

Krzysztof Wiśniewski<sup>1)</sup>, Grzegorz Fiedorowicz<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

<sup>2)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach  
Oddział w Warszawie

## FUNKCJONALNOŚĆ WOLNOSTANOWISKOWYCH OBÓR ŚCIÓŁKOWYCH DLA KRÓW MLECZNYCH W ZABIEGU USUWANIA I MAGAZYNOWANIA NAWOZÓW NATURALNYCH

### Streszczenie

W pracy oceniono rozwiązania związane z zabiegiem usuwania i magazynowania nawozu naturalnego w dziesięciu oborach wolnostanowiskowych ściółkowych o liczbie stanowisk od 44 do 124. W badanych obiektach poziom mechanizacji  $P_m$  w zabiegu usuwania i magazynowania obornika określono na podstawie jednostkowych nakładów pracy ludzkiej ( $\text{rbmin} \cdot \text{dzień}^{-1} \cdot \text{SD}$ ) oraz nakładów energetycznych ( $\text{MJ} \cdot \text{dzień}^{-1}$ ) w tym zabiegu. Ocenę funkcjonalności poszczególnych obór pod kątem zabiegu usuwania i magazynowania obornika przeprowadzono na podstawie punktowego wskaźnika funkcjonalności  $W_f$ . Przebadane obory charakteryzują się wysokim wskaźnikiem funkcjonalności pod względem zabiegu usuwania i magazynowania obornika i otrzymały ocenę bardzo dobrą (średnia wartość współczynnika funkcjonalności dla wszystkich obór wyniosła  $W_f = 0,822$ ). Określono zależności badanych zmiennych według współczynnika korelacji.

**Słowa kluczowe:** obora ściółkowa, funkcjonalność obory, zabieg usuwania nawozu, korelacje

### Wstęp

Zabieg usuwania i magazynowania odchodów z obór wolnostanowiskowych ściółkowych należy do jednych z najważniejszych czynności wpływających bezpośrednio na warunki bytowe zwierząt, mikroklimat obory oraz wartość nawozową obornika. Potwierdzeniem są badania przeprowadzone przez Romaniuka [1996] w małych i średnich oborach, w których zabieg usuwania odchodów w hierarchii ponoszonych nakładów energetycznych zajmuje trzecie miejsce (średnio 12,80%) po zabiegu żywienia (64,75%) i dojenia (20,4%), a pozostałe zabiegi (2,05%). Nakłady czasowe na roboczną wyniosły w za-

biegach: żywienia – 33,9%, doju i schładzania mleka – 42,8%, usuwania odchodów – 18,5% i pozostałe zabiegi – 4,8%. Według badań Fiedorowicza [2008], w dużych fermach i oborach struktura nakładów robocizny na oceniany zabieg wynosi odpowiednio: żywienie – 24%, dój i schładzanie mleka – 55%, usuwanie odchodów – 9% i pozostałe zabiegi – 12%. Różnica w nakładach, wyliczonych przez obu autorów, wynika z różnych koncentracji stad krów oraz związanych z poziomem mechanizacji prac ocenianego zabiegu. Bardziej porównywalne dane dla badanych 10 obór (liczba stanowisk od 44 do 124) będą dotyczyły pierwszego cytowanego autora.

Sposób magazynowania odchodów jest ściśle związany z systemem ich usuwania oraz z systemem utrzymania zwierząt (głęboka lub płytka ściółka) [Głazczka i in. 2004]. Wybór odpowiedniego rozwiązania w zabiegu usuwania i magazynowania odchodów wiąże się z nakładami energetycznymi, jakie są ponoszone na ten zabieg, ale również może wpływać na funkcjonalność obór [Fiedorowicz, Lewandowski 1997]. Wskaźniki funkcjonalności u obu cytowanych autorów [Fiedorowicz 2008; Romaniuk 1996] były mierzone różnymi kryteriami, dlatego uznano za celowe określić  $W_f$  według własnej oryginalnej metodyki [Wiśniewski 2007], opisaney w metodyce badań.

Głównym celem przeprowadzonych badań było dokonanie oceny przyjętych rozwiązań związanych z usuwaniem i magazynowaniem nawozu naturalnego z obór wolnostanowiskowych, a szczególnie analiza nakładów energetycznych, ponoszonych w poszczególnych rozwiązaniach tego zabiegu oraz ich wpływ na związaną z tym zabiegiem funkcjonalność obór.

## **Materiał i metody badań**

Zakres pracy obejmował badania zabiegu usuwania i magazynowania odchodów z dziesięciu obór wolnostanowiskowych ściółkowych w gospodarstwach zajmujących się produkcją mleka. Objęte badaniami obiekty obór wolnostanowiskowych były zlokalizowane na obszarze województw: mazowieckiego, lubelskiego i podlaskiego. Koncentracja zwierząt w badanych oborach wynosiła od 44 do 124 szt. SD.

Materiałem wyjściowym do badań były dokumenty i publikacje innych autorów, dotyczące magazynowania nawozów naturalnych (dyrektywy, ustawy, rozporządzenia, literatura) oraz materiały zebrane podczas badań własnych przeprowadzonych w ww. oborach wolnostanowiskowych ściółkowych dla krów mlecznych. Przyjęte do badań obory były wcześniej nagrodzone bądź wyróżnione nagrodami w ogólnopolskim konkursie „Złota Wiecha”. Jedna z badanych obór, wzniesiona w systemie Fermstal (jednonawowa), była w 2003 r. zmodernizowana; w ramach przeprowadzonej modernizacji zmieniał się system utrzymania zwierząt z bezściółkowego na ściółkowy oraz sposób usuwania i magazynowania nawozów naturalnych.

Zebrany materiał badawczy obejmował dane dotyczące: nakładów pracy związanych z zabiegiem usuwania i magazynowania obornika, nakładów energetycznych, związanych z zabiegiem usuwania i magazynowania odchodów, wpływ magazynowania nawozów naturalnych na środowisko (ochrona środowiska). Na podstawie zebranego materiału dokonano określenia wskaźnika funkcjonalności obór związanego z tym zabiegiem, a także poziomu mechanizacji tego zabiegu.

Niezbędne obliczenia statystyczne potrzebne do określenia wpływu rozwiązań funkcjonalno-technologicznych na energochłonność zabiegu usuwania i magazynowania obornika oraz zależności zachodzące między nimi wykonano na podstawie metody najmniejszych kwadratów i współczynników regresji prostej, potęgowej i wykładniczej. W opracowaniu określono współczynniki korelacji ( $r$ ), stopień istotności ( $p$ ), poziom prawdopodobieństwa za pomocą testu  $t$ -Studenta, standardowy błąd estymacji, określający stopień odchylenia od wyliczonej regresji z zastosowaniem programu komputerowego Statgraphics plus. Version 4.0.

**Wskaźnik funkcjonalności  $W_f$**  określono na podstawie metody własnej [Wiśniewski 2007] i literatury [Fiedorowicz 1998; Romaniuk 1996] uwzględniając w trakcie jego wyznaczania następujące cechy:

$$W_f = \frac{(B_{LZ} + O_s + U_o + D_z)}{4}$$

gdzie:

$B_{LZ}$  – bezpieczeństwo zwierząt i warunki pracy ludzi,

$O_s$  – ochrona środowiska,

$U_o$  – uciążliwość obsługi związana z wielkością stada i poziomem mechanizacji,

$D_z$  – dobrostan zwierząt.

Poszczególne cechy oceniono w skali 0–10 pkt, według kryteriów przedstawionych w tabeli 1.

Ocenę funkcjonalności badanych obór ściółkowych krów mlecznych dokonano na podstawie kryteriów zawartych w tabeli 1 i analizy trzech niezależnych obserwatorów w celu uniknięcia błędów związanych z subiektywnym sposobem przyznawania punktów dla przyjętych do oceny cech wpływających na wskaźnik funkcjonalności  $W_f$ .

## **Wyniki badań**

Wśród badanych obiektów najczęściej stosowanym systemem usuwania obornika były zgarniaki hydrauliczne w połączeniu z prasą końcową (5 obiektów), na drugim miejscu znalazł się system usuwania obornika za pomocą spychacza

Tabela 1. Kryteria oceny funkcjonalności badanych obiektów  
Table 1. Functional evaluation criteria for objects under study

Ocena opisowa Descriptive evaluation	Liczba punktów Score number	Wskaźnik funkcjonalności Functionality index
Doskonała Excellent	10	1,0
Bardzo dobra – bez zastrzeżeń Very good – without reservations	9	0,9
Bardzo dobra – małe zastrzeżenia Very good – little reservations	8	0,8
Zupełnie dobra – dużo zalet Quite good – many good points	7	0,7
Dobra – więcej zalet niż wad Good – more good points than faults	6	0,6
Dość dobra – liczba zalet równa się liczbie wad Pretty good – number of good points equal to faults' number	5	0,5
Zadawalająca – duże wady i nieliczne zalety Satisfactory – many faults, some good points	4	0,4
Zadawalająca – dyskwalifikujące wady i nieliczne zalety Satisfactory – disqualifying faults, some good points	3	0,3
Nieodpowiednia Inadequate	2	0,2
Zupełnie nieodpowiednia Completely inadequate	1	0,1

Źródło: Romaniuk [1995]; Fiedorowicz [1998]. Source: Romaniuk [1995]; Fiedorowicz [1998].

czołowego (4 obiekty), a także jeden obiekt z utrzymaniem zwierząt na głębokiej ściółce usuwanej, co pół roku.

W systemach usuwania i magazynowania nawozów naturalnych w przebadanych obiektach dominuje wysoki stopień mechanizacji tego zabiegu (zgarniaki hydrauliczne), jak również stosowanie maszyn uniwersalnych (spychacze czołowe), które oprócz zabiegu usuwania i formowania przyzmy obornika są wykorzystywane także do innych prac w gospodarstwie.

### **Funkcjonalność linii usuwania i magazynowania obornika w badanych oborach**

Ocenę funkcjonalności poszczególnych obór przeprowadzono na podstawie wskaźnika funkcjonalności  $W_f$ , który został określony według kryteriów podanych w metodyce. Oceny poszczególnych cech oraz wskaźnik funkcjonalności umieszczono w tabeli. 2.

Przebadane obory charakteryzują się wysokim wskaźnikiem funkcjonalności pod względem zabiegu usuwania i magazynowania obornika i otrzymały ocenę bardzo dobrą (średnia wartość współczynnika funkcjonalności dla wszystkich obór wyniosła  $W_f = 0,822$ ). Z dziesięciu przebadanych obór osiem otrzymało ocenę bardzo dobrą bez zastrzeżeń (są to obory: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 i 10), dla których wskaźnik funkcjonalności  $W_f > 0,80$ , natomiast dwie (3 i 8) otrzymały ocenę bardzo dobrą z małymi zastrzeżeniami, a wskaźnik funkcjonalności zawierał się w przedziale  $0,70 < W_f < 0,80$ .

Tabela 2. Ocena punktowa i wskaźniki funkcjonalności  $W_f$  badanych obór w zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych

Table 2. Score evaluation and functional indices  $W_f$  of surveyed cattle barns in respect of manure disposal operation

Lp. No.	Obora Cattle barn	Liczba stanowisk Number of stands	Ocena punktowa poszczególnych cech (0–10 pkt) Score evaluation of particular features (0–10 scores)					$W_f$	Ocena opisowa Descriptive evaluation
			$B_{LZ}$	$O_s$	$U_o$	$D_z$	średnia average		
1.	Tranzbór	50	9	8,5	8	9	8,625	0,86	bardzo dobra bez zastrzeżeń very good without reservations
2.	Tranzbór	45	8	8	8	8	8,0	0,80	
3.	Bobino-Grzybki	50	7	7	8	8	7,5	0,75	
4.	Bożenica	60	9	9	8	8	8,5	0,85	
5.	Załuski-Lipniewo	70	8	8	8	8	8,0	0,80	
6.	Kąty Wielgi	44	9	7	8	8	8,0	0,80	
7.	Żeszczynka	96	9	8	8	9	8,5	0,85	
8.	Niewęgłosz	80	7,5	7	7,5	8	7,5	0,75	
9.	Obory	124	9	8	7,5	9	8,375	0,84	
10.	Dąbrowa-Łazy	120	9	8	8	9	8,5	0,85	

Objaśnienia:  $B_{LZ}$  – bezpieczeństwo zwierząt i warunki pracy ludzi,  $O_s$  – ochrona środowiska,  $U_o$  – uciążliwość obsługi związana z wielkością stada i poziomem mechanizacji,  $D_z$  – dobrostan zwierząt.

Explanations:  $B_{LZ}$  – animal safety and human labour conditions,  $O_s$  – environment protection,  $U_o$  – arduousness of service connected with herd size and mechanization level,  $D_z$  – animal welfare.

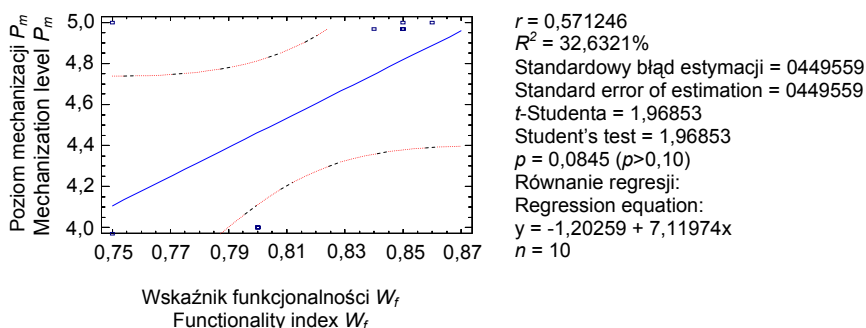
Źródło: Wiśniewski [2007]. Source: Wiśniewski [2007].

W przypadku obór o najwyższym wskaźniku funkcjonalności najlepiej zostało ocenione bezpieczeństwo i warunki pracy – w zakresie od 8–9 pkt (max. 10) oraz ochrona środowiska (zanieczyszczenia wokół gnojowni, stan techniczny zbiorników itp.) od 7 do 8,5, dobrostan zwierząt, któremu przyznano 8–9 pkt. Ze wszystkich cech najniżej została oceniona uciążliwość pracy 7,5–8 pkt.

### Zależności badanych zmiennych

Stwierdzono, że istnieje widoczna zależność między wskaźnikiem funkcjonalności a poziomem mechanizacji, czego dowodem jest, że ocenione obory, znajdujące się na IV i V poziomie mechanizacji (bardzo wysokim) osiągnęły najwyższe oceny. Przedstawiono tę zależność na rysunku 1.

Na podstawie otrzymanych wyników zależności (rys. 1) między wskaźnikiem funkcjonalności a poziomem mechanizacji określono, że istnieje pomiędzy nimi stosunkowo silna dodatnia korelacja o współczynniku korelacji  $r = 0,571246$ ,  $p = 0,0845$  ( $p < 0.10$ ), gdy poziom determinacji wynosi  $R^2 = 32,6321\%$ , standardowy błąd estymacji = 0,449559, a wartość testu  $t$ -Studenta = 1,96853.



Źródło: wyniki własne. Source: own study.

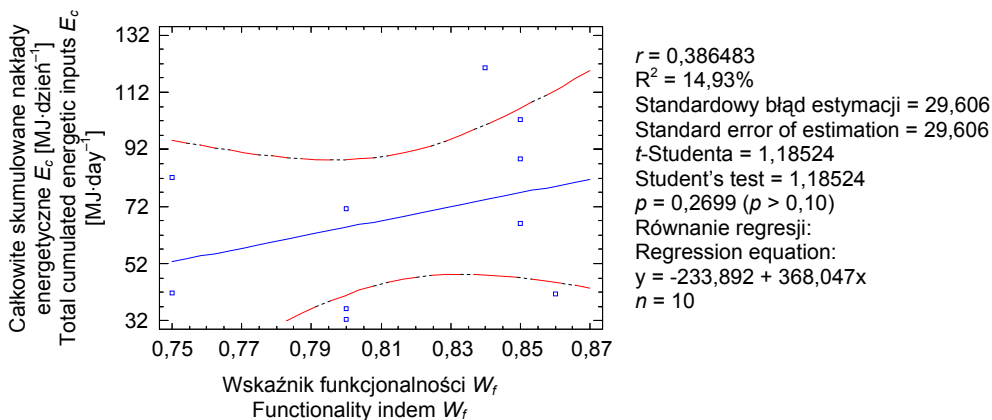
Rys. 1. Wykres regresji określającej zależność poziomu mechanizacji  $P_m$  do wskaźnika funkcjonalności  $W_f$  wg funkcji liniowej  $Y = a + bX$

Fig. 1. Diagram of regression qualifying relation of mechanization level  $P_m$  to functionality index  $W_f$  according to linear function  $Y = a + bX$

Zależność ta wskazuje, że w miarę wzrostu poziomu mechanizacji zabiegu usuwania odchodów wzrasta wskaźnik funkcjonalności zabiegu usuwania i magazynowania obornika. Do takich samych wniosków doszedł również Romaniuk [1996], który wprowadził badania funkcjonalności obór pod kątem wszystkich zabiegów stwierdzając, że zależność ta przemawia na korzyść mechanizacji produkcji mleka w gospodarstwach specjalistycznych. W przypadku zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych istotny wpływ na wartość wskaźnika funkcjonalności obór (a tym samym również na zależność w stosunku do poziomu mechanizacji) w tym zabiegu ma ochrona środowiska, a także bezpieczeństwo i warunki pracy, co jest wyraźnie widoczne w przypadku gospodarstw nr 3 i 8, w których braki w tych właśnie cechach w stosunku do pozostałych obiektów wpływają na niższą ocenę końcową wskaźnika funkcjonalności.

Zbadana zależność (rys. 2) między całkowitymi skumulowanymi nakładami na zabieg usuwania odchodów z obór według całkowitych nakładów energetycznych a wskaźnikiem funkcjonalności wskazuje na istnienie słabej zależności tych zmiennych. Potwierdza to współczynnik korelacji  $r = 0,386483$ , gdy poziom istotności jest bardzo niski i wynosi  $p = 0,2699$ , poziom determinacji  $R^2 = 14,93\%$  a wartość  $t$ -Studenta = 1,18524.

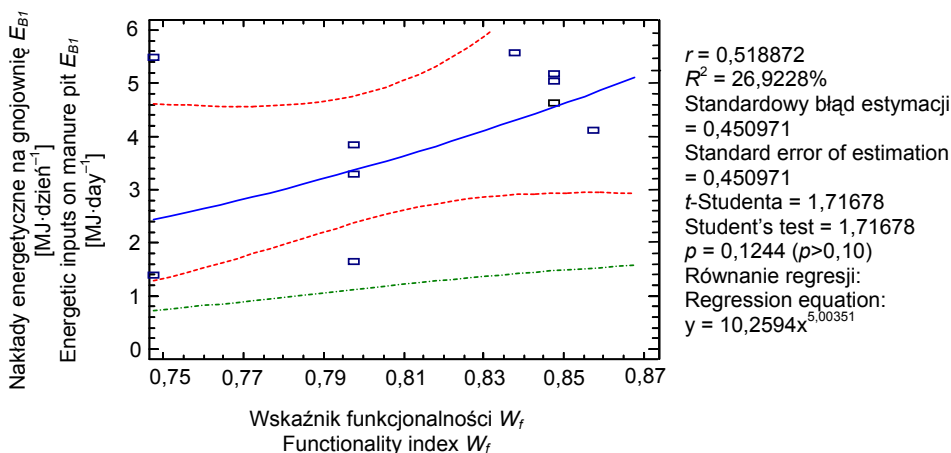
Pomimo tak słabej korelacji można zauważyć, że wzrost wskaźnika funkcjonalności w zabiegu usuwania i magazynowania odchodów wymaga również zwiększenia nakładów energetycznych na ten zabieg, co może się wiązać np. ze zmianami sposobu usuwania nawozów naturalnych, dodatkowymi nakładami związanymi z ochroną środowiska i bezpieczeństwa ludzi i zwierząt, zmianą lokalizacji gnojowni (transport obornika na gnojownię – zmiana nakładów na nośniki energii).



Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 2. Wykres regresji określającej zależność całkowitych jednostkowych nakładów energetycznych w zabiegu usuwania i magazynowania obornika  $E_c$  do wskaźnika funkcjonalności wg funkcji liniowej  $Y = a + bX$

Fig. 2. Diagram of regression determining relation of total unitary energetic inputs in operation of manure disposal  $E_c$ , to functionality index according to linear function  $Y = a + bX$



Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 3. Wykres regresji określającej zależność jednostkowych nakładów energetycznych na gnojownię obornika  $E_{B1}$  do wskaźnika funkcjonalności, wg funkcji potęgowej  $Y = aX^b$

Fig. 3. Diagram of regression determining relation of unitary energetic inputs on manure pit  $E_{B1}$ , to functionality index, according to power function  $Y = aX^b$

Zbadana zależność zachodząca między nakładami na gnojownię a wskaźnikiem funkcjonalności (rys. 3) wskazuje na istnienie stosunkowo silnej zależności między nimi. Potwierdza to współczynnik korelacji  $r = 0,518872$ , gdy

poziom istotności jest bardzo niski  $p = 0,1244$ , poziom determinacji  $R^2 = 26,9228\%$ , a wartość testu  $t$ -Studenta = 1,71678. Mimo tak słabej korelacji potwierdza się fakt, że wzrost wskaźnika funkcjonalności w zabiegu usuwania i magazynowania odchodów wymaga również zwiększenia nakładów na gnojownię, np. jej rozbudowę, naprawę, konserwację lub modernizację, nakłady związane z ochroną środowiska itp.

## Wnioski

1. Zależność, jaka zachodzi między wskaźnikiem funkcjonalności a poziomem mechanizacji wskazuje, że istnieje między nimi stosunkowo silna dodatnia korelacja o współczynniku korelacji  $r = 0,571246$ ,  $p = 0,0845$  ( $p < 0,10$ ), gdy poziom determinacji  $R^2 = 32,6321\%$ , co pozwala na stwierdzenie, że w miarę wzrostu poziomu mechanizacji wzrasta również wskaźnik funkcjonalności zabiegu usuwania i magazynowania obornika.
2. W przypadku zależności między całkowitymi nakładami na zabieg usuwania i magazynowania nawozów naturalnych z obór ściółkowych a wskaźnikiem funkcjonalności obór w tym zabiegu stwierdzono, że istnieje między nimi słaba, ale znacząca relacja, potwierdzona współczynnikiem korelacji  $r = 0,386483$ .
3. Wprowadzanie wszelkiego rodzaju zmian, związanych z ochroną środowiska naturalnego wokół gnojowni, jej rozbudowa, czy modernizacja wpływa na wskaźnik funkcjonalności obory w zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych, co potwierdzają wyniki zbadanej zależności ( $r = 0,5189$ ) zachodzącej pomiędzy nakładami energetycznymi związanymi z gnojownią oraz wskaźnikiem funkcjonalności obory w ocenianym zabiegu.

## Bibliografia

Fiedorowicz G. 2008. Technika w chowie bydła z podstawowymi elementami zootechniki. Monografia. Warszawa. IBMER ss. 290.

Fiedorowicz G., Lewandowski J. 1997. Koszty i nakłady energetyczne budowy gnojowni projektowanych w IBMER. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1 s. 107–118.

Głaszczka A., Wardal W. i in. 2004. Magazynowanie nawozów naturalnych – Poradnik. Projekt bliźniaczy Phare – Standardy technologiczne dla gospodarstw rolnych. Warszawa. IBMER, Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego ss. 81.

Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo Badawcze. Warszawa. IBMER ss. 136

Wiśniewski K. 2007. Nakłady energetyczne w technologiach usuwania i magazynowania nawozów naturalnych w ściółkowych oborach wolnostanowiskowych. Praca doktorska. Maszynopis. Warszawa. IBMER ss. 140.



**FUNCTIONAL ASPECTS  
OF THE FREE-STALL LITTERED CATTLE BARNs  
FOR DAIRY COWS AS REGARDS ORGANIC MANURE  
DISPOSAL AND STORAGE**

**Summary**

The study aimed at evaluating technological solutions dealing with the operation of organic manure removal and and storage in ten free-stall littered cattle barns, of the stands' number from 44 to 124. Mechanization level  $P_m$  of manure removal and storage operation in surveyed objects was determined on the basis of specific human labour inputs (work-min per day and LU), as well as the energy inputs (MJ per day) in mentioned operation. Functional evaluation of particular cattle barns in respect of manure removal and storage was based on the score functionality index  $W_f$ . The cattle barns under study are characterized by high functionality index, as regards the operation of manure disposal and storage; obtained evaluation results were very good (medium value of functionality index for all tested objects reached  $W_f = 0.822$ ). The relations of tested variables were determined according to correlation coefficient.

**Key words:** littered cattle barn, functionality, manure disposal, correlations

Praca wpłynęła do Redakcji: 23.05.2011 r.

*Recenzenci: prof. dr hab. Andrzej Myczko  
prof. dr hab. Józef Szlachta*

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Grzegorz Fiedorowicz  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel. 22 542-11-38; e-mail: g.fiedorowicz@itep.edu.pl