

Wacław Romaniuk*, Robert Szulc**

*Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

**Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
– Oddział w Poznaniu

ANALIZA KOSZTÓW POZYSKIWANIA MLEKA W RÓŻNYCH SYSTEMACH DOJU

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań techniczno-ekonomicznych prowadzonych w osiemnastu obiektach wyposażonych w tradycyjne hale udojowe oraz w dwóch gospodarstwach z jednostanowiskowymi robotami udojowymi. Przeprowadzona szczegółowa analiza pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka pozwoliła na porównanie eksploatacyjnych kosztów doju w dojarni z automatycznym systemem. Wyszczególniono koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne składające się z kosztów utrzymania i użytkowania. Wszystkie uzyskane rezultaty odniesiono do 1 Sd (sztuki dojonej) i 1 dm³ pozyskiwanego mleka.

Słowa kluczowe: dój mechaniczny, AMS, analiza kosztów

Cel, przedmiot i zakres badań

Podstawowym celem pracy było dokonanie oceny i wyboru najkorzystniejszego systemu pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka. Cel zrealizowano w oparciu m.in. o kryteria minimalizacji kosztów i nakładów energetycznych. Określono wpływ zastosowanych systemów doju krów i wstępnej obróbki mleka na poziom mechanizacji prac. Szczegółowo ustalono wielkości składowe nakładów przy pozyskiwaniu i wstępnej obróbki mleka.

Metoda badań

Badania prowadzono w 18 tradycyjnych dojarniach typu „rybia ość”, „tandem”, „bok w bok” i „karuzelowa” oraz dwóch obiektach z automatycznym systemem doju (AMS) – jednostanowiskowym robotem „Astronaut”. Wielkość stada wynosiła od 38-190Sd. W dwóch obiektach z uwagi na bardzo duże stado wyodrębniono grupy kontrolne 113 i 115 Sd. Analiza kosztów obejmowała wyznaczenie

jednostkowych kosztów inwestycyjnych oraz jednostkowych kosztów eksploatacyjnych. Z kolei na jednostkowe koszty eksploatacyjne k_{ej} (j -tej obory) składają się jednostkowe koszty utrzymania k_{utj} i użytkowania k_{uzj} maszyn oraz urządzeń, ale również części budynku inwentarskiego z halą udojową. Jednostkowe koszty eksploatacji wynoszą w j -tej oborze:

$$k_{ej} = \frac{K_{utj} + k_{uzj}}{Sd_j} \quad [\text{zł/Sd}] \quad (1)$$

Łączne koszty utrzymania stanowią sumę kosztów amortyzacji K_{aj} i ubezpieczenia K_{ubj} w j -tej oborze.

$$K_{utj} = K_{aj} + K_{ubj} \quad [\text{zł}] \quad (2)$$

Koszty amortyzacji K_a stanowią odtworzenie pod względem wartościowym określone maszyny i budynki. W poniższych obliczeniach dla celów porównawczych nie uwzględniono wartości oprocentowania kapitału, stanowiących składową kosztów odtworzeniowych. W czasie użytkowania maszyn T_{lat} i budynków T_{lat1} zgodnie z przyjętą ilością lat – K_a są równe wartości zakupionej maszyny – C_{mij} i kosztów inwestycyjnych budynku K_{bud} . Przeliczając wartość K_a na 1 rok dzieli się cenę zakupionej maszyny przez odpowiednio przyjętą liczbę lat eksploatacji.

$$C = \sum_{i=1}^{i=n} C_{mij} \quad [\text{zł}] \quad (3)$$

$$K_{a1ij} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_{mij}}{T_{latij}} \quad [\text{zł/rok}] \quad (4)$$

$$K_{a2j} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_{budj}}{T_{latij}} \quad [\text{zł/rok}] \quad (5)$$

Gdzie:

- K_{ej} – koszty eksploatacyjne w j -tej oborze
- K_{utj} – koszty utrzymania w j -tej oborze
- K_{uzj} – koszty użytkowania w j -tej oborze
- k_{ej} – jednostkowe koszty eksploatacyjne w j -tej oborze
- Sd_j – wielkość stada w j -tej oborze
- C_{mij} – cena i -tej maszyny w j -tej oborze
- K_{budj} – koszty budowlane hali udojowej w j -tej oborze
- K_{a1ij} – koszty amortyzacji i -tej maszyny w j -tej oborze
- K_{a2j} – koszty amortyzacji hali udojowej w j -tej oborze
- T_{latij} – czas użytkowania i -tej maszyny w j -tej oborze
- T_{lat1j} – czas użytkowania hali udojowej w j -tej oborze

Koszty ubezpieczenia w *j-tej* oborze K_{ubj} przyjęto zgodnie z rzeczywistymi danymi udostępnionymi przez rolników. Koszty budowy hali udojowej K_{budj} uzyskano uwzględniając 20% kosztów całej obory, które przyjęto na poziomie 6500 zł/SD i 50 letni okres eksploatacji.

K_{uzj} wynikają z faktu wykorzystania ich w procesie pozyskiwania mleka i stanowią sumę kosztów napraw K_{nj} , kosztów energii elektrycznej K_{eej} , kosztów zużycia wody technologicznej K_{wj} oraz kosztów materiałów eksploatacyjnych i pomocniczych K_{matj} oraz robocizny K_{robj} . K_{robj} wyznaczono jako iloczyn sumy czasu pracy obsługi podczas doju, wstępnej obróbki mleka i prac dodatkowych na podstawie przeprowadzonych chronometraży oraz jednostkowego kosztu 1rbh. Wszystkie wartości kosztów oraz ich składowych obliczono w odniesieniu do sztuk dojonych (K_{uzj}) i 1 dm³ pozyskanego mleka (K_{uzj1}).

$$k_{uzj} = \frac{K_{nj} + K_{eej} + K_{wj} + K_{matj} + K_{robj}}{S_{dj}} \quad [\text{zł/Sd}] \quad (6)$$

$$K_{nj} = \sum_{i=1}^{i=n} K_{nij} \quad K_{eej} = \sum_{i=1}^{i=n} K_{eeij}$$

Gdzie:

- k_{uzj} – jednostkowe koszty użytkowania hali udojowej w *j-tej* oborze
- K_{nij} – koszty napraw *i-tej* maszyny w *j-tej* oborze
- K_{nj} – sumaryczne koszty napraw w *j-tej* oborze
- K_{eeij} – koszty energii elektrycznej *i-tej* maszyny w *j-tej* oborze
- K_{wj} – koszty wody w *j-tej* oborze
- K_{matj} – koszty materiałów w *j-tej* oborze
- K_{robj} – koszty robocizny w *j-tej* oborze
- n_{mj} – ilość mleka pozyskiwanego w *j-tej* oborze
- T_{latij} – okres eksploatacji *i-tej* dojarni, myjni i schładzarek w *j-tej* oborze

Wartość wskaźnika kosztów napraw przyjęto $k_n=0,40$ jako 40% ceny maszyny C_m [Muzalewski 1999]. Długość eksploatacji przyjęto dla dojarni i myjni $T_{latij} = 12$ lat, a dla schładzarek - 10 lat. K_{eeij} stanowią iloczyn zużycia energii elektrycznej W_{eeij} , pobieranej przez badane urządzenie i ceny 1kWh - C_{kWh} [zł/1 kWh]. K_{wj} określono z iloczynu ilości zużytej ciepłej i zimnej wody W_{wj} oraz jej jednostkowej ceny 1 m³ - C_w [zł/1m³]. K_{matj} związane są z myciem instalacji dojarni i schładzarek oraz procesem doju krów. Wyrażone są one jako iloczyn ilości zużycia tych materiałów W_{matj} oraz ich ceny C_{mat} .

$$k_{eej} = \frac{W_{eej} \cdot C_{kWh}}{n_{mj}} \quad [zł/dm^3] \quad (7)$$

$$k_{wj} = \frac{W_{wj} \cdot C_w}{n_{mj}} \quad [zł/dm^3] \quad (8)$$

$$k_{matj} = \frac{W_{matj} \cdot C_{mat}}{n_{mj}} \quad [zł/dm^3] \quad (9)$$

Gdzie:

- k_{eej} – jednostkowe koszty energii elektrycznej w j -tej oborze
- k_{wj} – jednostkowe koszty wody technologicznej w j -tej oborze
- k_{matj} – jednostkowe koszty materiałów pomocniczych w j -tej oborze
- W_{matj} – ilość zużytych materiałów eksploatacyjnych i pomocniczych w j -tej oborze
- W_{wj} – ilość zużytej wody w j -tej oborze
- W_{eej} – ilość zużytej energii elektrycznej w j -tej oborze

K_{robj} wyznaczono jako iloczyn sumy czasu pracy obsługi podczas doju, wstępnej obróbki mleka oraz prac dodatkowych na podstawie przeprowadzonych chronometry oraz jednostkowego kosztu 1rbh.

$$k_{utj} = \frac{K_{utj}}{n_{mj}} \quad [zł/dm^3] \quad (10)$$

$$k_{uzj} = \frac{K_{uzj}}{n_{mj}} \quad [zł/dm^3] \quad (11)$$

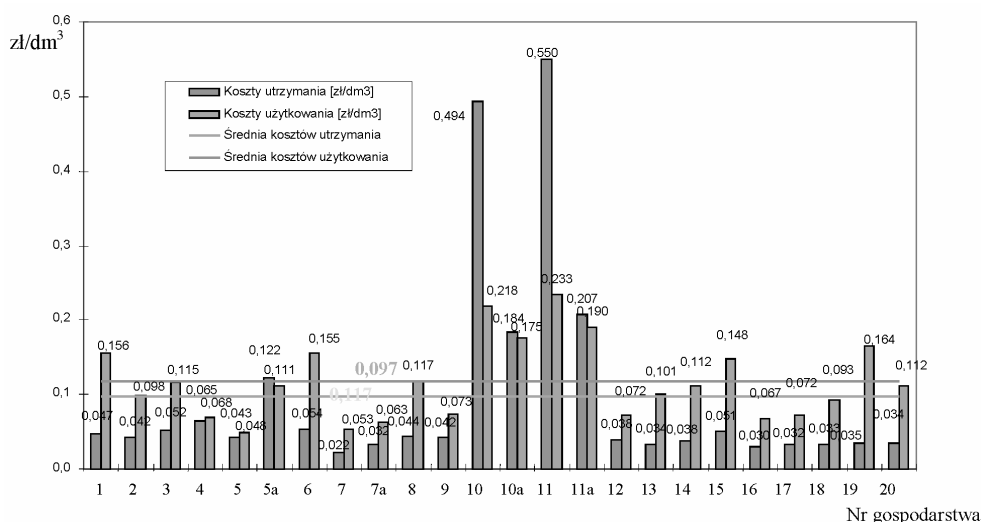
$$k_{ej} = \frac{K_{ej}}{n_{mj}} \quad [zł/dm^3] \quad (12)$$

Z uwagi na różnice występujące w wysokości k_{robj} , k_{eej} i wysokości ubezpieczenia, K_e robotów dojarskich obliczono i przedstawiono oddzielnie dla warunków szwajcarskich i polskich.

Wyniki badań

Przeprowadzona analiza wykazała, iż wysokość jednostkowych kosztów utrzymania w j -tej oborze k_{utj} 18 obiektów wyposażonych w hale udojowe kształtuje się na poziomie 0,022-0,122 zł/dm³ mleka ze średnią 0,044 zł/dm³ mleka, a jednostkowych kosztów użytkowania w j -tej oborze k_{uzj} 0,048-0,164 zł/dm³ mleka i średnią 0,100 zł/dm³ mleka. Wyższymi jednostkowymi k_{utj} i k_{uzj} charakteryzowała się dojarnia karuzelowa (5a). Wynika to z faktu, iż wartości $k_{utj}=0,122$ zł/dm³ mleka i $k_{uzj}=0,111$ zł/dm³ mleka dotyczą grupy kontrolnej 113 Sd z całego stada liczącego 400Sd. K_{utj} i k_{uzj} AMS przedstawiono dla warunków szwajcarskich (nr 10 i 11)

oraz polskich (nr 10a i 11a). Uwzględniając krajowe warunki i wartości składowych kosztów potencjalnej eksploatacji robotów dojarskich w Polsce, wykazano że k_{ej} dojarni stanowią 22,4% (K_{utr}) i 54,6% (K_{uz}) kosztów ponoszonych wobec AMS. Porównując z eksploatacją robotów w warunkach szwajcarskich udział ten jest jeszcze mniejszy i wynosi 8,4% dla K_{utr} i 44,2% K_{uz} dojarni w Polsce (rys. 1).

