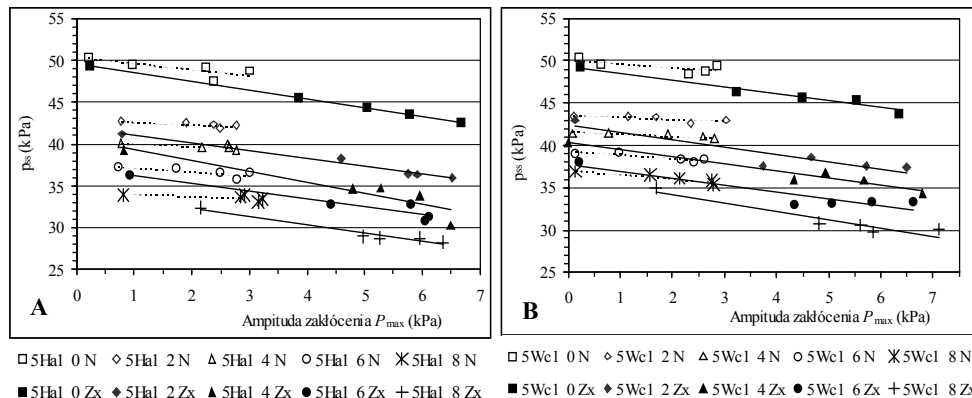
Parametry doju p_{ss} , aps , apm w aparatach wybranych firm (Westfalia Classic, Polanes, Strangko z gumami kwadratowymi, Harmony Plus, SAC, Strangko z gumami okrągłymi) i ich zmiany w zależności od P_{max} i Q_m można opisać ogólnym modelem (1) dla regularnych wahań podciśnienia systemowego i po wprowadzeniu zakłócenia

$$p_{ss} = a \cdot P_{max} + b \quad (1)$$

gdzie:

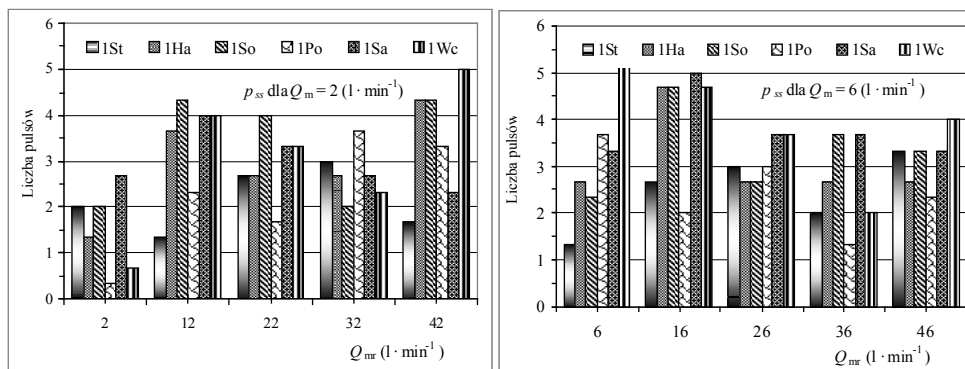
- a – współczynnik kierunkowy informujący jak szybko zmienia się dany parametr wraz ze zmianą P_{max} ,
- b – wyraz wolny, tj. teoretyczna wartość danego parametru przy zakłóceniu zerowym.

Wyznaczono powyższe współczynniki dla wybranych aparatów udojowych i parametrów doju (Statistica, 1997) dla wszystkich zadanych wpływów cieczy z aparatów $Q_m = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ przy regularnych waniach podciśnienia systemowego i po wprowadzeniu zakłócenia. Wyniki zestawiono razem ze wskaźnikami analizy statystycznej w tabeli 1.



