

Robert Szulc

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa

Oddział w Poznaniu

## OCENA I WYBÓR NAJKORZYSTNIEJSZYCH ROZWIĄZAŃ W CELU MINIMALIZACJI NAKŁADÓW TECHNOLOGICZNO- TECHNICZNYCH POZYSKIWANIA I WSTĘPNEJ OBRÓBKİ MLEKA

### Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań techniczno-ekonomicznych prowadzonych w osiemnastu obiektach wyposażonych w tradycyjne hale udojowe oraz w dwóch gospodarstwach z jedno stanowiskowymi robotami udojowymi. Szczegółowa analiza procesu pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka pozwoliła na ocenę i wybór najkorzystniejszych technologii. Na tej podstawie zaplanowano dalsze prace związane z minimalizacją kosztów pozyskiwania mleka z zastosowaniem niekonwencjonalnych źródeł energii

**Słowa kluczowe:** chów bydła, dój mechaniczny, analiza kosztów, niekonwencjonalne źródła energii

### Wstęp

Perspektywa wzrostu cen energii, będąca konsekwencją stopniowego wyczerpywania się surowców naturalnych i obserwowany deficyt energetyczny na świecie nakazują zintensyfikowanie badań z zakresu alternatywnych, odnawialnych źródeł energii, jak również badań nad odzyskiwaniem energii cieplnej. W rolnictwie, zwłaszcza w produkcji zwierzęcej, istnieje potencjał energetyczny dotychczas niewykorzystany, a studia i szczegółowa analiza tego zagadnienia w zakresie eksploatacji, funkcjonalności i kryteriów opłacalności nie została dotychczas szczegółowo w tym zakresie opracowana.

Pozyskiwanie energii z odnawialnych źródeł jest ograniczone technicznymi trudnościami, które wynikają głównie z losowej zmienności ilości uzyskiwanej energii i z trudności w magazynowaniu jej nadwyżek. Na skutek tego, trudno uzyskać stabilną podaż energii elektrycznej wytwarzanej z energii słonecznej czy z energii wiatru tak, aby była ona konkurencyjna rynkowo z energią z siłowni cieplnych. Z tego również wynika fakt, iż produkcja energii ze źródeł odnawialnych ze względów czysto komercyjnych jest, jak podaje Podkówa (2004), nieopłacalna. Twierdzi w swych analizach, że dopiero uwzględnienie aspektów ekologicznych i politycznych, ale również gospodarczych, czynią tę produkcję interesującą.

Uzasadnieniem jest propozycja Komisji Europejskiej znanej jako „3x20” mówiącej o obniżeniu do 2020 r. energochłonności i emisji gazów cieplarnianych o 20%, a zwiększenie o 20% efektywności wykorzystania energii. Istnieje opinia, iż Polska nie ma warunków do rozwoju energetyki odnawialnej, lecz Polska Izba Gospodarcza Energetyki Odnawialnej domagać się będzie od rządu szczegółowych analiz w tym zakresie. Jej zdaniem rozwój technologii pozwoli stworzyć setki tysięcy nowych miejsc pracy, rozwoju nowych technologii, znaczącego wzrostu wpływów z podatków lokalnych oraz rozbudowy infrastruktury energetycznej [Ciepiela 2007].

W produkcji rolniczej w Polsce występują rosące potrzeby energetyczne gospodarstw wiejskich, a z drugiej strony duże możliwości uzyskiwania ciepła z odnawialnych źródeł energii, szczególnie w zakresie niskotemperaturowych źródeł energii cieplnej. Tymiński (1997) podaje, że w Polsce do 2030 r. w sprzyjających warunkach można osiągnąć około 5-10% udziału energii odnawialnej w ogólnokrajowym bilansie energetycznym.

Dlatego też podjęte badania 20 gospodarstw prowadzących wolnostanowiskowy chów bydła mlecznego, wykazały z uwzględnieniem wybranych kryteriów ekonomiczno-eksploatacyjnych, najkorzystniejsze rozwiązania technologiczno-techniczne. Dały tym samym wytyczne i podstawę do dalszych studiów w kierunku wyposażenia tych wybranych gospodarstw w elementy niekonwencjonalnych źródeł energii, umożliwiając możliwość analizy ekonomiczno-eksploatacyjnej funkcjonowania oraz ich stopień opłacalności.

Podstawowym celem pracy było ocena i wybór najkorzystniejszego systemu pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka z wybranych 20 gospodarstw przy wykorzystaniu m.in. kryteriów minimalizacji kosztów i nakładów energetycznych.

Następnym celem kontynuowanej pracy jest przebadanie i zweryfikowanie możliwości wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii (m.in. ciepłej) w wyselekcjonowanych – najkorzystniejszych rozwiązaniach w wolnostanowiskowym chowie bydła mlecznego oraz ograniczenie całkowitych kosztów pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka.

### **Przedmiot, zakres i metoda badań**

Hipoteza badawcza zakłada, iż eksploatacja niekonwencjonalnych źródeł energii w rolnictwie może w sposób istotny wpływać na ograniczenie całkowitych kosztów produkcji mleka. Wymiernym i udokumentowanym rezultatem podjętych badań będzie opracowanie, w jakim stopniu i w jakich warunkach gospodarstw rolnych najkorzystniejsze okazuje się wykorzystanie niekonwencjonalnych źródeł energii. Jest to cenny wyznacznik dla wielu rozwijających się gospodarstw z produkcją zwierzęcą, szczególnie produkujących mleko.

