

Grzegorz Fiedorowicz, *Wacław Romaniuk, Witold Jan Wardal*
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Oddział w Warszawie

METODA OCENY EKONOMICZNO-TECHNOLOGICZNEJ ROZWIĄZAŃ CIĄGU FUNKCJONALNEGO USUWANIA I MAGAZYNOWANIA NAWOZU NATURALNEGO Z OBÓR

Streszczenie

W pracy przedstawiono metodę oceny ekonomicznej rozwiązań technicznych i technologicznych ciągu funkcjonalnego ścielenia legowisk, usuwania i magazynowania nawozu naturalnego w oborach wolnostanowiskowych. Obejmuje ona następujące elementy: wskaźnik funkcjonalności ciągu, poziom jego mechanizacji, analizę statystyczną, koszty eksploatacji technicznej i inne koszty, nakłady robocizny oraz kryteria wyboru rozwiązania najkorzystniejszego.

Słowa kluczowe: rolnictwo, obora, krowa, ocena ekonomiczna obór, nawóz naturalny

Wstęp

Intensyfikacja produkcji zwierzęcej w Polsce, w tym użytkowania bydła zarówno o kierunku mlecznym, jak i mięsnym, dyktuje potrzebę doskonalenia warunków środowiskowych w budynkach inwentarskich (oborach i bukaciarniach), eksploatowanych w gospodarstwach specjalizujących się w tym kierunku. W stadach bydła o większej koncentracji przeważa wolnostanowiskowy system utrzymania. System usuwania nawozu naturalnego zastosowany w oborach w istotny sposób oddziałuje na dobrostan zwierząt, a jego magazynowanie – na ochronę środowiska naturalnego i zachowanie wartości nawozowej z minimalną stratą. Dotychczasowe rozwiązania techniczne i technologiczne tego ciągu funkcjonalnego wymagają optymalizacji rozwiązań techniczno-ekonomicznych w gospodarstwie rolnym.

Celem opracowania metody badań ciągu i zabiegu usuwania i magazynowania odchodów naturalnych, jest określenie istniejącego stanu, a następnie opracowanie wniosków, które mogą być pomocne w projektowaniu oraz budowie nowych, a także modernizacji już eksploatowanych obiektów. Zakłada się w niej określenie poziomów mechanizacji, wskaźników funkcjonalności, nakładów robocizny, zużycia ściółki, a w części ekonomicznej: kosztów maszyn i urządzeń w linii technologicznej usuwania i magazynowania odchodów.

Następnym etapem jest określenie efektywności chowu bydła w danych warunkach gospodarstwa rolnego. Niniejsza metoda jest próbą udoskonalenia już istniejących metodyk [Romaniuk 1996; Fiedorowicz 1998] w zakresie wybranego ciągu oraz zabiegu usuwania i magazynowania odchodów.

Charakterystyka problemu i jego rozwiązanie

Ścielenie, porządkowanie legowisk dla bydła i systematyczne usuwanie odchodów z ciągów gnojowych jest zabiegiem pracochłonnym i uciążliwym. Jest to jednak zabieg ważny ze względu na higienę pomieszczeń, zwierząt i pracujących ludzi oraz tworzenie i utrzymanie odpowiedniego mikroklimatu. W zależności od systemu utrzymania bydła stosowane są różne sposoby przeprowadzania tego zabiegu. Zarówno przegląd literatury, jak i terenowe badania własne powinny wskazać najkorzystniejsze rozwiązania.

Magazynowanie odchodów przy oborze, jako czynność ważna z punktu widzenia ochrony środowiska naturalnego i zachowania wartości nawozowej, odbywa się w różny sposób, w zależności od systemu utrzymania ściółkowego lub bezściółkowego. Magazynowanie nawozu naturalnego wymaga budowania stałych elementów infrastruktury gospodarstwa (gnojownie oraz zbiorniki na gnojownicę i gnojówkę), co wiąże się z kosztami eksploatacji technicznej [Głaszczka, Wardal 2004].

Wymienione elementy analizowanej linii technologicznej uzasadniają istotność sformułowania problemu badawczego, który będzie rozwiązywany w formie odpowiedzi na następujące pytania:

1. W jakim stopniu zastosowany system usuwania nawozu naturalnego wpływa na wskaźnik funkcjonalności badanego ciągu, a tym samym na status fizyczny w dobrostanie zwierząt? (Status fizyczny jest elementem składowym dobrostanu zwierząt; mieści się w dziedzinie badań ITP – inżynierii rolniczej).
2. Jaki poziom mechanizacji określono w poszczególnych obiektach w zabiegu usuwania i magazynowania nawozu naturalnego? (Poziomy mechanizacji zdefiniowano w pkt 2. rozdz. „Elementy metody badań”).
3. Jaki wpływ ma zastosowany system usuwania i magazynowania nawozu naturalnego na nakłady jednostkowe tego zabiegu?

Proponowana metoda badań

Badania w wytypowanych obiektach można przeprowadzić metodą analityczno-opisową, według jednolitej karty badań.

Elementami koniecznymi do wykonania badań są:

- chronometrażę nakładów pracy maszyn, urządzeń i ludzi podczas zabiegu usuwania i magazynowania nawozu naturalnego), z określeniem zużycia

materiałów ściółkowych, energii elektrycznej, materiałów pędnych, naprawczych i smarów;

- zestawienie wartości stosowanych maszyn i urządzeń w ciągu usuwania i magazynowania nawozu naturalnego;
- określenie wpływu zmiennych niezależnych na zmienne zależne (współczynniki regresji, korelacji, determinacji, przedziału ufności, testu *t*-Studenta, błędu standardowego); w tym celu można posłużyć się programem komputerowym, takim jak Statgraphics lub Statistica.

Elementy metody badań

- 1) Analiza rozwiązań techniczno-funkcjonalnych (ciągu usuwania nawozu), według wzoru na wskaźnik funkcjonalności:

$$W_f = \frac{m + b + o + u + cz + s}{6} \quad (1)$$

gdzie:

- m* – wyposażenie ciągu w maszyny i urządzenia techniczne (poziom mechanizacji);
- b* – bezpieczeństwo zwierząt i warunki pracy obsługi;
- o* – ochrona środowiska (stan gnojowni, szczelność zbiorników na gnojówkę i gnojownicę);
- u* – uciążliwość obsługi związana z wielkością stada i mechanizacją ciągu;
- cz* – czystość stanowisk (legowisk) i higiena oraz czystość zwierząt;
- s* – stężenie szkodliwych gazów CO₂ i NH₃, rodzaj wentylacji.

Funkcjonalność ocenianego zbioru obór można określać metodą stosowaną w IBMER [Fiedorowicz 1998]. Hierarchię ocen do wyznaczenia wskaźnika funkcjonalności przedstawiono w tabeli 1.

- 2) Poziom mechanizacji zabiegu III określany według metody nakładów robocizny i zastosowanej techniki mechanizacji [Romaniuk 1985]:
 - I – powyżej 2,01 rbmin·dzień⁻¹·DJP⁻¹, taczka lub wózek, ręcznie – widłami;
 - II – 2,00–1,41 rbmin·dzień⁻¹·DJP⁻¹, jak w poziomie I z częściową małą mechanizacją;
 - III – 1,40–1,01 rbmin·dzień⁻¹·DJP⁻¹, proste urządzenia mechaniczne;
 - IV – 1,00–0,51 rbmin·dzień⁻¹·DJP⁻¹, mechaniczne zgarnianie odchodów, formowanie gnojowni;
 - V – poniżej 0,50 rbmin·dzień⁻¹·DJP⁻¹, usuwanie odchodów w pełni zmechanizowane.

Obecnie, w związku z pojawieniem się urządzeń do robotyzacji tego zabiegu w oborach, sugeruje się wprowadzenie poziomu VI.

Tabela 1. Hierarchia ocen obór w skali 0–10 punktów
Table 1. Hierarchy of cowsheds evaluation in 0–10 points scale

Ocena opisowa obór Descriptive evaluation of cowsheds	Liczba punktów Number of points
Wzorcowy Model	10
Doskonała Excellent	9
Bardzo dobra – bez zastrzeżeń Very good – without reservations	8
Zdecydowanie dobra – drobne zastrzeżenia Definitely good – minor faults	7
Zupełnie dobra – mała ilość zastrzeżeń Completely good – paucity of faults	6
Dobra – przewaga zalet nad wadami Good – more of advantages than faults	5
Dość dobra – równowaga zalet i wad Quite good - balance between advantages and disadvantages	4
Dostateczna – niewielka przewaga wad nad zaletami Sufficient – slight predominance of disadvantages over advantages	3
Niezadowalająca – widoczna przewaga wad nad zaletami Insufficient – apparent supremacy of disadvantages over advantages	2
Nieodpowiednia – zdecydowana przewaga wad Inappropriate – definitely dominance of disadvantages over advantages	1
Naganna – dyskwalifikujące wady Reprehensible – disqualifying faults	0

Źródło: Fiedorowicz [1998]. Source: Fiedorowicz [1998].

- 3) Analiza statystyczna (wzory regresji i korelacji wg programu komputerowego Statgraphics lub Statistica, funkcje celu);
- 4) Koszty eksploatacji w zabiegu III – K_{3e} maszyn i urządzeń [Muzalewski 2010] zastosowanych do mechanizacji zabiegu usuwania nawozu naturalnego, które składają się z kosztów utrzymania K_{utr} i kosztów użytkowania $K_{uż}$:

$$K_{3e} = K_{3utr} + K_{3uż} \quad [\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (2)$$

gdzie:

K_{3utr} – łączne koszty utrzymania w zabiegu III;

$K_{3uż}$ – łączne koszty użytkowania w zabiegu III.

– koszty utrzymania w zabiegu III:

$$K_{3utr} = K_{3utr b} + K_{3utr urz} \quad (3)$$

gdzie:

$K_{3utr b}$ – koszty utrzymania budynku (dotyczy części budynku związanej bezpośrednio z zabiegiem III);

$K_{3utr urz}$ – koszty utrzymania urządzeń i maszyn wykorzystywanych do mechanizacji zabiegu III.

Składnikami kosztów utrzymania budynku są: amortyzacja wyrażona przez iloraz kosztów inwestycyjnych budynku (część związana z zabiegiem III) przez liczbę lat oraz koszty ubezpieczenia.

W analogiczny sposób liczone są koszty utrzymania wyposażenia, maszyn i urządzeń, służących do mechanizacji zabiegu III. Wobec powyższego, wzór (3) może być przedstawiony następująco:

$$K_{3utr} = \frac{C_{3b}}{T_b} + K_{3ubb} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{3urz}}{T_{urz}} + K_{3uburz} \quad (4)$$

gdzie:

C_{3b} – cena budynku [zł];

T_b – okres użytkowania [lata], dla budynków inwentarskich można przyjąć 40 lat;

K_{3ubb} – koszty ubezpieczenia budynku [zł·rok⁻¹];

K_{3uburz} – koszty ubezpieczenia urządzeń i maszyn [zł·rok⁻¹].

– koszty użytkowania w zabiegu III:

$$K_{3uż} = K_{3użb} + K_{3użurz} \quad [\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (5)$$

gdzie:

$K_{3uż}$ – łączne koszty użytkowania w zabiegu III [zł·rok⁻¹];

$K_{3użb}$ – koszty użytkowania budynku (dotyczy części budynku związanej bezpośrednio z zabiegiem III) [zł·rok⁻¹];

$K_{3użurz}$ – koszty użytkowania urządzeń i maszyn wykorzystywanych do mechanizacji zabiegu III [zł·rok⁻¹].

Jednostkowe koszty eksploatacji

$$k_e = \frac{K_{eb} + K_{eurz}}{N_{DJP}} \quad [\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (6)$$

lub

$$k_e = \frac{K_{eb} + K_{eurz}}{P} \quad [\text{zł} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (7)$$

gdzie:

k_e – jednostkowe koszty eksploatacji [zł·DJP⁻¹];

K_{eb} – koszty eksploatacji budynku [zł·rok⁻¹];

$K_{e\text{wyp}}$ – koszty eksploatacji wyposażenia [zł·rok⁻¹];

P – ilość wyprodukowanego mleka [dm³].

– koszty eksploatacyjne budynku:

$$K_{eb} = K_{utrzb} + K_{użb} \quad [\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}] \quad (8)$$

gdzie:

K_{utrzb} – koszty utrzymania budynku $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$;

$K_{użb}$ – koszty użytkowania budynku $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$.

Koszty eksploatacyjne dla zabiegu III są równe 30% łącznych kosztów K_{eb} .

– koszty utrzymania budynku:

$$K_{utrzb} = \frac{K_i}{T} + K_{ubb} \quad [\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}] \quad (9)$$

gdzie:

K_i – koszty inwestycyjne $[\text{zł}]$;

T – zakładana trwałość budynku [liczba lat];

K_{ubb} – koszty ubezpieczenia budynku $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$.

– koszty użytkowania budynku:

$$K_{użb} = K_{ee}^b + K_n^b \quad [\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}] \quad (10)$$

gdzie:

K_{ee}^b – koszty energii elektrycznej, zużywanej w budynku na realizację zabiegu III, $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$;

K_n^b – koszty napraw (remontów) budynku w części na realizację zabiegu III, $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$.

$$K_{ee}^b = K_{ośw}^b + K_w^b \quad [\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}] \quad (11)$$

gdzie:

$K_{ośw}^b$ – koszty oświetlenia $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$;

K_w^b – koszty energii elektrycznej na wentylację mechaniczną $[\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}]$.

– koszty remontów (napraw):

$$K_n = S_b \frac{K_i}{T} \quad [\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}] \quad (12)$$

gdzie:

S_b – współczynnik kosztów remontów (napraw) $S_b = 0,2-0,5$;

K_i – koszty inwestycyjne $[\text{zł}]$;

T – trwałość budynku [lata].

– amortyzacja:

$$A = \frac{K_i}{T} \text{ [zł·rok}^{-1}\text{]} \quad (13)$$

– koszty oświetlenia:

$$K_{ośw} = N_e \cdot C_{kWh} \text{ [zł]} \quad (14)$$

gdzie:

N_e – zużycie energii elektrycznej na oświetlenie [kWh·rok⁻¹];

C_{kWh} – cena jednostkowa energii elektrycznej [zł·kWh⁻¹].

Koszty eksploatacji wyposażenia (liczone oddzielnie dla każdej maszyny i urządzenia)

$$K_{e\text{urz}} = K_{utr} + K_{uż} \quad (15)$$

gdzie:

K_{utr} – koszty utrzymania wyposażenia [zł·rok⁻¹];

$K_{uż}$ – koszty użytkowania wyposażenia [zł·rok⁻¹].

– koszty utrzymania wyposażenia:

$$K_{utr} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_{mi}}{T_i} + K_{ui} \right) \text{ [zł·rok}^{-1}\text{]} \quad (16)$$

gdzie:

C_{mi} – cena (wartość) odtworzeniowa maszyny lub urządzenia [zł];

T_i – okres trwałości [lata];

K_{ui} – koszt ubezpieczenia i -tej maszyny lub urządzenia [zł·rok⁻¹].

– koszty użytkowania wyposażenia:

$$K_{uż} = K_r + K_{ee} + K_{em} + K_n \text{ [zł·rok}^{-1}\text{]} \quad (17)$$

gdzie:

K_r – koszty robocizny [zł·rok⁻¹];

K_{ee} – koszty energii elektrycznej zużywanej przez maszyny i urządzenia [zł·rok⁻¹];

K_{em} – koszty energii mechanicznej [zł·rok⁻¹];

K_n – koszty napraw [zł·rok⁻¹].

– koszty robocizny:

$$K_r = N_r \cdot (k_{rbh}) \cdot N_{DJP} \cdot C_j \quad [\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (18)$$

$$N_r = n'_r \cdot 200 \text{ dni} + n''_r \cdot 165 \text{ dni} \quad [\text{rbmin} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (19)$$

gdzie:

N_r – nakłady robocizny [$\text{rbh} \cdot \text{rok}^{-1}$, $\text{rbmin} \cdot \text{rok}^{-1}$];

n'_r – jednostkowe nakłady robocizny w okresie zimowym;

n''_r – jednostkowe nakłady robocizny w okresie letnim;

C_j – koszt 1 rbh pracy ludzkiej [$\text{zł} \cdot \text{h}^{-1}$].

Koszty energii elektrycznej zużywanej przez maszyny i urządzenia

$$K_{ee}^{urz} = \sum_{i=1}^n N_{ei} \cdot C_{kWh} \quad [\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (20)$$

gdzie:

N_e – nakłady energii elektrycznej przez maszyny i urządzenia służące do usuwania i magazynowania nawozu naturalnego [$\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$];

C_{kWh} – cena jednostkowa energii elektrycznej [$\text{zł} \cdot \text{kWh}^{-1}$].

– koszty energii mechanicznej:

$$K_{em}^{urz} = \sum_{i=1}^n N_{em} \cdot C_{kMh} \quad [\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (21)$$

gdzie:

N_{em} – nakłady energii mechanicznej pochodzącej od ciągników do realizacji zabiegu III [$\text{KMh} \cdot \text{rok}^{-1}$];

C_{kMh} – cena jednostkowa energii mechanicznej [$\text{zł} \cdot \text{KMh}^{-1}$].

– koszty napraw:

$$K_n = \sum_{i=1}^n S \cdot \left(\frac{C_m}{T_i} \right) \quad [\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (22)$$

gdzie:

$S = 0,6-1,1$ – współczynnik napraw w zależności od maszyny lub urządzenia (wykorzystano dane z SMR [IBMER 1983]).

Kryteria minimalizacji jednostkowych kosztów eksploatacji na III zabieg

$$k_{3e} = \frac{K_{3utr} + K_{3uż}}{N_{DJP}} \rightarrow \min \quad (23)$$

w warunkach następujących ograniczeń:

I. Jednostkowe roczne koszty inwestycyjne [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]:

$$k_{inwest.} \leq k_{gr\ invest.} \quad (24)$$

II. Nakłady robocizny [$\text{rbmin} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$]:

$$n_r \leq n_{gr r} \quad (25)$$

III. Stężenia szkodliwych gazów:

dwutlenek węgla $S_{\text{CO}_2} \leq S_{gr\text{CO}_2}$ (3000 ppm);

amoniak $S_{\text{NH}_3} \leq S_{gr\text{NH}_3}$ (20 ppm); (26)

siarkowodór $S_{\text{H}_2\text{S}} \leq S_{gr\text{H}_2\text{S}}$ (0,5 ppm).

Parametry oceny uzyskane z badań, zestawione tabelarycznie, pozwolą określić korelację i determinację między poszczególnymi parametrami.

Oceny badanych lub projektowanych obiektów oraz wybór rozwiązania lub grupy rozwiązań można dokonać zgodnie z założonymi kryteriami i ich ograniczeniami [Romaniuk i in. 2007]. Główne kryterium ekonomiczne oceny badanych obór (bukaciarni) – jednostkowy koszt (k_j) eksploatacji technicznej w j -tym obiekcie (czyli konkretnym obiekcie zakwalifikowanym do badań) może być wyznaczone na podstawie danych wynikających z całkowitych kosztów stałych i zmiennych, dotyczących zarówno części budowlanej, jak i mechanizacji.

Obejmują one następujące elementy kosztów (składowe kosztów utrzymania i kosztów użytkowania) w odniesieniu do zabiegu III:

- nakłady robocizny i energii;
- koszty inwestycyjne obory w odniesieniu do zabiegu III;
- wartość maszyn i urządzeń;
- koszty napraw maszyn, urządzeń i budynków;
- części wymienne, materiały pędne i smary;
- jednostkowy koszt inwestycyjny;
- okres eksploatacji maszyn, urządzeń i budynku.

Model oceny i wybór rozwiązania najkorzystniejszego

Ocena najkorzystniejszego rozwiązania III zabiegu w oborze (bukaciarni), według założonego powyżej kryterium, polega na ustaleniu kolejności rozwiązań ze względu na określone kryterium, związane z wymogami wynikającymi z warunków gospodarstwa, określonymi w „Jednolitej karcie badań” (rozdział „Proponowana metoda badań”).

Do wyżej wymienionych ograniczeń wyboru rozwiązania najkorzystniejszego można wprowadzać dodatkowe ograniczenia, które wynikają z potrzeb gospodarstwa lub np. ochrony środowiska.

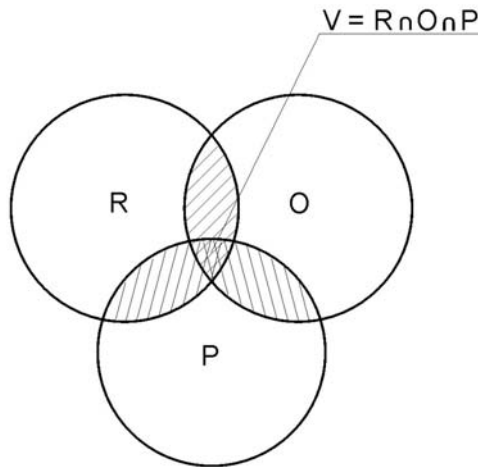
Ostatecznego wyboru rozwiązania według Romaniuka [1996], po uzupełnieniu własnym, można dokonać wykorzystując teorię mnogościową działania na zbiorach.

Jeżeli $R \subset M$, $O \subset M$, $P \subset M$, to najkorzystniejsze rozwiązanie otrzymujemy wtedy, gdy zbiory ocenianych obiektów R , O , P mają przecięcie, tzn.:

$$R \cap O \cap P = \emptyset$$

Wówczas szukany zbiór V jest iloczynem (przekrojem) zbioru R , O i P .

Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest rozwiązanie w j -tym obiekcie $j \in V$, dla którego wartość jednostkowych kosztów eksploatacji technicznej k_j jest minimalna. Interpretację wyboru rozwiązania przedstawiono na rysunku 1.



Źródło: Romaniuk i in. [2007]. Source: Romaniuk i in. [2007].

Rys. 1. Schemat wyboru najkorzystniejszego rozwiązania: M – zbiór ocenianych (badanych) obiektów; R – zbiór ocenianych obiektów, spełniających ograniczenia I opisane wzorem (24); O – zbiór ocenianych obiektów, spełniających ograniczenia II opisane wzorem (25); P – zbiór ocenianych obiektów, spełniających ograniczenia III opisane wzorem (26); V – zbiór ocenianych obiektów, spełniających ograniczenia (I), (II), (III)

Fig. 1. Scheme of the most advantageous solution choice: M – set of evaluated objects; R – set of evaluated objects that fulfill limitations I described by formula (24); O – set of evaluated objects that fulfill limitations II described by formula (25); P – set of evaluated objects that fulfill limitations III described by formula (26); V – set of evaluated objects fulfill requirements (I), (II), (III) described above

Podsumowanie

Przedstawiona metoda może być stosowana do badań obór (szczególnie obór wolnostanowiskowych) dla bydła mlecznego i mięsnego w zakresie ciągu i zabiegu technologicznego usuwania i magazynowania nawozów naturalnych na wybranej zbiorowości co najmniej 10 obiektów. Po odpowiednim rozbudowaniu tej metody o elementy zawarte w technice i technologii całego obiektu, a mianowicie: ciągi żywienia, doju i schładzania mleka (w przypadku specjalizacji w chowie bydła mlecznego), może ona stać się „metodą uniwersalną” badań obór lub bukaciarni.

Poszczególne elementy omówionej metody badań spełniają wymagania wynikające z przedstawionego, wstępnie sformułowanego problemu badawczego.

Bibliografia

Fiedorowicz G. 1998. Efektywność chowu krów w oborach o różnych wielkościach i rozwiązaniach technologicznych. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo-Badawcze IBMER. Warszawa ss. 148.

Głaszczka A., Wardal W.J. 2004. Współczesne metody przechowywania nawozów naturalnych. Technika Rolnicza, Ogrodnicza i Leśna. Nr 9–10 s. 48–52.

IBMER 1983. SMR – System Maszyn Rolniczych. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne. Cz. 14. Wyd. VI. Warszawa ss. 218.

Muzalewski A. 2010. Koszty eksploatacji maszyn. Nr 25. Falenty. Wydaw. ITP ss. 56.

Romaniuk W. 1985. Mechanizacja w nowoczesnych oborach. Warszawa. PWRiL ss. 146.

Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo-Badawcze IBMER. Warszawa ss. 149.

Romaniuk W., Łukaszuk M., Domasiewicz T. 2007. Projektowanie, ocena i wybór rozwiązań obiektów inwentarskich. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1 s. 57–65.

ECONOMICAL EVALUATION METHOD OF MANURE REMOVING FROM COWSHEDS AND STORAGE SOLUTIONS

Summary

The economical evaluation method of manure removing from cowsheds (especially from free stall cowsheds) and storage solutions were presented

in the paper. The main elements of this method are: functionality coefficient, mechanization level, human work, exploitation costs and other inputs, statistic analyze, criteria of optimal solution choice.

Key words: agriculture, cowshed, cow, economical evaluation of cowsheds, manure

Praca wpłynęła do Redakcji: 06.09.2011 r.

Adres do korespondencji:
mgr inż. Witold Jan Wardal
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Warszawie
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa
tel. 22 542-11-38; e-mail: w.wardal@itep.edu.pl