Rysunek 2. Wpływ maksymalnej amplitudy zakłócenia P_{max} przy normalnej pracy dojarki (zakłócenia regularne podciśnienia roboczego – linia przerywana) i po wprowadzeniu zakłócenia – linia ciągła) dla zadanych wypływów cieczy z aparatów $Q_m = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ na zmiany średniego podciśnienia ssania p_{ss} w wybranych przykładowo aparatach udojowych Harmony Plus - 5Ha1, Westfalia Classic - 5Wc1

Figure 2. Impact of the maximum disturbance amplitude at the regular operation of the milking machine (regular disturbances of the operational negative pressure - dashed line) and after introducing disturbance - solid line) for set outflows of liquid from machines $Q_m = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ to changes of the average sucking negative pressure p_{ss} in Harmony Plus - 5Ha1, Westfalia Classic - 5Wc1 milking machines selected as an example



Rysunek 3. Średnia liczba pulsów zakłóconych w zależności od całkowitego przepływu cieczy w rurociągu mlecznym Q_{mr} dla wybranych aparatów udojowych i średniego podciśnienia ssania p_{ss} dla $Q_m = 2$ i $6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$

Figure 3. Average number of pulses disturbed in relation to total liquid flow in the milk pipeline Q_{mr} for the selected milking machines and average suction negative pressure p_{ss} for $Q_m = 2$ and $6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$

Tabela 1

Współczynniki dla dobranych modeli i statystyki opisujące zmiany wybranych parametrów doju w aparatach udojowych przy normalnej pracy dojarki i po wprowadzeniu zakłócenia dla $Q_m = 2$ i $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

Table 1

Coefficients for the selected models and statistics describing changes of the selected milking parameters in milking machines at the regular operation of the milking machines and after introducing disturbance for $Q_m = 2$ and $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$

