

Andrzej M. Marciniak

Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

## OCENA ENERGOCHŁONNOŚCI CHOWU BYDŁA MLECZNEGO W OBORACH WOLNOSTANOWISKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM POZIOMU MECHANIZACJI

### Streszczenie

Badania prowadzono w oborach wolnostanowiskowych nad eksploatacyjną energochłonnością skumulowaną, która nie uwzględnienia energii zawartej w surowcach i materiałach wskazują, że największe nakłady energetyczne w całkowitym zużyciu energii ponoszone były na energię zawartą w maszynach i urządzeniach ( $E_m$ ), a wielkość nakładów pochodzących z nośników energii ( $E_n$ ) i energii zawartej w maszynach i urządzeniach była wysoko skorelowana z poziomem mechanizacji badanych obór.

**Słowa kluczowe:** obory wolnostanowiskowe, energochłonność skumulowana eksploatacyjna, poziom mechanizacji

### Wstęp

Integracja rynkowa (od 2004 r.) Polski z Unią Europejskiej (UE) i realizacja Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) przyczynia się do postępu w rodzimym rolnictwie. Nie oznacza to jednak, że we wszystkich gospodarstwach sposób prowadzenia chowu zwierząt, poziom mechanizacji i stopień świadomości rolniczej jest wystarczający, aby móc w pełni konkurować z podobnymi gospodarstwami krajów „starej piętnastki”, do których zalicza się m.in. Francja i Niemcy.

Warunkiem zwiększenia wydajności produkcji zwierzęcej jest przede wszystkim ograniczenie nakładów energetycznych związanych z obsługą większych stad zwierząt. Jest to możliwe przez wprowadzanie zmian organizacyjnych, technicznych i technologiczno-funkcjonalnych w obiektach. Z jednej strony zmiany te dotyczą modernizacji budynków inwentarskich, doskonalenia technologii chowu z jednoczesnym zastosowaniem coraz wydajniejszych maszyn i urządzeń, a z drugiej zaś z uproszczeniem zabiegów związanych z zadawaniem pasz, pojeniem, usuwaniem odchodów, dojem, pielęgnacją zwierząt itp. [Reisch, Zeddies, 1995].

Według Belloin [1988] oraz Szeptyckiego i Wójcickiego [2003] koszty oraz struktura nakładów materiałowo-energetycznych zależą głównie od intensywności produkcji zwierzęcej, stosowanych technologii i poziomu mechanizacji.

Spośród wszystkich kierunków produkcji rolnej największą energochłonnością charakteryzuje się produkcja mleka [Romaniuk 1996].

W chowie bydła mlecznego coraz większą popularność zdobywa wolnostanowiskowy system chowu.

Celem pracy była ocena energochłonności chowu bydła mlecznego w wybranych oborach wolnostanowiskowych, różniących się obsadą zwierząt i zastosowanymi rozwiązaniami techniczno-funkcjonalnymi z uwzględnieniem poziomu mechanizacji.

### Metodyka badań

Energochłonność skumulowana eksploatacyjna ( $E_e$ ) stanowi sumę całkowitych nakładów energetycznych zużytych na 1 sztukę – SD bydła rocznie w oborze. Całkowite roczne zużycie energii skumulowanej eksploatacyjnej w całej oborze wyznaczono z następującego wzoru:

$$E_e = E_n + E_z + E_m + E_b, \text{ MJ}$$

gdzie:

$E_n$  - energia pochodząca z nośników energii (paliwa i energia elektryczna),

$E_z$  - energia stanowiąca ekwiwalent pracy żywej,

$E_m$  - energia zawarta w maszynach i urządzeniach,

$E_b$  - energia zawarta w budynkach.

Jest to część nakładów skumulowanych całkowitych o symbolu  $E_c$  ( $E_c = E_n + E_z + E_m + E_b + E_s$ ), pomniejszona o nakłady na surowce i materiały ( $E_s$ ), w których najważniejszy udział stanowią pasze. Z badań prowadzonych w IBMER [Fiedorowicz 1998] wynika, że można pominąć w analizach techniczno-ekonomicznych strumień nakładów energetycznych o symbolu  $E_s$ , co w znaczący sposób zmniejsza pracochłonność badań, bez obniżenia wiarygodności wyników.

W obliczeniach energochłonności eksploatacyjnej oparto się na wartościach wskaźników zaproponowanych przez Wójcickiego [1981, 2000], z uwzględnieniem korekt wprowadzonych przez Lewandowskiego i Fiedorowicza [2006]. Do określenia energii zawartej w budynkach posłużono się ustawą o podatku dochodowym od osób prawnych z 15 lutego 1992 r. (Dz. U. z 13 lipca 2000 r. Nr 54, poz. 654). Energię zawartą w maszynach określono na podstawie wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych opracowanych przez Muzalewskiego [2002], oraz wymienionej ustawy.