Przedmiotem badań są wolnostanowiskowe obory bydła mlecznego i systemy pozyskiwania oraz wstępnej obróbki mleka. Obsada wybranych do badań stad wynosiła standardowo 38-190 Sd oraz dwa gospodarstwa z 201 i 400 Sd. 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 38-190 Sd. W dwóch obiektach z uwagi na bardzo duże stado wyodrębniono grupy kontrolne 113 i 115 Sd. Wyboru najkorzystniejszego rozwiązania badanej technologii pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka dokonano korzystając z metody opisanej następującymi ograniczeniami i założeniami:

I - Jednostkowe koszty eksploatacyjne

$$kej \leq k^0ej \quad (1)$$

II - Jednostkowe nakłady energet. na pozyskanie i wstępną obróbkę mleka

$$emj \leq e^0mj \quad (2)$$

III - Jednostkowe nakłady pracy ludzkiej

$$nrj \leq e^0crj \quad (3)$$

IV - Wskaźnik funkcjonalności

$$Wfj \leq Wf^0 \quad (4)$$

V – Jednostkowe nakłady energetyczne obsługi

$$eoj \leq e^0oj \quad (5)$$

Wybór najkorzystniejszego rozwiązania systemu doju i wstępnej obróbki mleka w przeprowadzonych badaniach, wykonano na podstawie teorii mnogościowych działań na zbiorach. Posłużono się następującymi oznaczeniami:

A - zbiór badanych dojarni spełniających ograniczenie I,

B - zbiór badanych dojarni spełniających ograniczenie II,

C - zbiór badanych dojarni spełniających ograniczenie III,

D - zbiór badanych dojarni spełniających ograniczenie IV,

E - zbiór badanych dojarni spełniających ograniczenie V,

F - zbiór badanych dojarni spełniających ograniczenie I, II, III, IV, V,

G - zbiór badanych dojarni.

Zakładając, że:

$$A \subset G, B \subset G, C \subset G, D \subset G, E \subset G \quad (6)$$

to wyboru najkorzystniejszego rozwiązania dokonać można, gdy zbiory podanych ocenie obiektów A, B, C, D, E posiadają część wspólną. Poszukiwany zbiór wybranych obiektów F stanowi iloczyn zbiorów A, B, C, D i E:

$$A \cap B \cap C \cap D \cap E \neq \phi \quad (7)$$

$$F = A \cap B \cap C \cap D \cap E \quad (8)$$

Ustalono wartości liczbowe dla ograniczeń kryterium będącego funkcją celu dokonania oceny badanych obiektów:

Kryterium A - jednostkowe koszty eksploatacyjne

$$a) kej \leq 1128 \text{ zł/Sd} \quad (9)$$

$$b) kej \leq 0,165 \text{ zł/dm}^3 \text{ mleka} \quad (10)$$

Kryterium B - jednostkowe nakłady pracy ludzkiej

$$a) nrj \leq 3,816 \text{ rbmin/Sd} \quad (11)$$

$$b) nrj \leq 0,182 \text{ rbmin/dm}^3 \text{ mleka} \quad (12)$$

Kryterium C - wskaźnik funkcjonalności

$$a) Wfj \leq 1,5 \quad (13)$$

Kryterium D - jednostkowa energochłonność pracy obsługi

$$a) eoj \leq 0,038 \text{ MJ/dm}^3 \text{ mleka} \quad (14)$$

Kryterium E - jednostkowe nakłady energetyczne

$$a) emj \leq 0,973 \text{ MJ/dm}^3 \text{ mleka} \quad (15)$$

Wyboru najkorzystniejszych systemów doju i wstępnej obróbki mleka dokonano wykorzystując teorię mnogości, czyli działań na zbiorach. Założono, że najkorzystniejszymi rozwiązaniami okażą się te ze zbioru F stanowiące iloczyn zbiorów A, B, C, D i E z głównego zbioru G. Zbiorem F objęto wybrane – najkorzystniejsze systemy pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka. Wyboru dokonano uwzględniając wartości kryteriów w odniesieniu do 1 Sd oraz 1 dm<sup>3</sup> mleka pozyskanego w badanym gospodarstwie.

Do określenia wpływu systemów doju i wstępnej obróbki mleka na energochłonność i koszty oraz ustalenie odpowiednich współzależności, wyliczono współczynniki korelacji  $r$ , średnie arytmetyczne, odchylenia standardowe dla każdej zmiennej posługując się metodami statystycznymi oraz wspomaganie programów komputerowych STATISTICA ver. 5 i Microsoft Excell 95. Stopień istotności badanych zbiorów obliczono na podstawie testu t-Studenta. Funkcje regresji opisujące zależności między poszczególnymi zmiennymi przedstawiono graficznie na rysunkach.

## Wyniki badań

Charakterystykę i opis badanych gospodarstw wraz z systemami doju i wstępnej obróbki mleka przedstawiono w tabelach 1 i 2 (rysunek). Zawarto w nich niezbędne dane dotyczące gospodarstwa, m.in. takie, jak: wielkość stada z liczbą krów dojonych, powierzchnia gospodarstwa, roczna i dzienna wydajność mleczna krów, klasa pozyskiwanego surowca.