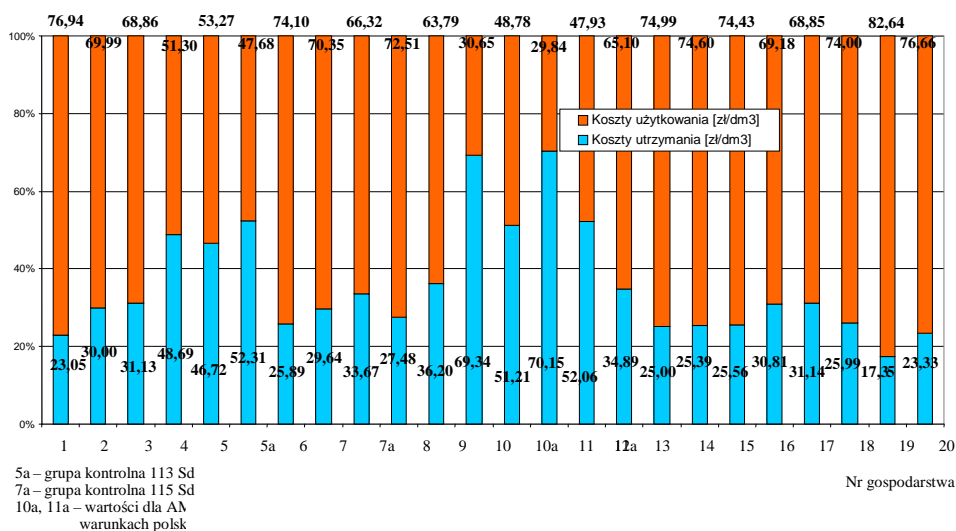


Rys. 1. Koszty utrzymania i użytkowania badanych systemów doju mleka
 Fig. 1. Maintenance and operation costs of the examined milking systems

Wysokie k_{utj} automatycznych systemów doju wynikają nie tylko z faktu wysokich cen urządzeń oraz kosztów ubezpieczenia, ale również z większego zużycia energii elektrycznej i wody w trakcie pozyskiwania mleka. Na rys. 2 przedstawiono procentowy udział k_{utj} i k_{uzj} badanych obiektów. Nie dostrzega się wyraźnej linii trendu wyznaczającej granicę między tymi kosztami. Analiza poszczególnych systemów i typów urządzeń dojarskich wykazała wysoką zależność między kosztami inwestycyjnymi i K_{ut} , natomiast dostrzeżono mniejszy wpływ na K_{uz} (rys. 3, 4). Jest to zrozumiałe, gdyż cena maszyn i wynikająca z niej amortyzacja jest najistotniejszą składową tych kosztów. W tym miejscu kluczową rolę odgrywa wielkość stada ale również wydajność mleczna krów.

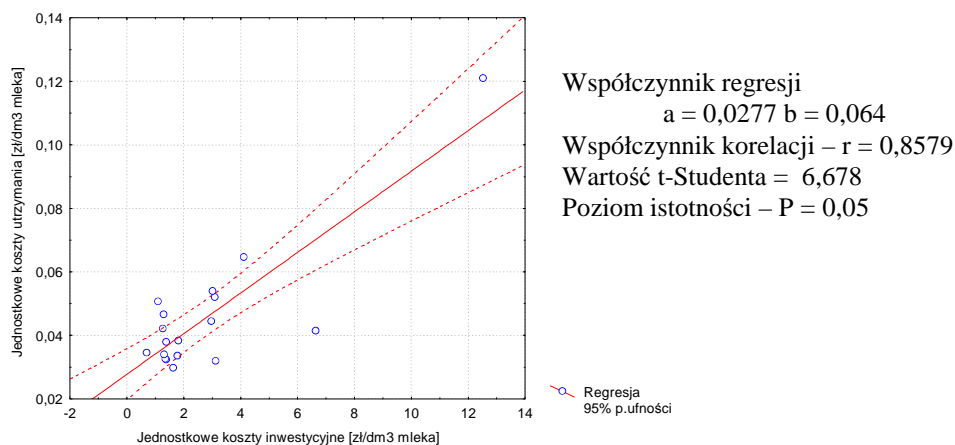
K_{uzj} w obiektach z systemem odzysku ciepła są niższe o ok. 33,6% i wynoszą średnio 0,079 zł/dm³ mleka. Stosowanie wodnych pomp próżniowych w porównaniu z pompami tradycyjnymi, ma wpływ na wzrost K_{uz} o ok. 3,5-39,0%. Dla agregatów z pompą wodną kształtują się średnio na poziomie 0,116 zł/dm³ mleka, a z tradycyjną pompą próżniową 0,071-0,111 zł/dm³ mleka. Odzwierciedla się to również