Poziom mechanizacji badanych obór wolnostanowiskowych określono według zmodyfikowanej metodyki Romaniuka [1996], na podstawie dziennych, łącznych nakładów pracy ludzkiej przypadającej na obsługę jednej krowy, opracowanych na podstawie chronometrażu dnia roboczego.

## Ocena energochłonności chowu...

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę badanych obiektów, a w tabeli 2 wskaźniki energochłonności skumulowanej eksploatacyjnej.

*Tabela 1. Charakterystyka badanych obiektów*  
*Table 1. The characteristics of surveyed objects*

Wyszczególnienie	Obiekty						
	1	2	3	4	5	6	7
Powierzchnia gospodarstwa (ha)	40	95	580	200	80	940	110
Obsada (szt)	45	70	60	80	80	232	70
Średnia roczna wydajność krów ( $\text{dm}^3 \cdot \text{SD}^{-1}$ )	6000	6800	6700	6100	6300	6700	6500
Powierzchnia zabudowy ( $\text{m}^2$ )	550,4	710,8	1007,6	979,7	1336,8	1570,8	1128,4
Powierzchnia użytkowa obory ( $\text{m}^3$ )	505,5	679,9	910,6	1033,3	1240,3	1545,5	1049,2
Kubatura obory na 1 SD ( $\text{m}^3$ )	51,8	39,5	53,1	72,9	90,1	30,3	72,0
System chowu	na głębokiej ściółce	na głębokiej ściółce	beźściółkowy, boksowa	ściółkowy, boksowy	ściółkowy, z podłożem samospława-wiatnym	na głębokiej ściółce, ze stołem paszowym na zewnątrz	ściółkowy, boksowy
Poziom mechanizacji	I - niski	III - wysoki	III - wysoki	II - średni	II - średni	IV – b. wysoki	III - wysoki

*Tabela 2. Wskaźniki energochłonności skumulowanej eksploatacyjnej*  
*Table 2. Indices of cumulated operational energy consumption*

Wskaźniki	Wartość	Jednostka
Maszyny i urządzenia	110,0	$\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Części wymienne do maszyn i urządzeń	90,0	$\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
Budynki i budowle (obory)	250,0	$\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$
Praca ludzi	100,0	$\text{MJ} \cdot \text{rbh}^{-1}$
Paliwa i nośniki energii:		
- energia elektryczna	13,60	$\text{MJ} \cdot \text{kWh}^{-1}$
- olej napędowy	53,20	$\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
- benzyna	55,40	$\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

Źródło: Wójcicki 1981, 2000; Lewandowski, Fiedorowicz 2006

## Wyniki badań

Wyniki obliczeń poniesionych nakładów energii skumulowanej eksploatacyjnej ( $E_e$ ) w poszczególnych gospodarstwach przedstawiono w tabeli 3. W obliczeniach uwzględniono wartość energii pochodzącej z nośników energii ( $E_n$ ), energii stanowiącej ekwiwalent pracy żywej ( $E_z$ ), energii zawartej w maszynach i urządzeniach ( $E_m$ ) oraz w budynkach ( $E_b$ ).

