

Krzysztof PILARSKI, Jacek DACH, Damian JANCZAK
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Rolniczej
ul. Wojska Polskiego 50, 60-637 Poznań
e-mail: pilarski@up.poznan.pl
Zbyszek ZBYTEK
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
ul. Starołęcka 31, 60-963 Poznań

THE INFLUENCE OF TRANSPORT DISTANCE ON TANK EFFICIENCY AND MANAGEMENT COSTS OF POST-DIGESTATE FROM 1 MW AGRICULTURAL BIOGAS PLANT

Summary

This paper presents the influence of transport distance on the tank efficiency and management costs of post-digestate from 1 MW agricultural biogas plant. The work parameters of tree slurry tankers of leading national firms (Joskin, Pomot and Meprozet) of 18 Mg load capacity, co-operating with New Holland tractor, were analyzed. Three options of digestate pouring were chosen in dependence on accessibility of the fields around the biogas plant. It has been stated that for classic 1 MW_{el} agricultural biogas plant the minimal area indispensable for digestate management amounts over 2500 ha and transport distance over 3,35 km. In result the tank efficiency is small (1,43-0,88 ha/h) and most of the time is used for transport movement. General costs of management of post-digestate from 1 MW_{el} agricultural biogas plant oscillate between 275 000 PLN per year (ideal conditions of accessibility for pouring 100% field area around the biogas plant) up to 380 000-390 000 PLN at 25% density of field area where the recovery with usage of R10 method can be applied.

WPLYW ODLEGŁOŚCI TRANSPORTOWEJ NA WYDAJNOŚĆ PRACY AGREGATÓW I KOSZTY ZAGOSPODAROWANIA POFERMENTU Z BIOGAZOWNI ROLNICZEJ 1 MW_{el}

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ odległości transportowej na wydajność pracy agregatów i koszty zagospodarowania pofermentu z biogazowni rolniczej 1 MW_{el}. Analizie poddano trzy wozy asenizacyjne wiodących krajowych firm (Joskin, Pomot i Meprozet) o ładowności 18 Mg, współpracujące z ciągnikiem New Holland. Wybrano trzy opcje rozlewu pulpy w zależności od stopnia dostępności pól leżących wokół biogazowni. Stwierdzono, że dla klasycznej biogazowni rolniczej o mocy 1 MW_{el} minimalny obszar niezbędny do zagospodarowania pulpy wynosi ponad 2,5 tys. ha, a odległość transportowa ponad 3,35 km. W efekcie wydajność pracy agregatów jest niewielka (1,43-0,88 ha/h), a większość czasu jest zużywana na przejazdy transportowe. Ogólne koszty zagospodarowania pofermentu z biogazowni rolniczej 1 MW_{el} wahają się od ok. 275 tys. zł rocznie (idealne warunki dostępności dla rozlewu 100% powierzchni pól wokół biogazowni) do 380-390 tys. zł przy 25% zagęszczeniu powierzchni pól, na których można prowadzić odzysk metodą R10.

1. Wstęp

Aktualnie (tzn. w 2010 r.) rozwiązanie problemu zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej jest jednym z ważniejszych kryteriów pozwalających na funkcjonowanie biogazowni rolniczych w Polsce. Pulpa pofermentacyjna z biogazowni traktowana jest bowiem jako niebezpieczny odpad z grupy 19, gdzie wymieniane są „Odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych” [1]. Kod odpadu dla pulpy pofermentacyjnej to 19 06 06, który określa „Przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych”. W tej samej grupie 19. wg katalogu odpadów znajdują się również inne odpady, np.: żużle i pyły z kotłów, szlamy z przerobu odpadów zawierające substancje niebezpieczne, kwaśne smoły, odpady niebezpiecznie częściowo stabilizowane lub zestalone, odpady po autoklawowaniu odpadów medycznych i weterynaryjnych czy też osady ściekowe albo odpady zawierające metale ciężkie. Zaliczenie pulpy pofermentacyjnej z biogazowni rolniczych do tej szerokiej grupy odpadów niebezpiecznych było bardzo dużym błę-

dem ustawodawcy, ale też spowodowało, że jej możliwości zagospodarowania jako nawozu rolniczego zostały obwarowane całym szeregiem warunków trudnych do spełnienia i kosztownych [2]. Mimo tego w 2010 roku działające w Polsce nieliczne biogazownie zagospodarowywały pulpę pofermentacyjną przede wszystkim stosując jako nawóz rolniczy, zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska z 14 listopada 2007 r. w sprawie procesu odzysku R10 [3].