częściowo w jednostkowych kosztach inwestycyjnych/Sd i rok, wynoszących wartości zbliżone lub poniżej średniej jednostkowych kosztów inwestycyjnych/Sd i rok (2832,89 zł/Sd rok).



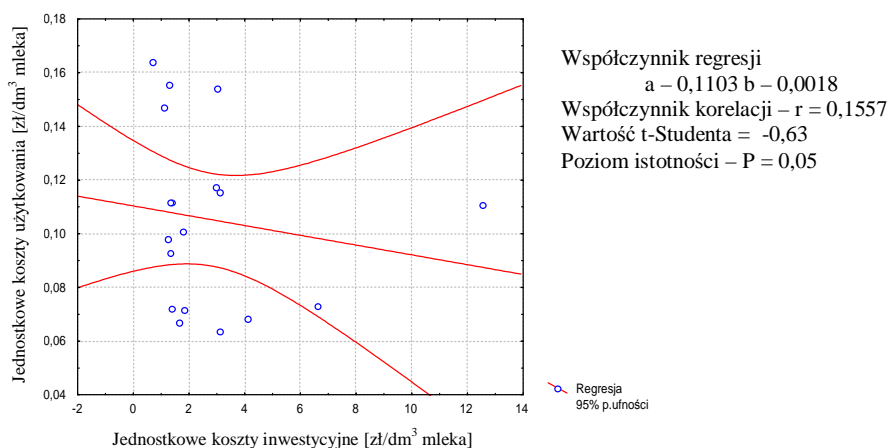
Rys. 2. Procentowy udział kosztów w badanych obiektach

Fig. 2. Percentage share of costs in the examined objects



Rys. 3. Współzależność jednostkowych kosztów inwestycyjnych z jednostkowymi kosztami utrzymania

Fig. 3. Interdependence of unit investment costs and unit maintenance costs



Rys. 4. Współzależność jednostkowych kosztów inwestycyjnych z jednostkowymi kosztami użytkowania

Fig. 4. Interdependence of unit investment costs and unit maintenance costs

We wszystkich gospodarstwach z halami udojowymi zaobserwowano wyższe k_{uzj} niż k_{utj} . Porównanie średnich wartości wykazało, że k_{utj} są około dwukrotnie niższe od k_{uzj} ($K_{utr} = 0,043 \text{ zł/dm}^3 \text{ mleka}$; $K_{uz} = 0,099 \text{ zł/dm}^3 \text{ mleka}$). Tylko w gospodarstwie nr 5a analiza wyników w odniesieniu do grupy kontrolnej wykazała minimalnie wyższy poziom k_{utj} ($k_{utr} = 0,122 \text{ zł/dm}^3 \text{ mleka}$; $k_{uz} = 0,111 \text{ zł/dm}^3 \text{ mleka}$). Wynika to z faktu, iż dojarnia typu „karuzelowa” występująca w tym obiekcie jest kosztownym systemem doju i przeznaczona dla dużych obiektów (powyżej 200 krów). Rozkład wysokości wszystkich kosztów jest chaotyczny i trudno znaleźć istotne czynniki kształtujące ich wartości oraz wskazujące na powtarzalność lub podobieństwo. Nie można jednoznacznie określić zależności wysokości kosztów od typu hali udojowej. Przy AMS koszty utrzymania są ponad dwa razy większe od kosztów użytkowania (warunki szwajcarskie). Analiza AMS w polskich warunkach wykazała tylko niewielką przewagę K_{ut} nad K_{uz} . Uzyskane rezultaty wykazują różnicę w wysokości K_c między tradycyjnymi systemami pozyskiwania mleka (dojarnie) i AMS.