Część wyników kart analitycznych zawiera schematy funkcjonalne dojarni, pomieszczeń technicznych i pomocniczych z zaznaczeniem najważniejszych urządzeń oraz parametry funkcjonalne obór i dojarni. Wyniki badań (tab. 3) każdego gospodarstwa zawierają nakłady energii elektrycznej, zużycie wody technologicznej, wartości nakładów energetycznych oraz nakłady pracy ludzkiej. Określając wielkość nakładów energetycznych podczas pozyskiwania mleka uwzględniono przede wszystkim źródła energii, pracę ludzi, materiały i surowce, maszyny i urządzenia oraz budynki. Przy ocenie i wyborze technologii pozyskiwania mleka uwzględniano wskaźniki nakładów robocizny, energii elektrycznej i zużycia wody, kosztów eksploatacji zastosowanych maszyn i urządzeń do pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka. Ostatecznej oceny badanych systemów pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka dokonano na podstawie przedstawionych w metodyce założeń i ustalonych do nich kryteriów. Do podstawowych kryteriów ekonomicznych i energetycznych oceny badanych obiektów zaliczono koszty eksploatacyjne, nakłady pracy i energii oraz wskaźnik funkcjonalności.

Zbiór A – spełniający kryterium A jest następujący:

$$\begin{aligned}Aa &= \{3,4,5,7,7a,9,12,13,14,16,17,18,20\} \\Ab &= \{2,4,5,7,7a,8,9,12,14,13,16,17,18,20\}\end{aligned}$$

Zbiór B – spełniający kryterium B jest następujący:

$$\begin{aligned}Ba &= \{3,4,5,5a,6,7,7a,8,9,10,11,12\} \\Bb &= \{2,4,5,5a,6,7,7a,8,9,10,11,12\}\end{aligned}$$

Zbiór C – spełniający kryterium C jest następujący:

$$C = \{4,5,6,8,10,11,12,16,17,18,20\}$$

Zbiór D – spełniający kryterium D jest następujący:

$$D = \{1,4,5,5a,7,7a,9,10,11,14,16,19\}$$

Zbiór E – spełniający kryterium E jest następujący:

$$E = \{2,4,5,5a,7,7a,9,10,11,17,18\}$$

gdzie: 5a i 7a - gospodarstwa z wielkością stada: 5a - 400 Sd i wybraną grupą kontrolną 113 Sd; 7a - 201 Sd i grupą kontrolną 115 Sd.

Zbiór F obiektów stanowiących najkorzystniejsze rozwiązania i spełniający wszystkie kryteria jest następujący:

$$Fa = Aa \cap Ba \cap C \cap D \cap E = \{4,5\}$$

Zbiór 2 gospodarstw (Fa) dotyczy wyników pomiarów odnoszących się do 1 Sd. Zbiór Fb zawiera obiekty spełniające powyższe kryteria, lecz w odniesieniu do 1dm<sup>3</sup> pozyskanego mleka.

$$Fb = Ab \cap Bb \cap C \cap D \cap E = \{4,5\}$$

Tabela 1. Charakterystyka techniczna badanych gospodarstw i systemów doju  
Table 1. Technical characteristics of surveyed farms and milking systems

Typ dojarni	Pow. gosp. ha	Liczba krów Sd	Wydajność krów dm <sup>3</sup>	Zdemow. aparatu udojow.	Poj. odbieracza dm <sup>3</sup>	Identyfikacja krów	Odzysk ciepła	Dezynfekcja strzyków	Podgrzew. wody – myjnia kW	Pompa mleczna moc kW	Agregat próżniowy			Regulator	Pulsator Sterowanie	Aparat udojowy
											Typ	Wydajność l/min	Moc kW			
„Rybia ość 2x3 (6)”	60	38	5800	Tak	50	Nie	-	Ręczna	13	0,55	VP 76	900	2,2	Servo 900	Elektroniczny indywidualny	FT 360
„Rybia ość 2x3 (6)”	45,36	42	8200	Tak	50	Tak	Tak	Ręczna	0 10,5	0,55	VP76	900	2,2	Servo 900	Elektroniczny indywidualny	FT 360
„Autotandem 2x4 (8)”	85	69	6200	Tak	50	Tak	-	Brak	0,05 1,5	0,55	PRA 41 Aquasilent	1800	5,1	Vacurex	Stimopuls C; Metatron 12	Classic 300
„Rybia ość 2x7 (14)”	630	140	7300	Tak	22	Tak	-	Ręczna	12 1,5	0,55	PRA 41 Aquasilent	1800	5,1	Vacurex	Stimopuls C; Metatron 12	Classic 300
„Karuzela 28 stanowisk”	2300	400 (113 gr kontr)	7150 - 6300	Tak	2 x 50	Tak	Tak	Automat.	13	2 x 0,55	VP 77 – 2szt	2x 1300	2 x 3,0	2 x Servo 1500	Elektroniczny centralny	FT 360
„Bok w bok 2x6 (12)”	120	64	7200	Tak	70	Tak	-	Ręczna	13	0,55	VP 77	1300	3,0	Servo 1500	Elektroniczny centralny	FT 360
„Tandem 2x4+1(9)”	285	201 (115 gr. kontr)	8000 - 6450	Tak	50	Tak	Tak	Ręczna	13 2,4	0,55	VP 76	900	2,2	Servo 900	Elektroniczny centralny	Harmony 350
„Autotandem 2x5+2 (12)” w eksploatacji „2x4 (8)”	425	80	8200	Tak	22	Tak	Tak	Automat. Ręczna	1,6/2,4	1,1	PRA 70	2400	7,1	Vacurex 5000	Stimopuls MA	Classic 300
„Bok w bok 2x10 (20)”	446,5	190	6930	Tak	70	Tak	Tak	Alfa Spray	13 2	0,55	VP 78	2000	5,5	Servo 1500	Elektroniczny centralny	FT 360

Ocena i wybór najkorzystniejszych...