Tabela 3. Dzielne nakłady energetyczne w badanych obiektach

Table 3. Daily energy inputs in surveyed objects

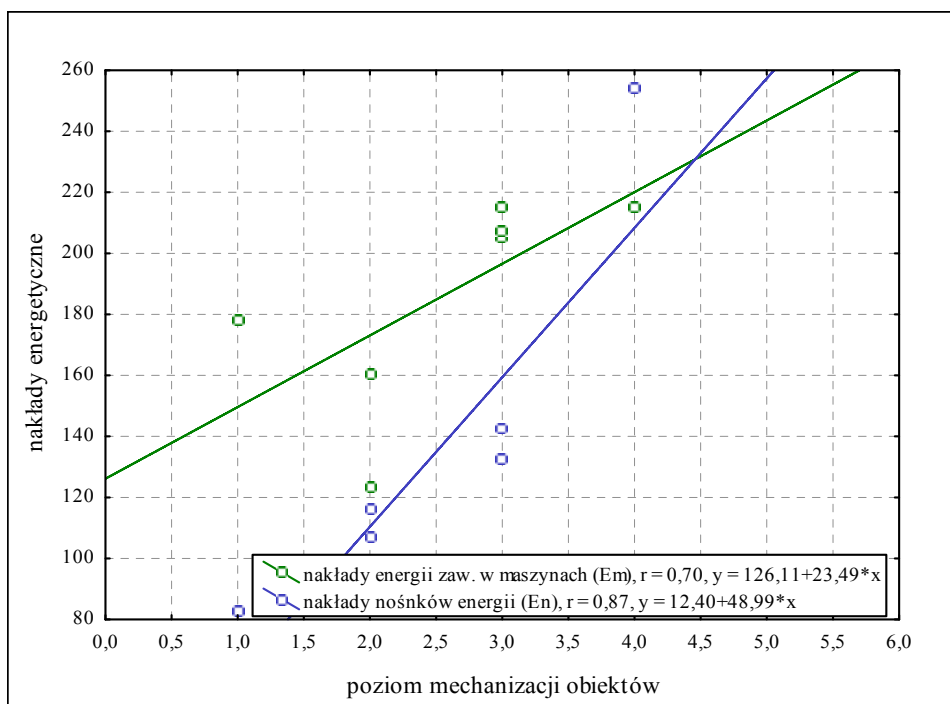
Nr obiektu	Zużycie energii ( $\text{MJ} \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{dz.}^{-1}$ )				$E_e$
	$E_n$	$E_z$	$E_m$	$E_b$	
1	44,27	23,00	110,74	0,19	178,20
2	49,01	15,00	150,82	0,16	214,99
3	53,04	15,22	136,81	0,25	205,32
4	34,84	20,62	104,83	0,20	160,49
5	32,12	16,81	73,69	0,26	122,88
6	26,28	9,07	179,62	0,11	215,15
7	45,75	16,76	144,60	0,26	207,37

Zaobserwowano dodatnią korelację ( $r = 0,70$ ) między nakładami energii zawartej w maszynach i urządzeniach a poziomem mechanizacji danych obór (rys. 1).

Porównując udział poszczególnych strumieni energetycznych w całkowitym zużyciu energii w badanych gospodarstwach stwierdzono, że największe nakłady dotyczyły energii zawartej w maszynach i urządzeniach ( $E_m$ ) (rys. 1). Nakłady te kształtowały się na poziomie od  $73,69 \text{ MJ} \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{dz.}^{-1}$  (obiekt nr 5) do  $179,62 \text{ MJ} \cdot \text{SD}^{-1} \cdot \text{dz.}^{-1}$  (obiekt nr 6), co stanowiło 59,97-83,51% energii skumulowanej eksploatacyjnej ( $E_e$ ).

Znaczny udział w całkowitych nakładach energetycznych w badanych obiektach stanowiła energia pochodząca z nośników energii ( $E_n$ ). Procentowy udział nakładów  $E_n$  w większości gospodarstw kształtował się na podobnym poziomie, tj. od 21,71% (obiekt nr 4) do 26,14% (obiekt nr 5). Wyjątek stanowiła obora nr 6, w której procentowy udział był około dwukrotnie mniejszy i wynosił 12,22%. Dzielne nakłady bezpośrednich nośników energii przypadające na 1 SD były bardziej zróżnicowane i wahały się od  $26,28 \text{ MJ} \cdot \text{SD}^{-1}$  (obiekt nr 6) do  $53,04 \text{ MJ} \cdot \text{SD}^{-1}$  (obiekt nr 3).

Analiza danych wykazała, że wielkość nakładów  $E_n$ , wyrażonej w  $\text{MJ} \cdot \text{h}^{-1}$ , była wysoko skorelowana ( $r = 0,87$ ) z poziomem mechanizacji badanych obór (rys. 1). Podobną zależność zauważył Romaniuk [1996] badając energochłonność w oborach o małej i średniej wielkości.



Rys. 1. Współzależność ( $p < 0,05$ ) między nakładami nośników energii ( $E_n$ ,  $\text{MJ}\cdot\text{h}^{-1}$ ) i energii zawartej w maszynach i urządzeniach ( $E_m$ ,  $\text{MJ}\cdot\text{SD}^{-1}\cdot\text{dz.}^{-1}$ ) a poziomem mechanizacji badanych obór

Fig. 1. Relationship ( $p < 0.05$ ) among the inputs of energy carriers ( $E_n$ ,  $\text{MJ}/\text{h}$ ), energy contained in machines and technical equipment ( $E_m$ ,  $\text{MJ}/\text{LU day}$ ) and mechanization level of surveyed cattle barns

Kolejnym strumieniem energetycznym jest energia stanowiąca ekwiwalent pracy żywej ( $E_z$ ). W badanych obiektach nakłady  $E_z$  charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem, zależnie od wielkości obsady.

Najniższe dzienne zużycie energii pracy żywej w przeliczeniu na SD stwierdzono w obiekcie nr 6 o największej liczbie stada, średnio  $9,07 \text{ MJ}$ . Natomiast największe nakłady odnotowano w gospodarstwie o najmniejszej obsadzie (nr 1), które wynosiły  $23 \text{ MJ}\cdot\text{SD}^{-1}\cdot\text{dz.}^{-1}$ . Procentowy udział  $E_z$  w całkowitych nakładach energetycznych kształtował się na poziomie 4,22-13,68% (tab. 4).

Spośród wszystkich źródeł energetycznych analizowanych w badanych oborach, najmniejszym udziałem w całkowitym zużyciu odznaczały się nakłady energii poniesionej na budynki ( $E_b$ ) (0,05-0,21%). Dzielne nakłady  $E_b$  w przeliczeniu na SD nie przekroczyły  $0,3 \text{ MJ}$ . Romaniuk (1996) podaje, że energia zawarta w budynku wzrasta w miarę poprawy jego funkcjonalności. Jednak w badaniach własnych nie zaobserwowano tej zależności.

Tabela 4. Procentowy udział poszczególnych źródeł energii w całkowitych nakładach energetycznych w badanych gospodarstwach

Table 4. Percentage share of particular energy sources in total energy inputs on surveyed farms

Nr obiektu	Procentowy udział zużycie energii (%)			
	$E_n$	$E_z$	$E_m$	$E_b$
1	24,84	12,91	62,14	0,11
2	22,80	6,98	70,15	0,07
3	25,83	7,41	66,63	0,12
4	21,71	12,85	65,32	0,12
5	26,14	13,68	59,97	0,21
6	12,22	4,22	83,51	0,05
7	22,06	8,08	68,73	0,13

Wszystkie strumienie energetyczne składają się na wysokość nakładów skumulowanych eksploatacyjnych ( $E_e$ ). Nakłady te w poszczególnych oborach charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem, chociaż nie stwierdzono między nimi istotnych ( $p < 0,05$ ) różnic. Uzyskane w badaniach jednostkowe nakłady  $E_e$  wynosiły od 123,11 MJ·SD<sup>-1</sup>·dz.<sup>-1</sup> w obiekcie nr 5 do 215,13 i 215,19 MJ·SD<sup>-1</sup>·dz.<sup>-1</sup> obiektach nr 2 i 6 (tab. 3).

## Wnioski

Porównując udział poszczególnych strumieni energetycznych w całkowitym zużyciu energii w badanych gospodarstwach stwierdzono, że największe nakłady dotyczyły energii zawartej w maszynach i urządzeniach ( $E_m$ ). Stanowiły one 59,91-83,51% energii skumulowanej eksploatacyjnej ( $E_e$ ). Wielkość nakładów pochodzących z nośników energii ( $E_n$ ) i energii zawartej w maszynach i urządzeniach była wysoko skorelowana ( $r = 0,87$ ,  $r = 0,70$ ) z poziomem mechanizacji badanych obór.

Uzyskane wyniki pozwalają zauważyć, że wyższy poziom umaszynowania gospodarstwa zajmującego się utrzymaniem bydła mlecznego w oborach wolnostanowiskowych, zmniejsza nakłady pracy żywej, a jednocześnie podnosi nakłady energii, która jest niezbędna do sprawnego funkcjonowania posiadanego parku maszynowego.

## Bibliografia

- Belloin J. 1988. Milk and dairy products: production and processing costs, Fao Animal Production And Health Paper 62
- Fiedorowicz G. 1998. Efektywność chowu krów w oborach o różnych wielkościach i rozwiązaniach technologicznych. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo-Badawcze IBMER, Warszawa

Lewandowski J., Fiedorowicz G. 2006. Nakłady energetyczne w budynkach i budowlach. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3(53): 83-90

Muzalewski A. 2002. Koszty eksploatacji maszyn. Wskaźniki eksploatacyjno – ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach rolniczych. Nr 17. Wydawnictwo IBMER, Warszawa

Reisch E., Zeddies J. 1995. Wprowadzenie do ekonomiki i organizacji gospodarstw rolnych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu

Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno–technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych. Rozprawa habilitacyjna. *Prace Naukowo-Badawcze IBMER*, Warszawa

Szeptycki A., Wójcicki Z. 2003. Prognoza wykorzystania energii elektrycznej w rolnictwie i na pozostałych obszarach wiejskich. [http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona\\_konferencja\\_2003/EPS2003\\_21pl.pdf](http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona_konferencja_2003/EPS2003_21pl.pdf)

Wójcicki Z. 1981: Energochłonność produkcji rolnej. *Roczniki Nauk Rolniczych*, T.C–75–1. Warszawa

Wójcicki Z. 2000: Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydawnictwo, IBMER Warszawa, 139