Wnioski

1. Nie stwierdzono znaczącego wpływu typu dojrni na wysokość K_e pozyskiwania mleka. Określono zaś wysokość wpływu czynników stanowiących składowe k_{ej} urządzeń do doju i wstępnej obróbki mleka.
2. Przy dziennej produkcji mleka rzędu 7500-8000 dm³ mleka (od 350 Sd) k_{ej} dojrni typu „karuzelowa” pomimo wysokiej ceny, są niższe w porównaniu z kosztami innych typów dojrni („rybia ość”, „tandem”, „bok w bok”).
3. K_{uj} urządzeń do doju i wstępnej obróbki mleka badanych dojrni mieści się w przedziale od 0,022-0,12 zł/dm³ mleka, co daje średnią 0,044 zł/dm³ mleka. K_{uzj} wynosi 0,048-0,164 zł/dm³ mleka (średnia – 0,1 zł/dm³ mleka). Całkowity k_{ej} dojrni wynosi zatem 0,075 – 0,23 zł/dm³ mleka (średnia – 0,14 zł/dm³ mleka).
4. Średni k_{uj} jedno stanowiskowych automatycznych robotów udojowych wynosi 0,52 zł/dm³ mleka, a k_{uzj} 0,22 zł/dm³ mleka, co w sumie daje $k_{ej} = 0,74$ zł/dm³ mleka.
5. K_{uzj} i k_{uj} jedno stanowiskowych robotów dojrarskich w stosunku do konwencjonalnych dojrni wykazały, że k_{ej} dojrni stanowią ok. 11-32% nakładów związanych z pozyskiwaniem mleka w AMS. Przy obsadzie 47-50 Sd stosowanie AMS pochłania 2-3 - krotnie więcej energii elektrycznej i występuje 4-5 - krotnie większe zużycie wody.
6. Stosowanie robotów dojrarskich na obecnym poziomie wydajności mlecznej krów i wysokich K_e jest ekonomicznie nieuzasadnione do wdrożenia w polskich warunkach, nawet przy obsadzie 28-400 Sd. Przeszkodą dla polskich rolników są średnio 4-krotnie wyższe nakłady inwestycyjne zakupu jedno stanowiskowego AMS w porównaniu z konwencjonalnymi dojrniami.
7. Ocena 18 obiektów w zakresie doboru prawidłowej pojemności schładzarek do mleka, wykazała w czterech dojrniach zbyt małą pojemność zbiornika na mleko (przy wielkości stada 28-140Sd), a w trzech obiektach – pojemność eksploatowanych schładzarek okazała się za duża (obiekty – 55-78Sd).
8. Zużycie energii elektrycznej na schładzanie mleka wynosi ok. 0,01-0,022 kWh/dm³ mleka. W okresie zimowym zużycie prądu jest mniejsze o 10–35%. Dowiedziono, że przy trzykrotnym doju krów w porównaniu z dojem dwukrotnym, zwiększa się zużycie energii elektrycznej [kWh/dm³ mleka] o ok. 45,0%.

Bibliografia

Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych – rozprawa habilitacyjna. Prace naukowo-badawcze IBMER Warszawa.

Szulc R. 2004. Techniki pozyskiwania mleka w oborach wolnostanowiskowych – praca doktorska. IBMER Oddział w Poznaniu.

Muzalewski A. 1999. Koszty eksploatacji maszyn. Nr 13 (99/1), Warszawa.

COST ANALYSIS OF MILK GAIN IN DIFFERENT MILKING SYSTEMS

Summary

The detailed research conducted in conventional Fishbone, Tandem, Parallel, Rotary and one stand milking robots Astronaut, shown components and value of costs bear during milking process in free cowsheds. Reported results concern investment costs, maintain and utilize of installations in stalls for cows. These results were calculated for one Big Unit (BU) as well as for 1 dm³ of milk on each farm.

Key words: mechanical milking, AMS, analysis of costs