

Wpłynęło 14.09.2016 r.
Zrecenzowano 17.10.2016 r.
Zaakceptowano 18.10.2016 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Nakłady pracy ludzkiej oraz jednostkowe koszty eksploatacji maszyn do usuwania nawozu naturalnego z obory z podłożem samospławialnym

Witold Jan WARDAL^{ABCDEF}

*Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie,
Zakład Eksploatacji i Budownictwa Wiejskiego*

Do cytowania For citation: Wardal W.J. 2016. Nakłady pracy ludzkiej oraz jednostkowe koszty eksploatacji maszyn do usuwania nawozu naturalnego z obory z podłożem samospławialnym. Problemy Inżynierii Rolniczej. Z. 4 (94) s. 55–66.

Streszczenie

Celem badań było określenie nakładów robocizny na realizację zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych z obory wolnostanowiskowej o obsadzie 116 DJP, z utrzymaniem krów mlecznych na podłożu samospławialnym oraz określenie wskaźników poziomu mechanizacji. Legowiska zbiorowe dla krów miały 8-procentowy spadek w kierunku korytarza gnojowego z betonową podłogą pełną. Określono wartości następujących wskaźników technologicznych: jednostkowe nakłady robocizny, jednostkowe nakłady energii mechanicznej, jednostkowy koszt eksploatacji, jednostkowy koszt inwestycji – maszyny i urządzenia. Jednostkowe dobowe nakłady robocizny wyniosły 0,83 rbmin na dużą sztukę przeliczeniową (DJP). Nakłady energii mechanicznej ponoszone na realizację zabiegu usuwania nawozu naturalnego (zabieg III) wyniosły $0,348 \text{ kWh} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$, a koszt eksploatacji osiągnął $219,99 \text{ zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Słowa kluczowe: obora, nawóz naturalny, podłoże samospławialne, nakłady, koszty

Wstęp

Odchody zwierzęce, występujące w postaci obornika, gnojówki lub gnojowicy, są cennym nawozem naturalnym mającym duże znaczenie w agrotechnice, nie tylko w nawożeniu roślin, ale również w kształtowaniu struktury gleby i jej zasobów materii organicznej. Sposób ich usuwania i przechowywania ma wpływ na jakość nawozową oraz na ochronę środowiska naturalnego. Właściwe postępowanie z nawozami zapobiega stratom ich cennych składników i ogranicza ryzyko zagrożenia dla środowiska naturalnego [GŁASZCZKA, WARDAL 2004; KIEROŃCZYK 2012; PIETRZAK 2006; RO-

MANIUK 2000]. W obrębie budynku inwentarskiego usuwanie nawozu jest czynnikiem szczególnie istotnym ze względu na zachowanie dobrostanu (zoohigieny i zdrowia) zwierząt, utrzymanie ich skóry, wymion i kończyn w czystości, zachowanie parametrów mikroklimatu na odpowiednim poziomie, bezpieczeństwa i higieny pracy obsługi, a także ogólnej estetyki. Wszystkie ww. aspekty w przypadku chowu i hodowli krów mlecznych rzutują na higienę pozyskiwania i jakość mleka oraz zapewnienie żywotności stada [ROMANIUK, BOREK 2015].

W celu zapewnienia wymaganych warunków zoohigienicznych odchody zwierzęce należy usuwać z budynku regularnie i w możliwie jak najkrótszym czasie. Wynika to przede wszystkim z konieczności ograniczenia emisji szkodliwych gazów, m.in. amoniaku i siarkowodoru, powstających podczas procesu fermentacji odchodów [MAZUR 2014]. Kwestię źródeł emisji szkodliwych gazów z rolnictwa oraz sposoby ich ograniczania podnoszą KUCZYŃSKI i in. [2005]. Zarówno badania krajowe, jak i zagraniczne wskazują na pozytywny wpływ prawidłowej gospodarki nawozem naturalnym na możliwość pozyskiwania biogazu rolniczego, co poprawia bilans ekonomiczny gospodarstwa oraz stanowi walor ekologiczny [BARWICKI 2014; BURTON, TURNER 2003; ROMANIUK i in. 2012].

Sposób usuwania odchodów zależy przede wszystkim od zastosowanego systemu utrzymania zwierząt, ich obsady, rozwiązań technologicznych i funkcjonalnych oraz dostępnych urządzeń technicznych. Jest to zabieg uciążliwy i wymagający dużego nakładu pracy, dlatego też powinien być w znacznym stopniu zmechanizowany. Właściwy dobór sposobu i urządzeń do usuwania odchodów, a także ich niezawodność, decydują o prawidłowych warunkach środowiskowych w pomieszczeniu inwentarskim [HANSEN 2000; ROMANIUK 2000].

Oprócz nakładów na żywienie bydła [MAJCHRZAK 2013] oraz dój krów, obserwacje wskazują na duży udział zabiegu usuwania nawozu naturalnego z obór [WARDAL 2012] w strukturze nakładów w chowie bydła.

W oborach wolnostanowiskowych, w których chów bydła odbywa się na głębokiej ściółce, obornik gromadzony jest pod zwierzętami i wywożony dwa razy w roku, tj. wiosną i jesienią, natomiast gnojowicę gromadzi się przez kilka miesięcy w zbiorniku znajdującym się najczęściej pod podłogą szczelinową w korytarzu gnojowo-spacerowym. W gospodarstwach utrzymujących ok. 100 dużych jednostek przeliczeniowych (1 DJP określa zwierzę inwentarskie o masie 500 kg), opróżnianie zbiornika za pomocą pompy napędzanej wałem odbioru mocy ciągnika lub z użyciem wozu asenizacyjnego połączonego z ciągnikiem zajmuje rocznie do 20 rbh. Dobowe zapotrzebowanie na słomę w przeliczeniu na dużą sztukę przeliczeniową wynosi ponad $6 \text{ kg} \cdot \text{DJP}^{-1}$. Oszczędniejsze pod tym względem są obory samospławialne, w których średnie dobowe zapotrzebowanie na ściólkę wynosi $4\text{--}5 \text{ kg} \cdot \text{DJP}^{-1}$. W oborach tego typu obornik usuwany jest codziennie, co sprzyja znacznemu ograniczeniu emisji szkodliwych gazów oraz utrzymaniu czystości zwierząt. Spadek podłogi (8–10%) umożliwia samoczynne przesuwanie się zanieczyszczonej ściółki do kanału gnojowego [WARDAL 2001].

W wyniku analizy dostępnej literatury stwierdzono, że pomimo swych zalet, rozwiązanie technologiczne w postaci podłoża samospławialnego jest rzadko w Polsce wybierane. Postawiono tezę, że określenie nakładów na usuwanie nawozu naturalnego może przyczynić się do upowszechnienia tej technologii.

Problem badawczy sformułowano w postaci następujących pytań:

- w jakim zakresie zastosowane wyposażenie techniczne wpływa na nakłady ponoszone na zabieg usuwania i magazynowania nawozów naturalnych w oborze z podłożem samospławialnym?
- jak kształtuje się poziom mechanizacji w zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych, w literaturze [ROMANIUK 1996] zdefiniowanym jako zabieg III, z obory z podłożem samospławialnym?

Celem badań było określenie nakładów robocizny w zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych z obory wolnostanowiskowej o obsadzie 116 DJP z utrzymaniem krów mlecznych na podłożu samospławialnym oraz określenie wskaźników poziomu mechanizacji prac.

Metody badań

Koszt eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegach mechanizacyjnych, w tym w zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych, składa się z kosztów utrzymania K_{utr} i kosztów użytkowania $K_{uż}$ [ROMANIUK i in. 2012]. Określenie jednostkowego kosztu eksploatacji przeprowadzono według następującej formuły (1):

$$k_{ej} = \frac{K_{utr} + K_{uż}}{N_{DJP}} \quad (1)$$

gdzie:

k_{ej} = jednostkowy koszt eksploatacji [zł·DJP⁻¹·rok⁻¹];

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

$K_{uż}$ = koszty użytkowania [zł·rok⁻¹];

N_{DJP} = liczba DJP w obiekcie inwentarskim.

Do szacowania składników kosztu eksploatacji maszyn i urządzeń zastosowano wskaźniki opracowane przez MUZALEWSKIEGO [2010].

Poziom mechanizacji produkcji określa stopień zastąpienia pracy człowieka pracą maszyn. W zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych poziom mechanizacji, określany według metody nakładów robocizny i zastosowanej techniki mechanizacji [ROMANIUK 1996], kształtuje się następująco:

I – 2,01 i powyżej [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 przyzmy na gnojowni;

V – 0,50 i poniżej [rbmin·dzień⁻¹·DJP⁻¹], usuwanie odchodów w pełni zmechanizowane.

Wyniki badań i dyskusja

Charakterystyka obiektu

Badany obiekt jest oborą wolnostanowiskową, ściółkową na 116 DJP, z utrzymaniem krów w kojcach zbiorowych z podłożem samospławialnym (fot. 1). Powierzchnia legowisk wynosi 602,5 m², natomiast kubatura obory – 7208 m³. Wentylacja odbywa się grawitacyjnie: nawiew otworami w ścianach wzdłużnych, wywiew przez szczelinę kalenicową z przykryciem części przezroczystymi płytami poliwęglanowymi, stanowiącymi doświetlenie wnętrza.

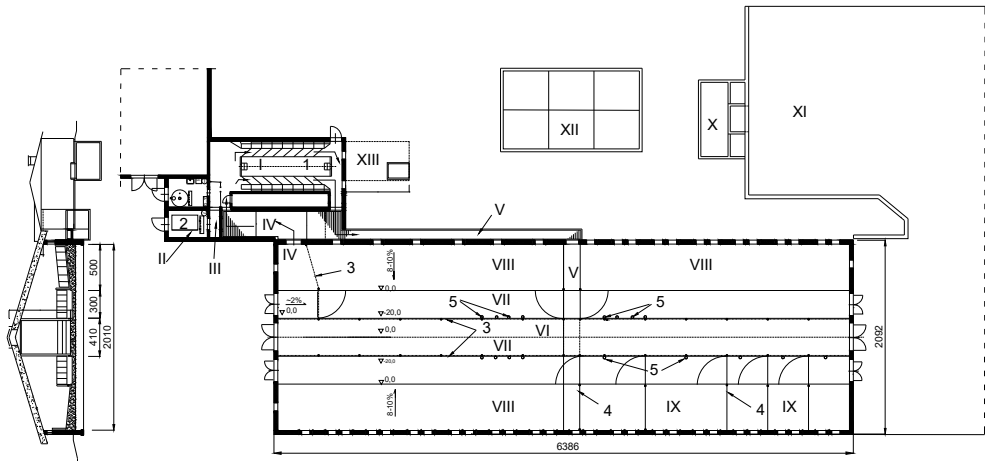


Źródło Source: W.J. Wardal

Fot. 1. Obora wolnostanowiskowa na ściółce (podłoże samospławialne)

Photo 1. Free-stall cow barn, with bedded resting area (self-flowing system)

Część legowiskowa jest oddzielona od korytarza paszowego korytarzem gnojowo-spacerowym o powierzchni 361,5 m². Hala udojowa (łącznie z pomieszczeniami pomocniczymi) wybudowana wcześniej niż obora dla krów, została przystosowana do potrzeb wg obowiązujących wymogów i połączona funkcjonalnie łącznikiem. Jest to dojarnia typu rybia ość DeLaval 2 x 7 (14 stanowisk udojowych). Mleko po udoju jest przepompowywane do schładzarki zbiornikowej. Żywienie latem i zimą jest realizowane z wykorzystaniem sianokiszonki, kiszonki z kukurydzy oraz pasz treściwych. Wyposażenie stanowią: ciągnik Zetor 5320, wóz paszowy T-011 – 10 m³, ciągnik John Deere 7600 – 140 KM + ładowacz czołowy typ 531, wycinak do kiszonki, przenośnik ślimakowy do pasz treściwych, drabina paszowa, 2 poidła dwukomorowe, poidło jednokomorowe stałopoziomowe, 16 poidel miskowych. Łączna pojemność zbiorników (wewnątrz i na zewnątrz budynku) na nawozy ciekłe wynosi 490 m³. Obornik jest wygarniany na przyborową gnojownię (500 m²) ciągnikiem zaopatrzoną w zgarbiacz czołowy, natomiast gnojowica jest przepompowywana pompą stanowiącą wyposażenie wozu asenizacyjnego. Ścielenie słomą odbywało się raz dziennie po 6 kg na DJP. Rozplanowanie przestrzeni technologicznej ilustruje rysunek 1.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 1. Schemat technologiczny obory z podłożem samospławialnym: I = dojarnia, II = pomieszczenie na mleko, III = maszynownia, IV = poczekalnia, V = korytarz przepędowy, VI = korytarz paszowy, VII = obszar paszowy, VIII = legowiska ściółkowe z podłożem samospławialnym dla krów dojących, IX = legowiska ściółkowe z podłożem samospławialnym dla krów zasuszonych i jałówek (cielęta utrzymywane są w innym budynku), X = zbiornik na gnojówkę, XI = płyta obornikowa, XII = zbiornik na gnojówkę i gnojownicę, XIII = zbiornik na ścieki z dojarni; 1 = dojarnia typu rybia ość 2 x 7, 2 = schładzarka zbiornikowa, 3 = przegroda paszowa, 4 = przegroda między grupami technologicznymi, 5 = poidło miskowe

Fig. 1. Technological scheme of cow barn with self-flowing system of bedding: I = milking parlour, II = milk room, III = mechanical room, IV = waiting area for milking cows, V = corridor, VI = feeding passage, VII = feeding area, VIII = resting area with self-flowing system for dairy cows, IX = resting area with self-flowing system for dry cows and heifers (calves are kept in another building), X = tank for liquid manure, XI = manure plate, XII = tank for slurry, XIII = tank for waste water from the milking parlour; 1 = milking parlour type herringbone 2 x 7, 2 = tank for cooling of milk, 3 = feed partition, 4 = partition between the groups, 5 = water bowl

Szacowanie kosztów eksploatacji

Wyniki analizy zabiegu III – usuwania i magazynowania nawozów naturalnych – zamieszczono w tabelach 1–3.

Wskaźniki techniczne i technologiczne

Wartości wskaźników technicznych określono na podstawie pomiarów w budynku (tab. 4), natomiast wartości wskaźników technologicznych obliczono na podstawie chronometraży (tab. 5).

Wyliczone wartości nakładów robocizny z zaznaczeniem poziomów mechanizacji oraz jednostkowego kosztu eksploatacji zestawiono w tabeli 6.

Tabela 1. Nakłady robocizny i energii w zakresie zabiegu usuwania i magazynowania nawozów naturalnych
 Table 1. Values of labour and energy inputs for manure removing and storage

Nazwa czynności Activity	Maszyny i urządzenia Machines and devices	Liczba pracowników Number of employees	Czas trwania czynności Duration of activity [min]	Nakłady robocizny Labour inputs		Moc źródła energii Power requirement [kW]	Nakłady energii Energy inputs [kWh·rok ⁻¹]
				[rbmin·rok ⁻¹] [min·year ⁻¹]	[rbh·rok ⁻¹] [man-hour·year ⁻¹]		
Oczyszczanie legowisk Cleaning of resting area	ręczne (widły) manually (fork)	2	15	10 950	182,50	–	–
Wygamianie obornika z korytarza gnojowego Solid manure removing from the manure corridor	zgarniacz czolowy + Ursus C-330 frontal scraper + tractor Ursus C-330	1	30	10 950	182,50	22	4 015,0
Formowanie pryzmy obornika Forming of dung pile	ładowacz obornika JCB (odpowiednik 4070 CX80) JCB manure loader (equivalent to 4070 CX80)	1	15	5 475	91,25	56	5 110,0
Zaladunek bel słomy do maszyny ścielącej Loading of the bales to the straw chopper	ciągnik John Deere + ładowacz czolowy John Deere tractor + front loader	1	4	1 460	24,30	52,9	1 285,5
Ścielenie Straw spreading	ciągnik Ursus C-360 + maszyna do ścielenia tractor Ursus C-360 + straw chopper	1	10	3 650	60,80	35	2 128,0
Przepompowywanie gnojowicy Slurry pumping	ciągnik John Deere + wóz z pompą 250 x 6 m ³ x 10 min tractor John Deere + mobile slurry tanker with a pump 250 m ³ x 6 x 10 min	1	250 x 10	2 500	41,70	52,9	2 205,9
Nakłady roczne ogółem Total inputs per year				34 985	–	–	14 744,4
Nakłady dzienne na DJP Total inputs per day and LU				0,83	–	–	0,348

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Tabela 2. Koszty inwestycji
Table 2. Investments costs

Nazwa maszyny lub urządzenia Machine or device	Cena maszyny [zł] Price of the machine [PLN]	Liczba [szt.] The number of items	Cena razem [zł] Total [PLN]
Ciągnik Ursus C-330 Tractor Ursus C-330	61 000	1	61 000
Zgarniacz czółowy Frontal scraper	4 819	1	4 819
Ładowacz obornika Manure loader	263 117	1	263 117
Ciągnik John Deere (odpowiednik Zetor Proxima 75F4 52,9 kW) Tractor John Deere (equivalent Zetor Proxima 75F4 52.9 kW)	120 410	1	120 410
Ładowacz czółowy T434 Front loader T434	5 429	1	5 429
Ciągnik Ursus C-360 Tractor Ursus C-360	79 300	1	79 300
Maszyna do ścielenia Straw chopper	10 370	1	10 370
Wóz asenizacyjny z pompą (Kościan) Mobile slurry tanker with a pump (Kościan)	41 358	1	41 358
Razem wyposażenie [zł] Equipment total [PLN]			585 803
Koszt maszyn i urządzeń do usuwania odchodów w przeliczeniu na 1 DJP w oborze [zł] The cost of machinery and equipment for manure removal per 1 LU in the barn [PLN]			5 050,03

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Tabela 3. Koszty eksploatacji maszyn i urządzeń do usuwania nawozów naturalnych
Table 3. Values of operating costs of machinery and equipment for manure removing

Wykorzystanie roczne do wszystkich prac [h·rok ⁻¹] Annual use for all the works [h·year ⁻¹]	Okres użytkowania [lata] Life time [years]	Koszty utrzymania K_{utr} Maintenance costs		Koszty użytkowania K_{uz} Cost of machine using of machine using [PLN·h ⁻¹]	Koszty eksploatacji Exploitation costs		
		[zł·rok ⁻¹] [PLN·year ⁻¹]	[zł·h ⁻¹] [PLN·h ⁻¹]		[zł·h ⁻¹] [PLN·h ⁻¹]	[h·rok ⁻¹] [h·year ⁻¹]	[zł·rok ⁻¹] [PLN·year ⁻¹]
300	25	3 154	10,51	18,35	28,86	182,5	5 266,95
Ciągnik Ursus C-330 Tractor Ursus C-330							
200	20	337	1,69	0,70	2,39	182,5	436,18
Ładowarka JCB (odpowiednik 4070 CX80 (56 kW), zużycie paliwa $Z_p = 7,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) JCB manure loader (equivalent to 4070 CX80), fuel consumption $7,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$							
200	25	11 364	56,82	57,41	114,23	91,25	10 423,49
Ciągnik John Deere (odpowiednik Zetor Proxima 75F4 (52,9 kW), zużycie paliwa $Z_p = 7,05 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) Tractor John Deere (equivalent Zetor Proxima 75F4 52.9 kW), fuel consumption $7,05 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$							
300	25	5 633	18,78	41,16	59,94	66,0	3 956,04
Ładowacz czółowoty T434 Front loader T434							
100	25	310	3,10	0,79	3,89	24,3	94,53
Ciągnik Ursus C-360 (35 kW), zużycie paliwa $Z_p = 4,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ Tractor Ursus C-360, fuel consumption $4,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$							
300	25	3 915	13,05	27,37	40,42	60,8	2 457,54
Maszyna do ścielenia Straw chopper							
100	20	609	6,09	2,42	8,51	60,8	517,41
Wóz asenizacyjny z pompą Mobile slurry tanker							
120	10	4 429	36,90	19,85	56,75	41,7	2 366,48
Razem koszty eksploatacji [zł·rok ⁻¹] Total exploitation cost [PLN·year ⁻¹]							
Koszty eksploatacji na 1 DJP rocznie [zł] Exploitation costs per 1 LU and year							
							219,99

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Tabela 4. Wartości wskaźników technicznych
Table 4. Values of technical indicators

Wyszczególnienie Specification	Jednostka miary Measurement unit	Wartość wskaźnika Value of indicator
Jednostkowa powierzchnia legowiska Unit area of the lair	$m^2 \cdot DJP^{-1}$	5,19
Jednostkowa powierzchnia korytarzy gnojowych Unit surface of the manure corridors	$m^2 \cdot LU^{-1}$	3,12
Kubatura obory Cubature of the barn		62,10
Jednostkowa pojemność magazynowania nawozu ciekłego Unit storage capacity of liquid manure, slurry	$m^3 \cdot DJP^{-1}$	2,93
Jednostkowa pojemność magazynowania nawozu stałego Unit storage capacity of solid manure	$m^3 \cdot LU^{-1}$	6,00
Jednostkowa powierzchnia składowania nawozu stałego Unit storage area of solid manure	$m^2 \cdot DJP^{-1}$ $m^2 \cdot LU^{-1}$	3,00

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Tabela 5. Wartości wskaźników technologicznych
Table 5. Values of technological indicators

Wyszczególnienie Specification	Jednostka miary Measurement unit	Wartość wskaźnika Value of indicator
Jednostkowe nakłady robocizny Human work inputs	$rbmin \cdot DJP^{-1} \cdot dzień^{-1}$ $min \cdot LU^{-1} \cdot day^{-1}$	0,83
Jednostkowe nakłady energii elektrycznej Electric energy inputs	$zł \cdot kWh^{-1}$ PLN $\cdot kWh^{-1}$	–
Jednostkowe nakłady energii mechanicznej Unit mechanical Energy input	$kWh \cdot DJP^{-1} \cdot dzień^{-1}$ $kWh \cdot LU^{-1} \cdot day^{-1}$	0,348
Jednostkowy koszt eksploatacji Unit exploitation cost	$zł \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}$ PLN $\cdot DJP^{-1} \cdot year^{-1}$	219,99
Jednostkowy koszt inwestycji – maszyny i urządzenia Unit investments cost of machinery and equipment	$zł \cdot DJP^{-1}$ PLN $\cdot LU^{-1}$	5 050,03

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Tabela 6. Wartości nakładów robocizny i jednostkowych kosztów eksploatacji
Table 6. Values of human work inputs and unit exploitation costs

Nakłady robocizny Human work inputs			Poziom mechanizacji Mechanization level	Koszty eksploatacji Exploitation costs	
$[rbmin \cdot DJP^{-1} \cdot dzień^{-1}]$ $[min \cdot LU^{-1} \cdot day^{-1}]$	$[rbh \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}]$ $[h \cdot LU^{-1} \cdot year^{-1}]$	$[rbh \cdot obora^{-1} \cdot rok^{-1}]$ $[h \cdot cow \cdot barn^{-1} \cdot year^{-1}]$		$[zł \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}]$ $[PLN \cdot LU^{-1} \cdot year^{-1}]$	$[zł \cdot obora^{-1} \cdot rok^{-1}]$ $[PLN \cdot cow \cdot barn^{-1} \cdot year^{-1}]$
0,83	5,03	583,08	4	219,99	25 518,62

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Podsumowanie

Obiekt inwentarski został wyposażony w urządzenia i maszyny w sposób właściwy, zgodnie ze standardami dla gospodarstw rolnych [ROMANIUK, OVERBY 2005a, b], a sposób postępowania z nawozem naturalnym nie naruszał przepisów Ustawy... [2007]. W wyniku przeprowadzonych badań wyznaczono wskaźniki techniczne i eko-

nomiczne niezbędne do oceny mechanizacji zabiegu III – usuwania i magazynowania nawozu naturalnego, które mogą być pomocne w projektowaniu technologii produkcji zwierzęcej w nowych budynkach inwentarskich lub doskonalenia mechanizacji w oborach już istniejących. W oborze z podłożem samospławialnym stwierdzono IV poziom mechanizacji, który wynikał z przyjętej organizacji prac, a nie z poziomu jednostkowych kosztów inwestycji. Zużycie słomy do ścielenia legowisk w oborze z podłożem samospławialnym wynosiło $6 \text{ kg} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1}$.

Jednostkowe nakłady robocizny wynosiły $0,83 \text{ rbmin} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$. Nakłady energii mechanicznej, ponoszone na realizację zabiegu usuwania nawozu naturalnego (zabieg III), wynosiły $0,348 \text{ kWh} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{dzień}^{-1}$, natomiast koszty eksploatacji $219,99 \text{ zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Przedstawiona w pracy metoda określania nakładów robocizny i kosztów eksploatacji spełnia wymagania wynikające z potrzeb ochrony środowiska i ograniczeń zużycia energii konwencjonalnej. Obora z podłożem samospławialnym może być traktowana jako system alternatywny (ze względu na nakłady pracy i energii) do utrzymania krów mlecznych na głębokiej ściółce, jakkolwiek mankamentem okazał się brak większej liczby obiektów z podłożem samospławialnym, co uniemożliwiło przeprowadzenie badań porównawczych.

Bibliografia

BARWICKI J. 2014. Some development processes in biogas production from agriculture residues. W: Problemy intensyfikacji zhiwotnovodstva s uchetom okhrany okruzhayushchey sredy i proizvodstva al'ternativnykh istochnikov energii v tom chisle biogaza [Problems of intensification of animal production including environment protection and alternative energy production as well as biogas]. Falenty. Wydaw. ITP s. 20–26.

BURTON C.H., TURNER C. 2003. Manure management: Treatment strategies for sustainable agriculture. 2nd edition. Silsoe, Bedford. Silsoe Research Institute. ISBN 0-9531282-6-1 ss. 411.

GLASZCZKA A., WARDAL W.J. 2004. Współczesne metody przechowywania nawozów naturalnych [The contemporary methods of manure storage]. Technika Rolnicza, Ogrodnicza i Leśna. Nr 9–10 s. 48–52.

HANSEN M.N. 2000. Comparison of the labour requirement involved in the housing of dairy cows in different housing systems. Acta Agriculturae Scandinavica. Sect. A. Animal Sciences. Vol. 50 s. 153–160.

KIEROŃCZYK M. 2012. Analiza wybranych czynników kształtujących emisję amoniaku podczas przechowywania obornika w warunkach eksploatacyjnych [Analysis of selected factors affecting ammonia emission during storage of farmyard manure under exploitation conditions]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 12. Z. 3 s. 93–102.

KUCZYŃSKI T., DÄMMGEN U., WEBB J., MYCZKO A. 2005. Emissions from European agriculture. Wageningen. Wageningen Academic Publishers. ISBN 978-90-76998-78-7 ss. 384.

MAJCHRZAK M. 2013. Wpływ mechanizacji w różnych systemach żywienia bydła na nakłady produkcji [Impact of mechanization on production inputs at various systems of cattle feeding]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2(80) s. 141–150.

MAZUR K. 2014. Kształtowanie warunków mikroklimatu w budynkach inwentarskich dla bydła [Formation of microclimatic conditions in livestock buildings for cattle]. Technika Rolnicza, Ogrodnicza i Leśna. Nr 4 s. 6–9.

MUZALEWSKI A. 2010. Koszty eksploatacji maszyn [Machine operating costs]. Nr 25. Falenty–Warszawa. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-05-9 ss. 56.

PIETRZAK S. 2006. Metoda inwentaryzacji emisji amoniaku ze źródeł rolniczych i jej praktyczne zastosowanie [Inventory method for ammonia emissions from agricultural sources in Poland and its practical application]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T 6. Z. 1(16) s. 319–334.

ROMANIUK W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych [The impact of functional and technological solutions of barns on energy consumption and the cost of milk production on family farms]. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo-Badawcze. Warszawa. IBMER. ISSN 0209-1380 ss. 136.

ROMANIUK W. 2000. Ekologiczne systemy gospodarki obornikiem i gnojowicą [Environmental management systems of solid manure and slurry]. Warszawa. IBMER. ISBN 83-86264-58-6 ss. 114.

ROMANIUK W., BOREK K. 2015. Tekhnologicheskiye i funktsional'nyye resheniya besprivyaznykh korovnikov i vozmozhnosti sovместnoy [The technological and functional solutions of open stall barns and collaboration capabilities]. W: Innovatsionnye tekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii [Innovative technologies in adaptive-landscape agriculture]. Monografia. Red. W. Romaniuk. Suzdal FGBNU „Vladimirskiy NIISKH” s. 439–453.

ROMANIUK W., GŁASZCZKA A., BISKUPSKA K. 2012. Analiza rozwiązań instalacji biogazowych dla gospodarstw rodzinnych i farmerskich [Analysis of the biogas installation solutions for the family farms and farming enterprises]. Inżynieria w Rolnictwie. Monografie. Nr 9. Falenty. ITP. ISBN 978-83-62416-53-0 ss. 94.

ROMANIUK W., OVERBY T. 2005a. Standardy dla gospodarstw rolnych. Systemy utrzymania bydła [Farm Standards. Housing systems for cattle]. Poradnik. Wyd. II. Pr. zbior. Warszawa. IBMER, DAAS Skejby. ISBN 83-89806-00-2 ss. 172.

ROMANIUK W., OVERBY T. 2005b. Standardy dla gospodarstw rolnych. Magazynowanie nawozów naturalnych [Farm standards for manure storages]. Poradnik. Wyd. II. Pr. zbior. Warszawa. IBMER, DAAS Skejby. ISBN 83-89806-03-7 ss. 81.

USTAWA z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Dz.U. 2007. Nr 147 poz. 1033.

WARDAL W.J. 2001. Wpływ warunków środowiskowych w oborach wolnostanowiskowych na efekty produkcyjno-ekonomiczne [The impact of environmental conditions in freestall barns on production results and economic]. Symbol dok. IBMER XXVI/2522 ss. 20.

WARDAL W.J. 2012. Wpływ systemu chowu bydła na nakłady usuwania i magazynowania nawozu naturalnego [The impact of the cattle kemping system on costs for removing and storing of manure]. Rozprawa doktorska. Falenty–Warszawa. ITP. Maszynopis ss. 131.

Witold Jan Wardal

**HUMAN WORK INPUTS AND UNIT EXPLOITATION COSTS OF MACHINERY
FOR MANURE REMOVING FROM FREE-STALL COW BARN
WITH SELF-FLOWING SYSTEM OF BEDDING**

Summary

The investigations of human work inputs and unit exploitation costs on manure removing from free-stall cow barn with self-flowing system of bedding described in the paper. At the analyzed livestock building were kept 116 LU. Resting area for cows was 8% slope to

wards the corridor with concrete floor which was also a walking alley for cows. Values of technological indicators such as: human labour inputs, unit inputs of mechanical energy, unit exploitation costs of machinery for manure removing were determined. Human labour inputs amounted to $0.83 \text{ min} \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$. Mechanical energy inputs connected with implementation of machinery destined for manure removing were $0.348 \text{ kWh} \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$. Exploitation costs amounted to $219.99 \text{ PLN} \cdot \text{LU}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$.

Key words: cow barn, animal manure, self-flowing system, inputs, costs

Adres do korespondencji:

dr inż. Witold Jan Wardal
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Oddział w Warszawie
Zakład Eksploatacji i Budownictwa Wiejskiego
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa
tel. 22 542-11-35; e-mail: w.wardal@itp.edu.pl