Stosowanie odpadów z produkcji biopaliw jako nawozu może być w niektórych przypadkach korzystne dla gleby [4], ale jest ograniczone ustawową o nawozach i nawożeniu do terminu 1 marzec – 30 listopad, poza tym odpad stosować można na glebę tylko w odpowiednich terminach agrotechnicznych.

Warto podkreślić, iż w przypadku rolniczych biogazowni niemieckich podstawowym sposobem zagospodarowania pofermentu jest jego wywożenie na pole jako nawozu. Jest to ogólnie przyjęte, a co więcej, w Niemczech, uznaje się pulpę pofermentacyjną za dobrej wartości nawóz naturalny [5]. Tymczasem – jak wcześniej wspomniano - aktualnie w Polsce (2010 rok) przepisy prawne umieszczają pulpę pofermentacyjną w 19. grupie odpadów potencjalnie niebezpiecznych. Jest to zupełnie błędne podejście legislacyjne, gdyż w odróż-

nieniu od osadów, które mogą zawierać np. ponadnormatywne zawartości metali ciężkich, pulpa pofermentacyjna z biogazowni rolniczych jest całkowicie bezpiecznym nawozem. Pochodzi bowiem ona z przefermentowania odchodów zwierzęcych (gnojowicy i obornika) oraz roślin stanowiących paszę dla zwierząt gospodarczych. Najbardziej typowy wsad do biogazowni rolniczej to gnojowica i kiszunka z kukurydzy [6, 7]. Ze względu więc na bezpieczeństwo konsumentów nie mogą w tych materiałach znajdować się podwyższone zawartości metali ciężkich. W typowej, tradycyjnej produkcji rolniczej nie ma zresztą ryzyka dostarczenia metali ciężkich o ile nie są stosowane nawozy (np. osady) zawierające ponadnormatywne stężenia metali ciężkich. W przygotowawczej obecnie nowej wersji ustawy o nawozach i nawożeniu ustawodawca zmienił podejście do klasyfikacji pulpy pofermentacyjnej z biogazowni rolniczych, bowiem jest ona w niej traktowana jako nawóz naturalny o regułach składowania i stosowania takich samych jak dla gnojowicy [8]. W ten sposób już w niedalekiej przyszłości znacznie zostanie ułatwiona kwestia zagospodarowania pofermentu i w efekcie odzysk metodą R10 (czyli rozlew na polach jako nawóz rolniczy) za pomocą wozów asenizacyjnych stanie się dominującą technologią zagospodarowania pulpy.

2. Cel badań

Celem niniejszych badań jest analiza wpływu odległości transportowej wywozu pulpy na wydajność pracy zestawów maszynowych (ciągnik i wóz asenizacyjny z wężami wleczonymi) oraz kosztów zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej z biogazowni rolniczej o mocy 1 MW_{el}. Niniejsza analiza będzie odnosić się do typowego dla biogazowni rolniczych sposobu zagospodarowania pofermentu jako nawozu rolniczego w metodzie odzysku R10 (rozprowadzanie na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub ulepszenia gleby) [9].

3. Metodyka badań

Badania wydajności oraz kosztów rozlewu pulpy wykonano przy zastosowaniu trzech zestawów wozów asenizacyjnych do rozlewu gnojowicy pochodzących od wiodących firm na krajowym rynku rozlewaczy do gnojowicy (Joskin, Meprozet i Pomot), o tej samej ładowności (18 Mg) lecz różnej szerokości rozlewu (tab. 2), zagregowane z ciągnikiem New Holland T7040. Wybrane zestawy cechowały się podobnymi parametrami eksploatacyjnymi oraz ceną (tab. 1). Trzeba przy tym podkreślić, że w warunkach rzeczywistych jedynie wozy asenizacyjne firmy Joskin zostały sprawdzone pod kątem zastosowania do rozlewu pulpy pofermentacyjnej, gęstszej niż gnojowica i w związku z tym sprawiającej większe trudności przy rozlewie na polu.