Q_m	Para- metr	Aparat	a_n	b_n	R^2_n	RMSE _n	OS _n	PU _n	a_z	b_z	R^2_z	RMSE _z	OS _z	PU _z
2	p_{ss}	5Ha1	-0,1111	42,882	0,7087	1,5783	0,7074	0,4085	-2,6826	43,205	0,9582	1,6048	0,6548	0,3780
2	p_{ss}	5St1	-0,2207	44,036	0,8243	1,3894	0,7821	0,4516	-2,7215	45,312	0,7880	0,9662	1,2841	0,7414
2	p_{ss}	5Po1	-0,3776	43,739	0,9067	1,2936	0,9506	0,5489	-1,9647	41,874	0,7273	1,3551	2,0898	1,2066
2	p_{ss}	5Sa1	-0,2089	44,082	0,8439	1,4304	0,6403	0,3697	-2,5255	43,368	0,9216	1,4998	1,5365	0,8872
2	p_{ss}	5So1	-0,1196	43,266	0,4318	1,3991	0,5611	0,3240	-1,9742	40,894	0,7827	0,8742	1,4937	0,8624
2	p_{ss}	5Wc1	-0,0928	43,635	0,4216	1,4161	0,6743	0,3893	-1,6412	41,456	0,6845	1,7523	1,1179	0,6455
2	aps	5Ha1	0,0045	5,5645	0,0173	0,7271	0,5737	0,3313	1,4424	4,1860	0,3742	0,5807	1,4608	0,8434
2	aps	5St1	0,0186	3,8944	0,0981	0,4356	0,7639	0,4411	0,7676	3,4406	0,2425	0,3487	1,5368	0,8873
2	aps	5Po1	0,1138	3,9374	0,7823	0,4746	0,7701	0,4447	0,9111	4,3917	0,4691	0,6301	1,6887	0,9751
2	aps	5Sa1	0,0438	5,6970	0,3535	0,8052	0,5113	0,2952	0,6475	5,5802	0,5090	1,0181	1,3697	0,7908
2	aps	5So1	-0,0212	2,9164	0,0969	0,3121	0,5521	0,3188	0,7248	3,6226	0,7221	0,6157	1,4125	0,8156
2	aps	5Wc1	-0,0319	6,7862	0,3714	0,9634	0,6932	0,4003	0,1698	7,3234	0,0373	1,1729	0,8500	0,4908
2	apm	5Ha1	0,0072	5,2813	0,0937	0,6984	0,5202	0,3003	0,2877	4,8890	0,2136	0,6995	0,8447	0,4877
2	apm	5St1	0,0028	3,7390	0,0170	0,3884	0,8628	0,4982	-0,1881	4,3973	0,7514	0,2801	1,4320	0,8268
2	apm	5Po1	0,0574	4,0332	0,7472	0,4617	0,8419	0,4861	0,6202	3,9019	0,7398	0,4001	1,2635	0,7295
2	apm	5Sa1	0,0494	5,1649	0,8379	0,7290	0,4573	0,2640	0,5127	4,9312	0,3034	0,7411	1,3825	0,7983
2	apm	5So1	-0,0117	3,0790	0,0533	0,3196	0,5330	0,3078	0,3440	2,9725	0,6839	0,3342	0,7442	0,4297
2	apm	5Wc1	0,0673	6,0264	0,5063	0,9029	0,8067	0,4658	0,1073	6,1590	0,1596	1,0534	0,9010	0,5202
6	p_{ss}	5Ha1	-0,1918	37,569	0,5438	2,9248	0,6554	0,3784	-2,2152	37,587	0,9202	2,7017	1,0780	0,6224
6	p_{ss}	5St1	-0,2968	39,857	0,9162	2,4445	0,8012	0,4626	-2,1410	39,418	0,9958	1,9683	0,9628	0,5559
6	p_{ss}	5Po1	-0,2954	38,790	0,9197	2,3109	1,0156	0,5864	-1,5917	37,664	0,7485	2,0841	1,3020	0,7517
6	p_{ss}	5Sa1	-0,2091	39,517	0,6348	2,5092	0,4785	0,2763	-1,7736	38,145	0,8697	2,4210	0,9698	0,5599
6	p_{ss}	5So1	-0,0621	37,976	0,4902	2,5779	0,5257	0,3035	-1,9400	36,282	0,8232	1,8509	0,6118	0,3533
6	p_{ss}	5Wc1	-0,1044	39,096	0,2937	2,4898	0,4912	0,2836	-1,5065	36,612	0,6491	2,8289	0,6741	0,3892
6	aps	5Ha1	0,4034	6,5158	0,1392	0,6353	1,7637	1,0183	0,4034	6,5158	0,1392	0,6353	1,7637	1,0183
6	aps	5St1	0,0264	4,9647	0,1089	0,6573	0,6631	0,3828	0,4211	4,5847	0,3324	0,2491	1,4224	0,8213
6	aps	5Po1	0,0504	6,1702	0,4558	0,8583	0,8094	0,4673	0,8783	5,7139	0,3926	0,8911	1,7975	1,0378

Odporność wybranych aparatów...

Q_m	Para- metr	Aparat	a_n	b_n	R_n^2	$RMSE_n$	OS_n	PU_n	a_z	b_z	R_z^2	$RMSE_z$	OS_z	PU_z
6	<i>aps</i>	5Sa1	0,0133	6,0136	0,0937	0,8658	0,2858	0,1650	0,2452	6,5176	0,1431	1,0336	0,6249	0,3608
6	<i>aps</i>	5So1	-0,0755	5,0774	0,5023	0,7363	0,4893	0,2825	0,6210	4,2774	0,5044	0,7442	1,0808	0,6240
6	<i>aps</i>	5Wc1	-0,0198	7,6371	0,4695	1,1507	0,6127	0,3537	-0,4546	8,5953	0,8996	1,2519	0,8064	0,4656
6	<i>apm</i>	5Ha1	-0,0373	6,4996	0,1108	0,9455	0,3867	0,2233	0,5934	4,9898	0,2403	0,8762	0,7391	0,4268
6	<i>apm</i>	5St1	0,0180	5,7708	0,1260	0,8476	0,6032	0,3483	0,1090	5,8701	0,1538	0,4534	1,9345	1,1169
6	<i>apm</i>	5Po1	0,1106	5,0322	0,7852	0,6577	0,6684	0,3859	0,4528	5,3274	0,5394	0,6152	0,7302	0,4216
6	<i>apm</i>	5Sa1	0,0289	5,9658	0,4528	0,9091	0,3202	0,1849	0,6290	5,5306	0,4252	0,9097	1,3534	0,7814
6	<i>apm</i>	5So1	-0,0829	5,5992	0,7358	0,7589	0,3818	0,2205	0,2354	5,0545	0,1326	0,7968	0,7313	0,4223
6	<i>apm</i>	5Wc1	-0,0170	6,2926	0,0756	0,8728	0,5631	0,3251	0,0857	6,5754	0,0760	1,1452	1,1418	0,6592