AMS – „Astronaut”	35	50	7300	Tak		Tak	b.d.	Automat.	7*	0,75	b.d.	b.d.	7,0*	b.d.	Elektroniczny - regulowany	Lely „Astronaut”
AMS – „Astronaut”	45	47	6990	Tak		Tak	b.d.	Automat.	7*	0,75	b.d.	b.d.	7,0*	b.d.	Elektroniczny - regulowany	Lely „Astronaut”
„Rybia ość 2x5 (10)”	80	60	8000	Tak	70	Tak	-	Tak	2x1,5	0,55	RPS 1500	1500	4,0	Com-mander 5000	Elektroniczny centralny	Champion - 450
„Rybia ość 2x5 (10)”	105	72	6300	Nie	80	Tak	Tak	Alfa Spray	1,5	0,55	VP 76 – 2 szt	2 x 900	2 x 2,2	VRM-1500	EP 70	Harmony - 450
„Rybia ość 2x4 (8)”	50	48	6500	Nie	50	Nie	-	Ręczna	1,5	0,55	RPS 1500	1500	4,0	Com-mander 5000	Elektroniczny indywidualny	Classic - 300
„Rybia ość 2x3 (3)”	35	28	6000	Nie	22	Nie	-	Ręczna	1,5	0,55	RPS 800	800	2,2	Vacurex 1200	Elektroniczny indywidualny	Classic - 300
„Rybia ość 2x5 (10)”	200	78	6100	Tak	50	Tak	Tak	Alfa Spray	1,5	0,55	VP 76 - 2 szt	900	2,2	VRM-1500	EP 100	Harmony - 350
„Tandem 2x4 (8)”	580	60	6700	Tak	80	Tak	Tak	Alfa Spray	2,4; 1,5	0,55	VP 76 - 2 szt	2 x 900	2 x 2,2	VRM-1500	EP 100 B	Harmony - 350
„Rybia ość 2x7 (14)”	80	60	6300	Tak	80	Nie	-	Ręczna	1,5	0,55	VP 76 - 2 szt	2 x 900	2 x 2,2	VRM-1500	EP 100 B	Harmony - 350
„Rybia ość 2x3 (6)”	40	30	6000	Tak	50	Tak	-	Ręczna	1,5	0,55	SH 90	1180	3,0	Strangko	SH16 Electronic	Soffi 500
„Rybia ość 2x5 (10)”	60	55	6200	Tak	60	Tak	-	Ręczna	1,5	0,55	SACCO 1000	690	2,2	SAC Uni Servo	SAC Electro Puls	Uniflow 2 - 460

\* - całkowita moc zainstalowanych urządzeń elektrycznych w robocie dojazdowym – 7,0 kW

Tabela 2. Karta analityczna wybranego gospodarstwa Nr 5  
Table 2. Analytical chart of selected farm no. 5