Tab. 1. Ceny netto zestawów do rozlewania pulpy użytych w analizie wydajności i kosztów
Table 1. Net prices of machine sets for digestate spreading used in cost and efficiency analysis

Wyszczególnienie	jedm.	Producent			
		Joskin	Meprozet	Pomot	New Holland
Symbol	-	Quadra	PN-180	T550	T7040
Cena wozu	zł	135000	114000	125800	-
Cena rampy rozlewowej	zł	34000	45500	39000	-
Cena wozu ogółem	zł	169000	159500	164800	-
Cena ciągnika	zł	-	-	-	291000

Joskin od kilku lat dostarcza wozy asenizacyjne dla biogazowni rolniczych w Niemczech. Niemniej przyjęto, że wozy asenizacyjne Pomotu i Meprozetu również powinny poprawnie funkcjonować w czasie rozlewania pulpy pofermentacyjnej przy typowej zawartości suchej masy na poziomie 9-11%.

Dzięki zastosowaniu kalkulatora biogazowego BiogasWebPlanner® wyliczono, że biogazownia rolnicza pracująca z mocą elektryczną 1 MW potrzebuje rocznie wsad w ilości 55845 Mg gnojowicy świńskiej oraz 16060 Mg kiszunki z kukurydzy [10]. Z uwagi na straty składników z powodu wytwarzanego biogazu w ilości 4771 Mg, masa wytwarzanej rocznie pulpy wynosi 67134 Mg. Przy zawartości 3,9 kg N/Mg ś.m. w gnojowicy oraz 14,6 kg N/Mg w kiszonce, daje to w efekcie 452272 kg azotu w wyprodukowanej pulpie. Przy limicie 170 kg N/ha dawki nawożenia ze względu na zawartość azotu przyjęto, że wymagana powierzchnia do rozlewu wynosi więc co najmniej 2660 ha. Daje to okrąg o promieniu 5,16 km, czyli w uproszczeniu można przyjąć, że średnia odległość transportowa będzie wynosiła połowę tej wielkości – 2,58 km. Należy jednak pamiętać, że w warunkach rzeczywistych drogi nie rozchodzą się promieniście, lecz stanowią z reguły siatkę opartą na istniejących konturach pól. Stąd przyjęto współczynnik urealnienia (zwiększenia) długości dróg transportowych dla pulpy na poziomie 30%, czyli 3,35 km. Tak przyjęte założenia sformułowano dla najkorzystniejszej opcji I transportu (pulpa jest rozlewana na 100% powierzchni pól wokół biogazowni). Trzeba podkreślić, że w warunkach rzeczywistych na części obszarów nie można rozlewać pulpy (lasy, jeziora, bagna, obszary zurbanizowane czy też mające już maksymalny stopień nawożenia nawozami naturalnymi jak np. gnojowicą z ferm trzody). W efekcie przyjęto również do analizy opcję II z 50% zagęszczeniem pól, na które można wylewać pulpę oraz opcję III z 25% zagęszczeniem. W tych wariantach średnia odległość transportowa (powiększona o współczynnik 1,3) wynosi odpowiednio 4,74 km dla opcji II i 6,71 km dla opcji III.

Obliczenia przeprowadzono dla jednego agregatu maszynowego, przy czym założono, że ze względu na ograniczone możliwości czasowe rozlewu pulpy (tylko wczesną wiosną i po żniwach lub jesienią) nawożenie pulpę będzie wykonywane dwoma zestawami wóz asenizacyjny+ciągnik. Czasy obiegu agregatu maszynowego do rozlewu, wydajności nawożenia i wykorzystanie roczne obliczono posługując się metodyką obliczania wydajności prac maszynowych opracowaną w IIR UP w Poznaniu [11], z kolei koszty eksploatacji zestawów ciągnikowych wyliczono na podstawie standardowej metodyki opracowanej przez IBMER [12].