OS – odchylenie standardowe wyznaczono jako średnie odchylenie standardowe dla wszystkich punktów pomiarowych. Jest to wskaźnik opisujący zmiany wokół wartości średniej parametru doju np. średnie podciśnienie ssania p_{ss} reprezentowane przez punkty przedstawione na rysunku 2.

PU – przedział ufności pokazuje, że poszukiwana przez nas rzeczywista wartość mieści się w pewnym przedziale z założonym prawdopodobieństwem, PU przyjęto $\alpha = 0,05$ (czyli 95% punktów pomiarowych musiało się znaleźć w tym przedziale).

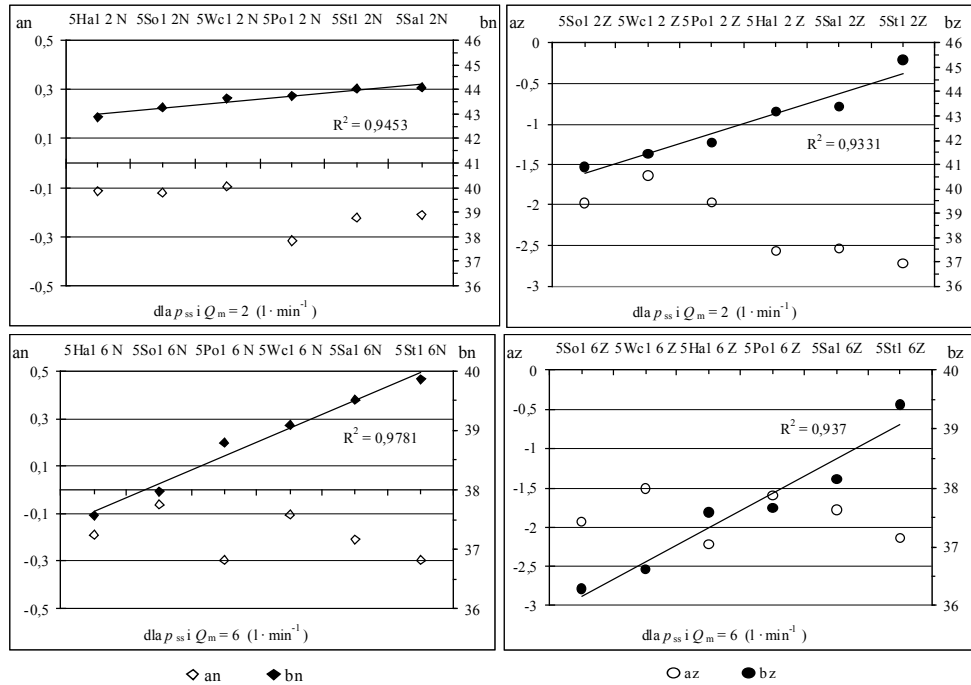
$RMSE$ – błąd średniokwadratowy (jest to pierwiastek z wartości średniokwadratowych) – informuje, jak rozrzucone są punkty pomiarowe względem dobranych modeli.