Dane badanego obiektu	Schemat i wymiary dojarni (m)	Parametry funkcjonalne obory i dojarni																																																																																																				
<p><b>Gospodarstwo nr 5.</b> <b>Gospodarstwo Rolne</b> <b>Chodowie</b></p> <p>Adres: Chodów woj. Wielkopolskie</p> <p>Powierzchnia gospodarstwa 2300 ha</p> <p>Obsada zwierząt 400 Sd 115 Sd – grupa kontrolna</p> <p>Roczna wydajność mleczna 7260 dm<sup>3</sup>/Sd-rok 100% klasa Extra</p> <p>Dzienna ilość pozyskiwanego mleka 7956 dm<sup>3</sup> 2886 dm<sup>3</sup> - grupa kontrolna</p>		<p>Technologia - wolnostanowiskowy chów bydła mlecznego na głębokiej ściółce Typ dojarni (ilość stanowisk) - dojarnia typu „karuzelowa (28)” Producent DeLaval Ilość dojów/dzień - 2 Rodzaj i typ schładzarki – Schładzarka zbiornikowa 16 000 [dm<sup>3</sup>] Powierzchnia produkcyjna obory [m<sup>2</sup>] [m<sup>2</sup>/Sd] Powierzchnia dojarni 235,5 [m<sup>2</sup>] 0,588-2,084 [m<sup>2</sup>/Sd] Powierzchnia pomieszczeń pomocniczych 0,20 [m<sup>2</sup>] 0,150-0,532 [m<sup>2</sup>/Sd] Powierzchnia poczekalni 200,0 [m<sup>2</sup>] 0,5-1,769 [m<sup>2</sup>/Sd]</p>																																																																																																				
		<p>WYNIKI * - dotyczy grupy kontrolnej 113 Sd Oznaczenie kolorów: czerwony – woda ciepła, zielony – woda zimna, czarny – okres letni</p>																																																																																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nakłady energii elektrycznej</th> <th>kWh/Dz</th> <th>kWh/dm<sup>3</sup> mleka</th> <th>kWh/Sd-Dz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Łączne nakłady energii elektrycznej</td> <td>133,93/50,1*</td> <td>0,016/0,017*</td> <td>0,334 / 0,443*</td> </tr> <tr> <td>w tym na:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>a) dój</td> <td>55,680/14,8*</td> <td>0,0069/0,005*</td> <td>0,139 / 0,130*</td> </tr> <tr> <td>b) mycie instalacji</td> <td>13,19</td> <td>0,0016/0,0045*</td> <td>0,032 / 0,116*</td> </tr> <tr> <td>c) schładzanie mleka</td> <td>65,06/ 22*</td> <td>0,0081/0,0076*</td> <td>0,162 / 0,194*</td> </tr> <tr> <td>Zużycie wody technologicznej</td> <td>m<sup>3</sup>/Dz</td> <td>dm<sup>3</sup>/ dm<sup>3</sup> mleka</td> <td>dm<sup>3</sup>Sd-Dz</td> </tr> <tr> <td>a) podczas doju</td> <td>0,590</td> <td>0,074 / 0,204*</td> <td>1,475 / 5,221*</td> </tr> <tr> <td>b) mycie instalacji</td> <td>0,494 0,670</td> <td>0,062 / 0,171*</td> <td>1,235/4,371*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,090 0,180</td> <td>0,084 / 0,232*</td> <td>1,675/5,929*</td> </tr> <tr> <td>c) mycie schładzalnika</td> <td></td> <td>0,011 / 0,031*</td> <td>0,225 / 0,796*</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0,022 / 0,062*</td> <td>0,450 / 1,592*</td> </tr> <tr> <td>Nakłady pracy</td> <td>rbmin/Dz</td> <td>rbmin/dm<sup>3</sup> mleka</td> <td>rbmin/Sd-Dz</td> </tr> <tr> <td>a) czynności związane z dojem</td> <td>578,0/332,0*</td> <td>0,072 / 0,115*</td> <td>1,445 / 2,938*</td> </tr> <tr> <td>b) wstępna obróbka mleka</td> <td>5,000</td> <td>0,0006</td> <td>0,012</td> </tr> <tr> <td>c) inne nakłady pracy ludzkiej</td> <td>80,000</td> <td>0,010</td> <td>0,200</td> </tr> <tr> <td>d) łączne czynności przy doju</td> <td>663,0/417,0*</td> <td>0,083 / 0,125*</td> <td>1,657 / 3,150*</td> </tr> <tr> <td>Energochłonność skumulowana</td> <td>MJ/h</td> <td>MJ/ dm<sup>3</sup> mleka</td> <td>MJ/Sd</td> </tr> <tr> <td>a) Dój</td> <td>64,800 / 37,600*</td> <td>0,196 / 0,313*</td> <td>3,889 / 7,988*</td> </tr> <tr> <td>b) Wstępna obróbka mleka</td> <td>39,435 / 36,240*</td> <td>0,118 / 0,301*</td> <td>2,366 / 7,697*</td> </tr> <tr> <td>c) Mycie instalacji</td> <td>14,264 / 15,052*</td> <td>0,043 / 0,125*</td> <td>0,856 / 3,197*</td> </tr> <tr> <td>d) Pozostała praca ludzi</td> <td>4,444 / 4,444*</td> <td>0,013 / 0,036*</td> <td>0,267 / 0,944*</td> </tr> <tr> <td>RAZEM</td> <td>123,000 / 93,35*</td> <td>0,370 / 0,780*</td> <td>7,378 / 19,83*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Poziom mechanizacji</td> <td colspan="2">Wskaźnik funkcjonalności</td> </tr> <tr> <td colspan="2">V poziom</td> <td colspan="2">Wf = 1,083</td> </tr> </tbody> </table>	Nakłady energii elektrycznej	kWh/Dz	kWh/dm <sup>3</sup> mleka	kWh/Sd-Dz	Łączne nakłady energii elektrycznej	133,93/50,1*	0,016/0,017*	0,334 / 0,443*	w tym na:				a) dój	55,680/14,8*	0,0069/0,005*	0,139 / 0,130*	b) mycie instalacji	13,19	0,0016/0,0045*	0,032 / 0,116*	c) schładzanie mleka	65,06/ 22*	0,0081/0,0076*	0,162 / 0,194*	Zużycie wody technologicznej	m <sup>3</sup> /Dz	dm <sup>3</sup> / dm <sup>3</sup> mleka	dm <sup>3</sup> Sd-Dz	a) podczas doju	0,590	0,074 / 0,204*	1,475 / 5,221*	b) mycie instalacji	0,494 0,670	0,062 / 0,171*	1,235/4,371*		0,090 