4. Wyniki i dyskusja

Podstawowe wskaźniki eksploatacyjne pracy badanych agregatów w zależności od trzech opcji odległości transportowych wynikających z rozmieszczenia pól, na które rozlewana jest pulpa pofermentacyjna, przedstawiono w tab. 2.

Tab. 2. Wskaźniki eksploatacyjne pracy badanych agregatów maszynowych w zależności od opcji rozmieszczenia pól (dla jednego agregatu)

Table 2. Operating indices of analyzed combined machines in relation to field distribution options (for one combined machine)

Typ wozu asenizacyjnego	Opcja I			Opcja II			Opcja III		
	Joskin Quadra	Mepro-zet PN-180	Pomot T550	Joskin Quadra	Mepro-zet PN-180	Pomot T550	Joskin Quadra	Mepro-zet PN-180	Pomot T550
Masa pulpy do rozwiezienia M_k [Mg]	33567 ¹⁾								
Dawka Q_d [Mg/ha]	24,06								
Szerokość rozlewu b [m]	15	16	18	15	16	18	15	16	18
Prędkość robocza v_r [km/h]	12								
Prędkość transportowa pełn.zest. v_t [km/h]	18								
Prędkość transportowa pust.zest. v_i [km/h]	25								
Odległość pola od gospodarstwa l [km]	3,35			4,74			6,71		
Ładowność wozu asenizacyjnego Q [t]	18								
Wydajność ładowania W_l [Mg/h]	45								
Czasy eksploatacyjne									
Czas załadunku t_z [h]	0,17								
Czas jazdy na pole t_t [h]	0,19			0,26			0,37		
Czas rozlewu nawozu t_r [h]	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03
Czas powrotu z pola t_j [h]	0,13			0,19			0,27		
Czas obiegu t_o (h)	0,53	0,53	0,52	0,66	0,66	0,65	0,85	0,85	0,84
Wydajności									
Wydajność nawożenia pulpą W_{np} [Mg/h]	34,03	34,20	34,48	27,21	27,31	27,49	21,19	21,26	21,37
Wykorzystanie roczne rozlewnicy W_r [h]	986,4	981,5	973,5	1233,8	1228,9	1220,9	1583,8	1578,9	1570,9
Wydajność nawożenia pulpą W_{np} [ha/h]	1,41	1,42	1,43	1,13	1,14	1,14	0,88	0,88	0,89
Liczba dni roboczych przy dwuzmianowej pracy	62	61	61	77	77	76	99	99	98

¹⁾ Podana masa pulpy dotyczy wywozu przez jeden agregat maszynowy

Jak widać, wraz ze wzrostem odległości transportowej znacząco spadała wydajność pracy agregatów, z poziomu ok. 34 Mg/h dla opcji I do poziomu ok. 21 Mg/h dla opcji III. Natomiast różnice w wydajności zestawów poszczególnych producentów były w zasadzie pomijalne. Warto też podkreślić, że analizując składniki czasu obiegu poszczególnych zestawów, jedynie niewielka część pracy poświęcona była na rzeczywisty rozlew pulpy. Największa część czasu obiegu przeznaczona była natomiast na przejazdy transportowe na i z pola.

Do obliczeń kosztów przyjęto, że z wozami asenizacyjnymi zagregowany będzie ten sam ciągnik rolniczy New Holland T 7040. Ponadto założono 20 letni przewidywany okres użytkowania ciągnika. Jego wykorzystanie w okresie użytkowania, w zależności od współpracującego wozu asenizacyjnego do rozlewu gnojowicy, zawierał się w przedziale od 27469 h do 27727 h. Obliczono wykorzystanie roczne, które wynosiło od 1373 h/rok do 1386 h/rok. Pozostałe dane przyjęte do obliczeń: wskaźnik kosztów przechowywania $k_k = 2\%$ /rok, koszt ubezpieczenia i podatku drogowego $U = 300$ zł/rok, wskaźnik kosztu napraw w okresie użytkowania $k_n = 90\%$, cena paliwa $C_p = 5,2$ zł/kg, zużycie paliwa $Z_p = 12$ kg/h i koszt robotnikogodziny $K_{rbh} = 10$ zł/h. Koszty użytkowania ciągnika rolniczego New Holland T 7040 w zależności od opcji odległości transportowych przedstawiono w tab. 3.