Wartości parametrów ciśnieniowych zmierzone w wybranych aparatach udojowych dla wahań podciśnienia systemowego regularnych (cyklicznych) są średnimi z 15 powtórzeń. Ich średnie odchylenie standardowe podano w tabeli 1. Dane zgromadzone w tabelach, tj. współczynniki dla dobranych modeli i statystyki opisujące zmiany wybranych parametrów doju w aparatach udojowych p_{ss} , *aps*, *apm* po zakłócaniu podciśnienia roboczego i przy normalnej pracy dojarki dla $Q_m = 2$ i $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, przedstawiono graficznie (rys. 4, 5, 6), wykorzystując zależność (1), do której dobrano współczynniki oraz obliczenia statystyczne.

Aparaty są ułożone według rosnącej wartości współczynnika b modułu, co podkreśla łącząca punkty linia. Natomiast współczynniki a oznaczono punktami niewypełnionymi. Różnice między wartościami współczynników a (mniejsze od 0,2 kPa) są zbliżone do granicy błędów i nie należy ich zaliczać do wartości różnych.

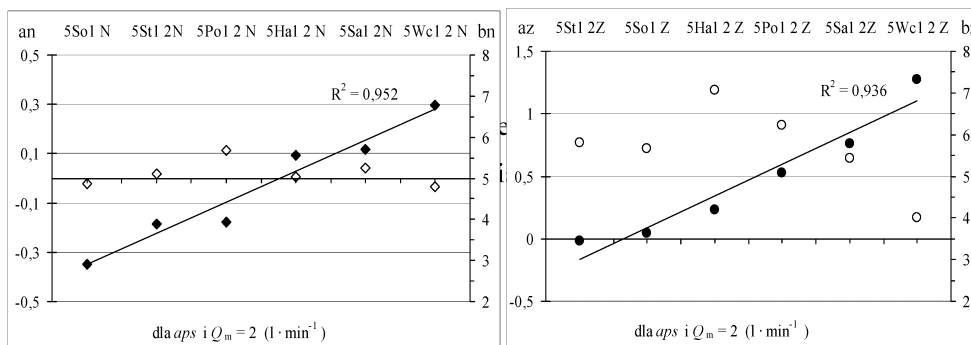
Poniżej (rys. 5) przedstawiono graficznie współczynniki a i b dla amplitudy podciśnienia ssania *aps* i dla amplitudy podciśnienia masażu *apm*. Różnice w modelach wynikają z przyjętej metody uśredniania wyników:

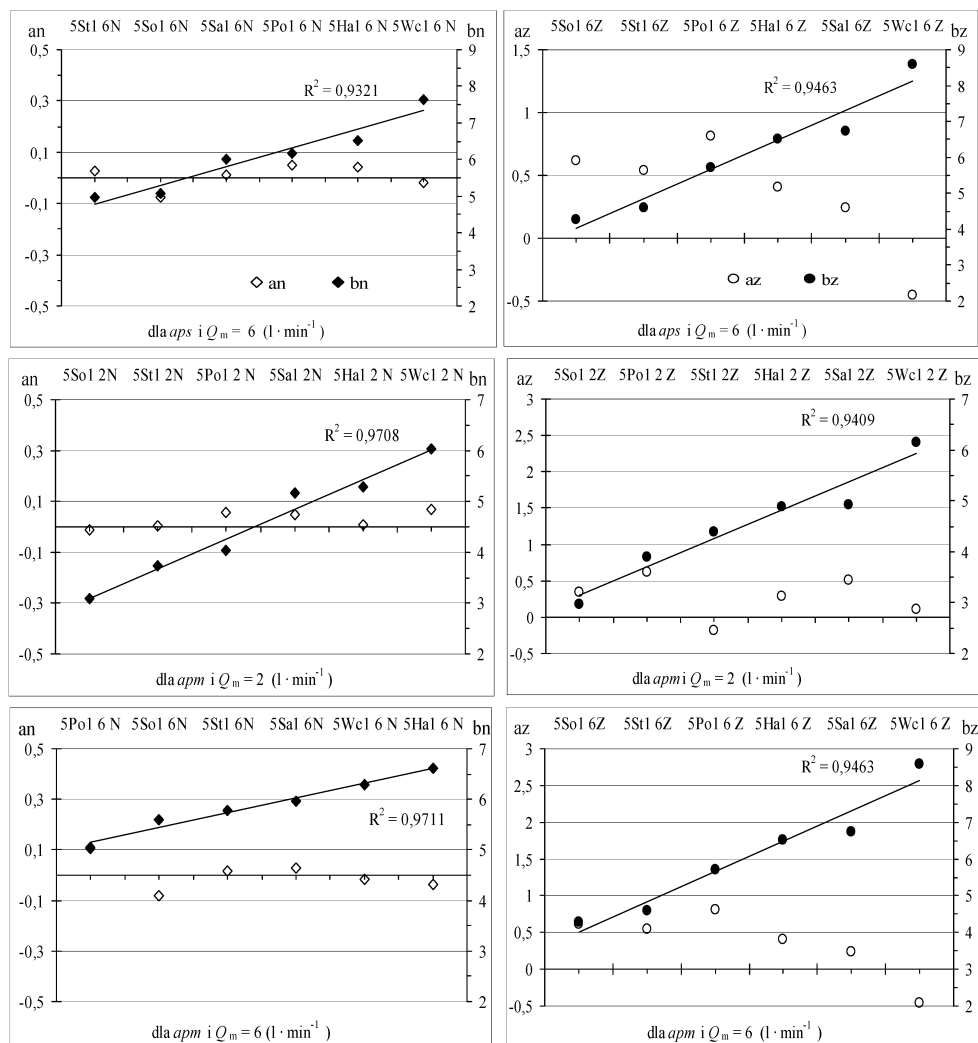
- o wprowadzeniu zakłócenia są to średnie tylko z pulsów zakłóconych,
- w przypadku wahań regularnych podciśnienia systemowego jest to średnia z 15 kolejnych pulsów.



Rysunek 4. Graficzna ilustracja współczynników a i b dla wybranych aparatów udojowych i $Q_m = 2$ i $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ przy regularnej (cyklicznej) pracy dojarki i po wprowadzeniu zakłócenia dla p_{ss}

Figure 4. Graphic illustration of coefficients a and b for the selected milking machines and $Q_m = 2$ and $6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ at the regular (cyclic) operation of the milking machine and after introduction of disturbance for p_{ss}





Rysunek 5. Graficzna ilustracja współczynników a i b dla wybranych aparatów udojowych i $Q_m = 2$ i 6 l·min⁻¹ przy regularnej (cyklicznej) pracy dojarki i po wprowadzeniu zakłócenia dla aps i apm

Figure 5. Graphic illustration of coefficients a i b for the selected milking machines and $Q_m = 2$ and 6 l·min⁻¹ at the regular (cyclic) operation of the milking machine and after introduction of disturbance for aps and apm

Wnioski

1. Zmiany parametrów ciśnieniowych w wybranych aparatach udojowych, w zależności od maksymalnej amplitudy zakłócenia P_{\max} , mają charakter liniowy i można je opisać prostym modelem w obecności wahań regularnych (cyklicznych) podciśnienia systemowego i po wprowadzeniu zakłócenia.
2. Parametry modeli (po wprowadzeniu zakłócenia) opisują odporność aparatu na zakłócenie, natomiast parametry przy regularnej pracy informują, jak sześć aparatów udojowych danej firmy zakłóca pracę całej instalacji dojarki rurociągowej.
3. Odporność danego parametru doju na zakłócenie (w aparacie udojowym) zależy wprost proporcjonalnie od amplitudy zakłócenia P_{\max} , a nie zależy od przyczyny zakłócenia (zakłócenie cykliczne i nieregularne).
4. Parametry modelu (współczynniki) można wykorzystać do przeprowadzenia rankingu aparatów różnych konstrukcji względem poszczególnych parametrów doju.