0,180	0,084 / 0,232*	1,675/5,929*	c) mycie schładzalnika		0,011 / 0,031*	0,225 / 0,796*			0,022 / 0,062*	0,450 / 1,592*	Nakłady pracy	rbmin/Dz	rbmin/dm <sup>3</sup> mleka	rbmin/Sd-Dz	a) czynności związane z dojem	578,0/332,0*	0,072 / 0,115*	1,445 / 2,938*	b) wstępna obróbka mleka	5,000	0,0006	0,012	c) inne nakłady pracy ludzkiej	80,000	0,010	0,200	d) łączne czynności przy doju	663,0/417,0*	0,083 / 0,125*	1,657 / 3,150*	Energochłonność skumulowana	MJ/h	MJ/ dm <sup>3</sup> mleka	MJ/Sd	a) Dój	64,800 / 37,600*	0,196 / 0,313*	3,889 / 7,988*	b) Wstępna obróbka mleka	39,435 / 36,240*	0,118 / 0,301*	2,366 / 7,697*	c) Mycie instalacji	14,264 / 15,052*	0,043 / 0,125*	0,856 / 3,197*	d) Pozostała praca ludzi	4,444 / 4,444*	0,013 / 0,036*	0,267 / 0,944*	RAZEM	123,000 / 93,35*	0,370 / 0,780*	7,378 / 19,83*	Poziom mechanizacji		Wskaźnik funkcjonalności		V poziom		Wf = 1,083	
Nakłady energii elektrycznej	kWh/Dz	kWh/dm <sup>3</sup> mleka	kWh/Sd-Dz																																																																																																			
Łączne nakłady energii elektrycznej	133,93/50,1*	0,016/0,017*	0,334 / 0,443*																																																																																																			
w tym na:																																																																																																						
a) dój	55,680/14,8*	0,0069/0,005*	0,139 / 0,130*																																																																																																			
b) mycie instalacji	13,19	0,0016/0,0045*	0,032 / 0,116*																																																																																																			
c) schładzanie mleka	65,06/ 22*	0,0081/0,0076*	0,162 / 0,194*																																																																																																			
Zużycie wody technologicznej	m <sup>3</sup> /Dz	dm <sup>3</sup> / dm <sup>3</sup> mleka	dm <sup>3</sup> Sd-Dz																																																																																																			
a) podczas doju	0,590	0,074 / 0,204*	1,475 / 5,221*																																																																																																			
b) mycie instalacji	0,494 0,670	0,062 / 0,171*	1,235/4,371*																																																																																																			
	0,090 0,180	0,084 / 0,232*	1,675/5,929*																																																																																																			
c) mycie schładzalnika		0,011 / 0,031*	0,225 / 0,796*																																																																																																			
		0,022 / 0,062*	0,450 / 1,592*																																																																																																			
Nakłady pracy	rbmin/Dz	rbmin/dm <sup>3</sup> mleka	rbmin/Sd-Dz																																																																																																			
a) czynności związane z dojem	578,0/332,0*	0,072 / 0,115*	1,445 / 2,938*																																																																																																			
b) wstępna obróbka mleka	5,000	0,0006	0,012																																																																																																			
c) inne nakłady pracy ludzkiej	80,000	0,010	0,200																																																																																																			
d) łączne czynności przy doju	663,0/417,0*	0,083 / 0,125*	1,657 / 3,150*																																																																																																			
Energochłonność skumulowana	MJ/h	MJ/ dm <sup>3</sup> mleka	MJ/Sd																																																																																																			
a) Dój	64,800 / 37,600*	0,196 / 0,313*	3,889 / 7,988*																																																																																																			
b) Wstępna obróbka mleka	39,435 / 36,240*	0,118 / 0,301*	2,366 / 7,697*																																																																																																			
c) Mycie instalacji	14,264 / 15,052*	0,043 / 0,125*	0,856 / 3,197*																																																																																																			
d) Pozostała praca ludzi	4,444 / 4,444*	0,013 / 0,036*	0,267 / 0,944*																																																																																																			
RAZEM	123,000 / 93,35*	0,370 / 0,780*	7,378 / 19,83*																																																																																																			
Poziom mechanizacji		Wskaźnik funkcjonalności																																																																																																				
V poziom		Wf = 1,083																																																																																																				

Legenda:  
A – Agregat próżniowy  
B – Schładzarka  
C – Rozdzielnia elektryczna  
D – Myjnia  
E – Jednostka końcowa  
F – Wymiennik ciepła



Ocena i wybór najkorzystniejszych...

Tabela 3. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne i energetyczne badanych obiektów: \* - dotyczy grup kontrolnych, 10, 11 – obliczenia w warunkach polskich; 10, 11 – obliczenia w warunkach szwajcarskich

Table 3. Technical-economic and energetic parameters of surveyed objects applied to control groups, 10, 11 – calculations for Polish conditions, 10, 11 – calculations for Swiss conditions

Rodzaj obory i typ dojarni	Wskaźniki techniczno – ekonomiczne i energetyczne															
	Nakłady pracy ludzi		Nakłady energii elektrycznej		Całkowite zużycie wody		Jednostkowe nakłady energet.		Koszty inwestycyjne		Koszty utrzymania		Koszty użytkowania		Koszty eksploatacyjne	
	rbmin /Sd	rbmin /dm <sup>3</sup> mleka	kWh /Sd	kWh/dm <sup>3</sup> mleka	dm <sup>3</sup> /Sd	dm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> mleka	MJ/Sd	MJ/dm <sup>3</sup> mleka	zł /Sd-rok	zł/dm <sup>3</sup> mleka	zł /Sd-rok	zł/dm <sup>3</sup> mleka	zł /Sd-rok	zł/dm <sup>3</sup> mleka	zł /Sd-rok	zł/dm <sup>3</sup> mleka
Obora bokso- wa, dojarnia typu „rybia ość 2x3 (6)”	7,043	0,443	0,679	0,043	10,304	0,762	22,033	1,387	2368,42	1,293	270,35	0,0466	902,26	0,155	1172,82	0,202
Obora z głębo- ką ściółką, do- jarnia typu „ry- bia ość 2x3 (6)”	5,898	0,261	0,601	0,027	11,107	0,494	19,545	0,870	2952,38	1,2601	345,13	0,042	805,04	0,098	1150,17	0,140
Obora bokso- wa, dojarnia typu „Autotan- dem 2x4 (8)”	4,412	0,260	1,050	0,062	11,800	0,699	24,480	1,444	3333,33	3,0913	323,07	0,052	714,61	0,115	1037,69	0,167
Obora bokso- wa, dojarnia typu „rybia ość 2x7 (14)”	3,449	0,172	0,595	0,029	5,571	0,278	13,520	0,680	4592,65	4,1095	472,55	0,064	497,88	0,068	970,43	0,132
Obora z głębo- ką ściółką, do- jarnia typu „ka- ruzelowa 28”	1,657 3,150*	0,083 0,125*	0,334 0,443*	0,016 0,017*	5,06 17,911*	0,254 0,701*	7,378 19,830*	0,371 0,780*	2725,0 9646,02*	14,417 12,53*	267,77 881,84*	0,0425 0,121*	305,31 803,67*	0,048 0,110*	573,08 1685,5*	0,090 0,232*
Obora bokso- wa i z głęboką ściółką, dojarnia typu „bok w bok 2x6 (12)”	4,953	0,253	0,923	0,047	18,000	0,921	21,430	1,100	4062,50	3,009	388,71	0,053	1112,61	0,154	1501,33	0,208

*Robert Szulc*

Obora z głęboką ściółką, dojarnia typu „tandem 2x4+1 (9)“	2,833 2,836*	0,137 0,117*	0,529 0,673*	0,026 0,027*	7,910 13,826*	0,387 0,560*	10,98 14,960*	0,540 0,606*	1492,54 2608,70*	3,355 3,125*	166,33 257,57*	0,022 0,032*	394,77 507,22*	0,052 0,063*	561,11 764,79*	0,075 0,095*
Obora kombiboksova i z głęboką ściółką, dojarnia typu „autotandem 2x5+2 (12)“; w eksploatacji – „2x4“	6,561	0,290	1,501	0,066	17,137	0,761	35,062	1,558	3650,0	2,967	364,35	0,044	961,21	0,117	1325,56	0,161
Obora z głęboką ściółką i boksova Dojarnia typu „bok w bok 2x10 (20)“	3,157	0,145	0,791	0,036	7,705	0,352	16,744	0,770	2905,26	6,637	287,87	0,041	507,23	0,073	795,11	0,114
Obora boksova ściółkowa AMS – „Astronaut“	0,650	0,0325	1,395	0,069	15,48	0,774	22,829	1,141	12056,0	6,881	3603,58	0,493	1593,31	0,218	5196,89	0,711
Obora boksova ściółkowa AMS – „Astronaut“	0,740	0,038	1,448	0,075	13,70	0,714	24,084	1,257	12968,1	7,266	3844,98	0,550	1635,54	0,233	5480,53	0,784
Obora wolnostanowiskowa bezściółkowa – mate-race gumowe, dojarnia typu „rybia ość 2x5 (10)“	3,0	0,14	0,756	0,039	11,848	0,754	23,234	1,056	2900,0	1,813	307,77	0,038	574,35	0,071	882,12	0,110

Ocena i wybór najkorzystniejszych...

Obora wolno- stanowiskowa - boksowa, ściółkowa dojarnia typu „rybia ość 2x5 (10)”	3,89	0,23	0,663	0,039	8,312	0,485	18,143	1,053	1868,06	1,779	212,15	0,033	636,16	0,100	848,31	0,134
Obora wolno- stanowiskowa ściółkowa - halowa dojarnia typu „rybia ość 2x4 (8)”	5,10	0,29	0,756	0,042	11,081	0,608	66,780	3,727	2239,58	1,378	246,82	0,037	725,18	0,111	972,01	0,149
Obora wolno- stanowiskowa na głębokiej ściółce, dojarnia typu „rybia ość 2x3 (3)”	5,57	0,33	0,828	0,046	14,939	0,674	25,575	1,432	2803,57	1,090	304,44	0,050	886,26	0,147	1190,71	0,198
Obora wolno- stanowiskowa ściółkowa z boksami dojarnia typu „rybia ość 2x5 (10)”	7,49	0,37	0,742	0,037	9,320	0,824	22,620	1,131	1525,64	1,625	182,107	0,029	408,81	0,067	590,92	0,096
Obora wolno- stanowiskowa beźściółkowa, dojarnia typu „tandem 2x4 (8)”	4,97	0,23	0,558	0,025	9,966	0,380	14,170	0,644	1853,33	1,383	217,26	0,032	480,36	0,071	697,62	0,104
Obora wolno- stanowiskowa, ściółkowa, dojarnia typu „rybia ość 2x7 (14)”	6,02	0,29	0,698	0,033	18,282	0,852	18,589	0,899	1700,0	1,349	205,58	0,032	585,32	0,092	790,90	0,125

*Robert Szulc*

---

Obora wolno- stanowiskowa na głębokiej ściółce, dojarnia typu „rybia ość 2x3 (6)”	8,13	0,41	0,750	0,038	13,116	0,702	26,562	1,351	1676,66	0,698	207,04	0,034	986,26	0,164	1193,31	0,198
Obora wolno- stanowiskowa na głębokiej ściółce, dojarnia typu „rybia ość 2x5 (10)”	5,09	0,25	0,565	0,027	14,464	0,787	20,579	1,011	1775,45	1,312	210,75	0,033	692,44	0,111	903,19	0,145
Obora bokso- wa ściółkowa AMS – „Astro- naut”	0,650	0,0325	1,395	0,069	15,48	0,774	22,829	1,141	12056,0	8,257	1347,0	0,184	1283,02	0,175	2630,02	0,360
Obora bokso- wa ściółkowa AMS – „Astro- naut”	0,740	0,038	1,448	0,075	13,70	0,714	24,084	1,257	12968,1	8,719	1449,96	0,207	1334,98	0,190	2784,94	0,398

Stworzono również dodatkowe zbiory elementów reprezentujące obiekty spełniające tylko wybrane kryteria. Zbiory elementów F1a i F1b spełniających kryteria A,B i E jest następujący:

$$F1a = Aa \cap Ba \cap E = \{4, 5, 7, 7a, 9\}$$
$$F1b = Ab \cap Bb \cap E = \{2, 4, 5, 7, 7a, 9\}$$

Zbiór elementów F2 spełniających kryteria C,D i E jest następujący:

$$F2 = C \cap D \cap E = \{4, 5, 10, 11\}$$

Zbiory elementów F3a i F3b spełniających kryteria B,D i E jest następujący:

$$F3a = Ba \cap D \cap E = \{4, 5, 5a, 7, 7a, 9, 10, 11\}$$
$$F3b = Bb \cap D \cap E = \{4, 5, 5a, 7, 7a, 9, 10, 11\}$$

Na podstawie tak przeprowadzonej weryfikacji badanych obiektów otrzymano zbiór gospodarstw spełniających zawarte założenia. Uwzględniając kryterium A wymagające spełnienia najwięcej warunków, otrzymano tylko dwa gospodarstwa {4,5}. W dojrni typu „rybia ość 2x7 (14)” w gospodarstwie nr 4 pozyskuje się mleko od 69 Sd otrzymując dziennie ok. 2800 dm<sup>3</sup> mleka.

Obiekty nr 4 i 5 charakteryzują się bardzo niskim, a zatem najlepszym współczynnikiem funkcjonalności i najwyższym poziomem mechanizacji, przy stosunkowo niskim jednostkowym koszcie eksploatacji. Podobnie w obiekcie nr 5 wyposażonym w dojrnię karuzelową, posiadającym 400 Sd w całym stadzie, pomimo bardzo wysokich kosztów inwestycyjnych i utrzymania, ale dużą produkcją dzienną mleka na poziomie 7500 dm<sup>3</sup> mleka, zainstalowano dwa tradycyjne agregaty próżniowe oraz system odzysku ciepła. Koszty produkcji i wstępnej obróbki mleka są z wyjątkiem obiektu nr 7, najniższe ze wszystkich przebadanych.

Zawężając liczbę kryteriów ocenianych gospodarstw do jednostkowych kosztów eksploatacyjnych, robocizny i nakładów energetycznych, uzyskany zbiór zwiększył się o dwa obiekty, dając w sumie - nr 4, 5, 7, 9. Najliczniejszy zbiór gospodarstw spełniających ustalone założenia (nr 4,5,7,9,10,11) uzyskano uwzględniając tylko jednostkowe nakłady pracy ludzkiej i jej jednostkowe nakłady energetyczne oraz nakłady energetyczne na dój i wstępną obróbkę mleka. Pomijając najistotniejsze kryterium, jakim są jednostkowe koszty eksploatacyjne, uzyskano bardzo małą liczbę gospodarstw, stanowiących wyznacznik i reprezentujących wzorowe i godne naśladowania obiekty. Może to świadczyć o niskim jeszcze poziomie zaawansowania w produkcji mleka, małej świadomości rolników o wdrożeniu korzystnego pozyskiwania mleka oraz zbyt wolno rozwijającej się infrastrukturze produkcji mleka.

Do dalszej pracy i badań wybrano 2 gospodarstwa {4,5} charakteryzujące się spełnieniem wszystkich założonych kryteriów oraz 2 kolejne obiekty spełniające większą część najistotniejszych kryteriów oceny {7,9}.

### **Podsumowanie i wnioski**

Ocena i wybór gospodarstw z najkorzystniejszymi rozwiązaniami techniczno-technologicznymi pozwoliła wyodrębnić 4 obiekty spełniające najkorzystniejsze warunki do dalszych badań nad minimalizacją kosztów pozyskiwania i wstępnej obróbki mleka z wykorzystaniem niekonwencjonalnych źródeł energii. Dalsze badania z wykorzystaniem zastosowania niekonwencjonalnych źródeł energii w wybranych czterech gospodarstwach {4,5,7,9} pozwolią na weryfikację warunków niezbędnych do minimalizacji nakładów przy pozyskiwaniu i wstępnej obróbce mleka.

### **Bibliografia**

- Ciepiela D. 2007. Bez kompromisów się nie obejdzie. *Nowy Przemysł*, 4: 58-60
- Muzalewski A. 1999. Koszty eksploatacji maszyn. Nr 13 (99/1), Warszawa
- 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