Do obliczeń kosztów stosowania wozów asenizacyjnych przyjęto 15 letni przewidywany okres ich użytko-

wania. Ich wykorzystanie w okresie użytkowania zawierało się w przedziale od 14602 h do 14796 h. Obliczono wykorzystanie roczne, które wynosiło od 973,45 h/rok do 986,37 h/rok. Pozostałe dane przyjęte do obliczeń: wskaźnik kosztów przechowywania $k_k = 2\%$ /rok, koszt ubezpieczenia i podatku drogowego $U = 100$ zł/rok, wskaźnik kosztu napraw w okresie użytkowania $k_n = 60\%$. Koszty użytkowania przyczep asenizacyjnych w zależności od opcji odległości transportowych przedstawiono w tab. 4.

W efekcie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że przy podobnych parametrach eksploatacyjnych (ta sama ładowność, zbliżona szerokość robocza, ten sam ciągnik) jednostkowe koszty eksploatacji nie zależą w większym stopniu od producenta wozu asenizacyjnego, lecz od odległości transportowej. Im większa odległość transportowa, tym bardziej wzrasta czas wykorzystania rocznego zestawu (z poziomu 973-986 h w opcji I do 1570-1583 h w opcji III), a tym samym spada jednostkowy koszt eksploatacji (rys. 1). Jednakże wzrasta za to koszt eksploatacji agregatów maszynowych w przeliczeniu na jednostkę pracy, czyli w przeliczeniu na tonę wywiezionej pulpy, z poziomu 4,09-4,15 zł Mg⁻¹ w opcji I do 5,71-5,76 zł Mg⁻¹ w opcji III (tab. 4). W efekcie, całkowite koszty eksploatacji agregatów znacząco wzrastają (rys. 2) wraz ze wzrostem odległości transportowej i zmniejszającej się w kolejnych analizowanych opcjach wydajności pracy agregatów (tab. 2).

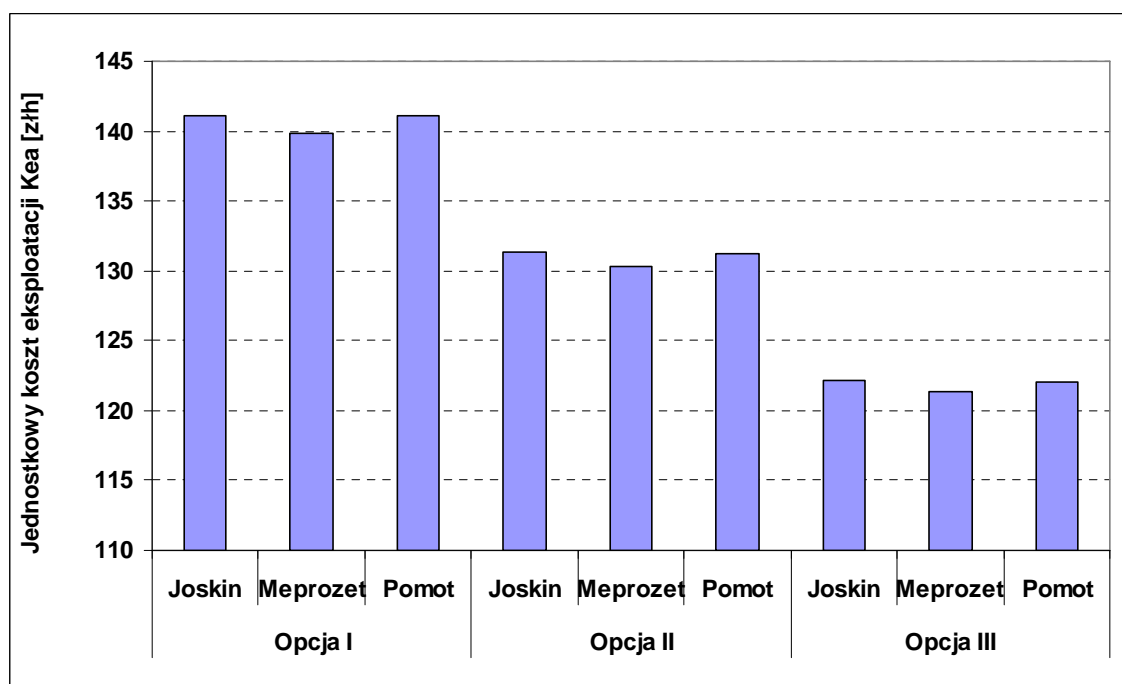
Tab. 3. Koszty użytkowania ciągnika rolniczego New Holland T7040
 Table 3. Operating costs of tractor New Holland T7040

Rodzaj kosztów	Symbol	Jedn.	Opcja I	Opcja II	Opcja III
Koszt amortyzacji	K_a	zł/rok	17751,00		
Koszt przechowywania	K_k	zł/rok	7100,40		
Koszt ubezpieczenia i podatku drogowego	K_{ub}	zł/rok	300,00		
Razem koszty utrzymania	K_u	zł/rok	25151		
Jednostkowy koszt utrzymania	K_{uj}	zł/h	18,14		
Koszt napraw	K_n	zł/h	11,52	11,56	11,63
Koszt paliwa i smarów	K_p	zł/h	74,88		
Koszt robocizny bezpośredniej	K_r	zł/h	10,00		
Razem koszty użytkowania	K_{uz}	zł/h	96,40	96,44	96,51
Jednostkowy koszt eksploatacji	K_e	zł/h	114,55	114,65	114,82

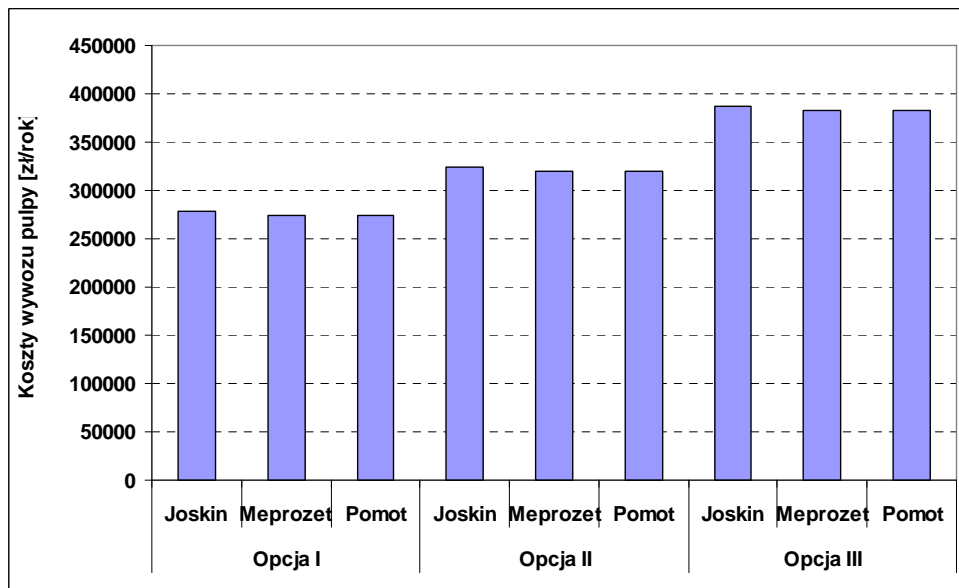
Tab. 4. Koszty eksploatacji wozu asenizacyjnego (wraz z kosztami ciągnika) obliczone dla przyjętych opcji rozmieszczenia pól (dla jednego agregatu)

Table 4. Operating costs of slurry tanker (including tractor costs) calculated for field distribution options (for one set tractor-spreaders)

Rodzaj kosztów	Jednostki	Opcja I			Opcja II			Opcja III		
		Quadra	Meprozet PN-180	Pomot T550	Quadra	Meprozet PN-180	Pomot T550	Quadra	Meprozet PN-180	Pomot T550
Koszt amortyzacji - K_a	zł/rok	13745,33	12972,67	13403,73	13745,33	12973	13404	13745	12973	13404
Koszt przechowywania - K_k	zł/rok	4123,60	3891,80	4021,12	4123,60	3891,80	4021,12	4123,60	3891,80	4021,12
Koszt ubezpieczenia i podatku drogowego - K_{ub}	zł/rok	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Razem koszty utrzymania - K_u	zł/rok	17969	16964	17525	17969	16964	17525	17969	16964	17525
Jednostkowy koszt utrzymania - K_{uj}	zł/h	18,22	17,28	18,00	14,56	13,80	14,35	11,35	10,74	11,16
Koszt napraw - K_n	zł/h	8,36	7,93	8,26	6,68	6,33	6,59	5,21	4,93	5,12
Koszt paliwa i smarów - K_p	zł/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt energii elektrycznej - K_{ee}	zł/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt materiałów pomocniczych - K_{mp}	zł/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszt robocizny bezpośredniej - K_r	zł/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem koszty użytkowania - K_{uz}	zł/h	8,36	7,93	8,26	6,68	6,33	6,59	5,21	4,93	5,12
Jednostkowy koszt eksploatacji - K_e	zł/h	26,58	25,21	26,26	21,25	20,14	20,94	16,55	15,67	16,28
Jednostkowy koszt eksploatacji agregatu - K_{ea}	zł/h	141,12	139,86	141,09	131,30	130,26	131,19	122,16	121,34	122,02
Koszty eksploatacji agregatu na jednostkę pracy - $K_{e(st)a}$	zł/t	4,15	4,09	4,09	4,83	4,77	4,77	5,76	5,71	5,71
Koszt roczny dla całego gospodarstwa	zł/t	139200	137279	137343	162002	160093	160176	193483	191584	191683
Koszt usługi maszynowej - K_{ust}	zł/h	162	161	162	151	150	150	140	140	140
	zł/ha	5	5	5	6	5	5	7	7	7



Rys. 1. Jednostkowy koszt eksploatacji agregatu maszynowego
 Fig. 1. Cost per combined machine



Rys. 2. Roczny koszt zagospodarowania wytworzonej pulpy pofermentacyjnej metodą R10 przez dwa agregaty maszynowe
Fig. 2. Yearly cost of digestates management by R10 method with 2 sets of slurry tankers

Jak widać z zestawienia na rys. 2, nawet w idealnych warunkach posiadania wokół biogazowni pól mogących być w 100% wykorzystanych do nawożenia pulpą pofermentacyjną, koszt zagospodarowania wytworzonej rocznie pulpy przekracza 275 tys. zł. W bardziej urealnionych warunkach koszt ten zbliża się do 400 tys. zł. Tymczasem trzeba podkreślić, że w praktyce rzadko zdarza się, aby inwestorzy planujący budowę i użytkowanie biogazowni brali pod uwagę powyższy koszt w analizie ekonomicznej inwestycji. Trzeba też wziąć pod uwagę także to, że wyliczone koszty są adekwatne dla biogazowni znajdującej się w gospodarstwie rolnym, mającym swój sprzęt i pracowników. Tymczasem w sytuacji prowadzenia odzysku pulpy pofermentacyjnej metodą R10 usługowo, przez zewnętrzną firmę, koszt obsługi biogazowni będzie znacząco wyższy z uwagi na dodatkową marżę.

Warto podkreślić, że wyliczone koszty zagospodarowania pulpy pofermentacyjnej nie obejmują kosztów analiz fizycznych i chemicznych gleby, niezbędnych przy stosowaniu nawożenia pulpą, a wymaganych rozporządzeniem ministra środowiska w sprawie procesu odzysku R10 [2]. Koszt tych analiz, wykonywanych raz na rok lub raz na 5 lat, a obejmujący pobieranie 25 prób na każde 5 ha pól nawożonych pulpą pod kątem analizy m.in. na zawartość metali ciężkich, może być bardzo wysoki. Przewiduje się jednak, że planowana nowa ustawa o nawozach i nawożeniu wyłączy obowiązek badań glebowych na zawartość m.in. metali ciężkich przy stosowaniu nawożenia pofermentem pochodzącym z biogazowni rolniczych.

5. Wnioski

1. Parametry eksploatacyjne wozów asenizacyjnych wiodących krajowych producentów są na zbliżonym poziomie, zależą natomiast w dużym stopniu od odległości transportowej pofermentu.
2. Dla klasycznej biogazowni rolniczej o mocy 1 MW_{el} minimalny obszar niezbędny do zagospodarowania pulpy wynosi ponad 2,5 tys. ha, a odległość transportowa ponad 3,35 km. W efekcie wydajność pracy agregatów jest niewielka (1,43-0,88 ha/h), a większość czasu jest zużywana na przejazd transportowe.

3. Koszty eksploatacji analizowanych zestawów maszynowych w przeliczeniu na 1 Mg rozwiezionej pulpy wzrastają wraz z odległością transportową z 4,08-4,4,15 zł Mg⁻¹ do 5,71-5,76 zł Mg⁻¹.

4. Ogólne koszty zagospodarowania pofermentu z biogazowni rolniczej 1 MW_{el} wahają się od ok. 275 tys. zł rocznie (idealne warunki dostępności dla rozlewu 100% powierzchni pól wokół biogazowni) do 380-390 tys. zł przy 25% zagęszczeniu powierzchni pól, na których można prowadzić odzysk metodą R10.

Niniejsza praca została zrealizowana w ramach projektu „Technologie odzysku odpadów z wytwarzania biopaliw ciekłych i gazowych”, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (umowa nr N N313 050036).

6. Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206)
- [2] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 listopada 2007 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. Nr 228 poz. 1685)
- [3] Dach J.: Rynek biogazowni w Polsce – ocena i perspektywy. Czysza Energia, 2010, nr 5.
- [4] Wiater J.: Zawartość i plon białka pszenicy ozimej w warunkach następczego oddziaływania odpadów. Annales UMCS, Lublin – Polonia, Section E, 2004, 59, 2, 579–587.
- [5] Szlachta J., Fugol M.: Analiza możliwości produkcji biogazu na bazie gnojowicy oraz kiszonki z kukurydzy. Inżynieria Rolnicza, 2009, 5(114), s. 275-280.
- [6] Fugol M., Szlachta J.: Zasadność używania kiszonki z kukurydzy i gnojowicy świńskiej do produkcji biogazu. Inżynieria Rolnicza, 2010, 1 (119), s. 169-174.
- [7] Dach J., Zbytek Z., Pilarski K., Adamski M.: Badania efektywności wykorzystania odpadów z produkcji biopaliw jako substratu w biogazowni. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2009, nr 6.
- [8] Projekt ustawy MRiRW o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu 2010 <http://www.pigeo.org.pl/upload/file/454.pdf>
- [9] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 września 2010 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach. (Dz.U. Nr 185, poz. 1243).
- [10] Dach J., Kluzka T., Adamski M.: Biogas Web Planner® - projekt wspomagający proces decyzyjny w zakresie opłacalności budowy biogazowni na potrzeby sektora rolno-spożywczego. Mat. XII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Zastosowanie Technologii Informatycznych w Rolnictwie, 27-28 kwietnia 2009, Poznań-Puszczykowo.
- [11] Sęk T., Przybył J., Dach J.: Projektowanie technologii prac maszynowych dla produkcji roślinnej. Wyd. AR w Poznaniu, 1997.
- [12] Muzalewski A.: Koszty eksploatacji maszyn nr 22. Warszawa: Wydawnictwo IBMER, 2007.