Literatura

- Kupczyk, A. (1986). Spadki i wahania podciśnienia w rurociągu mlecznym dojarek przewodowych. Cz. II. Spadki podciśnienia w poziomym rurociągu mlecznym. *Rocz. Nauk Rol.* T. 77-C-1, 35-41. Praca zbiorowa. (1997). *Statistica. Podręcznik użytkownika*. Kraków, Statsoft Polska, ISBN 83-904735-5-0.
- Skalska, D.; Nejman, M. (2008). Analiza wpływu zakłóceń na wybrane parametry doju w dojarce rurociągowej. *Inżynieria Rolnicza*, 5(103), 249-257.
- Skalska, D.; Szlachta, J.; Luberański, A. (2010). Wahania podciśnienia całkowite i nieregularne w wybranych punktach instalacji dojarki rurociągowej. *Inżynieria Rolnicza*, 3(121), 177-184.
- Skalska, D.; Nejman, M. (2010). Metodyczne aspekty wyznaczania czasów trwania, wielkości zakłócenia i ich wpływu na jakość doju w dojarce rurociągowej. *Inżynieria Rolnicza*, 2(120), 163-171.
- Skalska, D. (2011). Wpływu wybranego wskaźnika jakości sterowania na parametry doju w aparatach udojowych w dojarce rurociągowej. *Inżynieria Rolnicza*, 8(133), 237-245.
- Szlachta, J. (1999). Normy międzynarodowe ISO a sprzęt udojowy. *Poradnik Hodowcy*, 1, 1-15.
- Wiercioch, M. (1994). Przepływy w kubku udojowym dojarki mechanicznej. Rozprawa habilitacyjna. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław*, 260, PL ISSN 0867-1427.
- Wiercioch, M. (1998). *Ocena intensywności wypływu mleka ze strzyka krwi w poszczególnych cyklach przy użyciu różnych systemów (aparatów) udojowych*. Maszynopis, Wrocław, IIR, AR.
- Woyke, W. (1995). *Podstawowe problemy w technice i technologii produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem aspektów ekologicznych*. Międzynarodowa Konferencja Naukowa IBMER, Warszawa, 217-220.
- ISO 5707: 2007. *Milking machine installations – Construction and performance*.
- ISO 6690: 2007. *Milking machine installations – Mechanical tests*.

RESISTANCE OF THE SELECTED MILKING MACHINES TO OSCILLATION OF NEGATIVE PRESSURE IN THE PIPE MILKING MACHINE INSTALLATION

Abstract. The objective of the paper was to determine models describing changes of the selected milking parameters i.e. average suction negative pressure p_{ss} , amplitude of suction negative pressure aps , amplitude of massage negative pressure apm in the measuring milking machines (of the selected companies) from changes of disturbance amplitude P_{max} . Measurement machines were connected to the pipe milking machines installation in the first stand tap (towards the final unit) with the set stream of liquid outflow $Q_m = 2$ and $6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Models of changes of the above mentioned parameters were developed for regular operation of the pipe milking machine (system negative pressure oscillations-cyclic) and after introducing disturbance (negative pressure oscillations - irregular). For comparison of the milking machines, products of five companies were selected. The same machines of the given company (6 items) were enclosed to the milking machine installation. Characteristic parameters of models were described: gradients a , absolute terms b . Resistance (sensitivity) of the milking machine is higher for the selected milking parameter if the change of this parameter caused by disturbance is lower. Selected models enable assessment of the milking parameters resistance to disturbances.

Key words: milking machine, system negative pressure, disturbance amplitude, model parameters

Adres do korespondencji:

Danuta Skalska; e-mail: danuta.skalska@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław