

## STRATEGY AND POSSIBILITIES OF BIOFUELS PRODUCTION FROM ANIMAL FAT IN POLAND

### Summary

*In this study an analysis of the capacity to produce biofuels from animal fats in Poland was presented. Level of availability of raw material was defined based on the volume of production of slaughter livestock and the quantity of animal fat consumption by humans. In Poland in 2006 there was 18,8 million heads of pigs and 5,6 million heads of cattle, which gave the mass of 363 thousand tons of beef and 2,16 million tons of pork in the hot post-slaughter weight. The fat content after taking into account losses in the cooling time was 361 thousand tons of which 233 thousand tons was destined to the consumption. The animal fat content in traditional fuels in Poland was estimated based on the own researches and data from literature. On the base of available data and its analysis was proposed location of the refinery of biofuels in Poland.*

## STRATEGIA I MOŻLIWOŚCI PRODUKCJI BIOPALIW Z TŁUSZCZÓW ZWIERZĘCYCH W POLSCE

### Streszczenie

*Przedstawiono analizę możliwości produkcji biopaliwa z tłuszczów zwierzęcych w Polsce. Na podstawie wielkości produkcji żywca rzeźnego, uwzględniając ilość spożycia tłuszczu zwierzęcego przez ludzi, określono poziom dostępności surowca. Produkcja żywca rzeźnego w Polsce w roku 2006 kształtowała się na poziomie ok. 18,8 mln szt. trzody i 5,6 mln szt. bydła, co dało masę 363 tys. ton mięsa wołowego i 2,16 mln ton wieprzowego w wadze poubojowej ciepłej. Udział tłuszczów już po uwzględnieniu ubytków w procesie schładzania wyniósł razem 361 tys. ton, z czego na spożycie przeznaczono 233 tys. ton. W oparciu o badania własne i dane z literatury oszacowano ich udział w tradycyjnych paliwach sprzedawanych w Polsce. Na podstawie dostępnych danych i przeprowadzonych analiz zaproponowano lokalizację rafinerii biopaliw Polsce.*

### 1. Wstęp

Olej roślinny jest głównym surowcem do produkcji biopaliw zasilających silniki ZS [11]. W Polsce jak wynika z opracowania Rosiak [9] na pokrycie zapotrzebowania na 1,6% ON potrzebne jest około 123 tys. ton biodiesla, co przy średnim plonie rzepaku 2,6 t/ha wymaga przeznaczenia na ten cel ok. 120 tys. ha. Alternatywnym surowcem do produkcji biodiesla, jak twierdzi Walisiewicz-Niedbalska i Podkówa [13], mogą być tłuszcze zwierzęce. Tłuszcze zwierzęce jak i olej roślinny posiadają podobną budowę molekularną [1]. Idąc tym tropem można powiedzieć, że tłuszcz zwierzęcy może być alternatywnym surowcem do produkcji biopaliw. Olej roślinny w odróżnieniu do tłuszczu zwierzęcego przyjmuje konsystencję stałą w temperaturze pokojowej. Dzieje się to za sprawą podwyższonego udziału kwasów nasyconych [8]. W wyniku reakcji transestryfikacji temperatura krzepnięcia zostaje zredukowana do poziomu około 10°C, co powoduje, że w temperaturze otoczenia w sezonie letnim estry metylowe przyjmują wartość stałą [2].

W wyniku badań prowadzonych na całym świecie dowiedziono, że powyższa teoria jest jak najbardziej uzasadniona. W wyniku estryfikacji tłuszczów zwierzęcych otrzymujemy biopaliwa o parametrah zgodnych z obowiązującą normą europejską EN 14214, określającą jakość biopaliw [12, 14]. W 2008 roku Golimowski, Nowak i Pawlak [3] badali sprawność procesu w oparciu o technologię estryfikacji niskotemperaturową opisaną przez Grzybek [4], uzyskując wyniki sprawności w zależności od warunków prowadzenia procesów 90,0% dla smalcu wieprzowego oraz 94,0% dla smalcu wołowego. W Danii powstała

pierwsza w Europie rafineria przerabiająca odpady tłuszczowe między innymi tłuszcze zwierzęce na biopaliwa [10]. Na podstawie uzyskanych wyników badań można wywnioskować, że na wyprodukowanie 1 dm<sup>3</sup> biopaliwa wymagane jest zapotrzebowanie od 1,11 kg smalcu wieprzowego lub ok. 1,07 kg smalcu wołowego.

W wyniku analizy dotychczasowej wiedzy, za cel pracy przyjęto oszacowanie potencjału pozyskiwania tłuszczów zwierzęcych do produkcji biopaliw.

### 2. Problem badawczy

Szczegółowo przeprowadzona analiza literatury oraz wstępne badania własne wykazały braki w dostępnej wiedzy, uzupełnienie której można przeprowadzić rozwiązując następujący problem badawczy w postaci następujących pytań:

- 1) Jaki jest potencjał uzyskiwania tłuszczu z podziałem na województwa?
- 2) Jaki jest poziom produkcji surowca do wytwarzania biopaliw w Polsce?
- 3) W jakim stopniu tłuszcz zwierzęcy jest alternatywnym surowcem wobec oleju roślinnego?

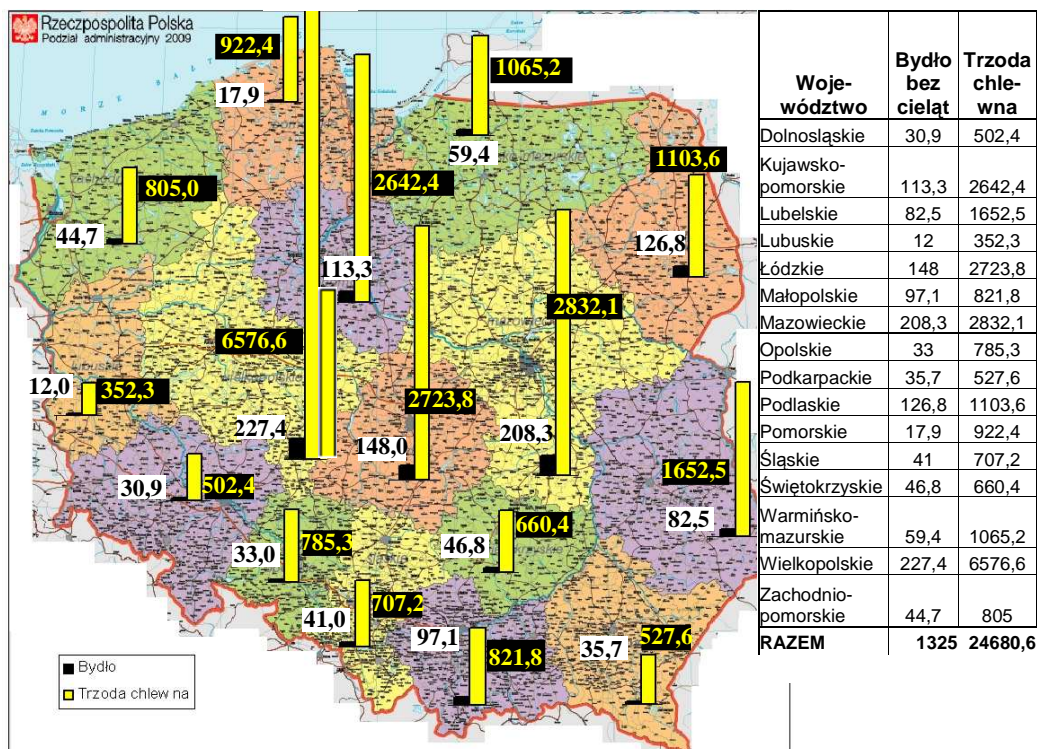
### 3. Stan pogłowia zwierząt rzeźnych

Pierwszym krokiem w określeniu potencjalnej wielkości produkcji biopaliw w Polsce z wykorzystaniem tłuszczów zwierzęcych jest ustalenie wielkości pogłowia trzody chlewnej i bydła jako źródła surowca. Wielkość stad bydła i trzody chlewnej oraz pozostałych niezbędnych danych związanych z produkcją żywca rzeźnego oparty został na wytycznych Rocznika Statystycznego Rolnictwa i obsza-

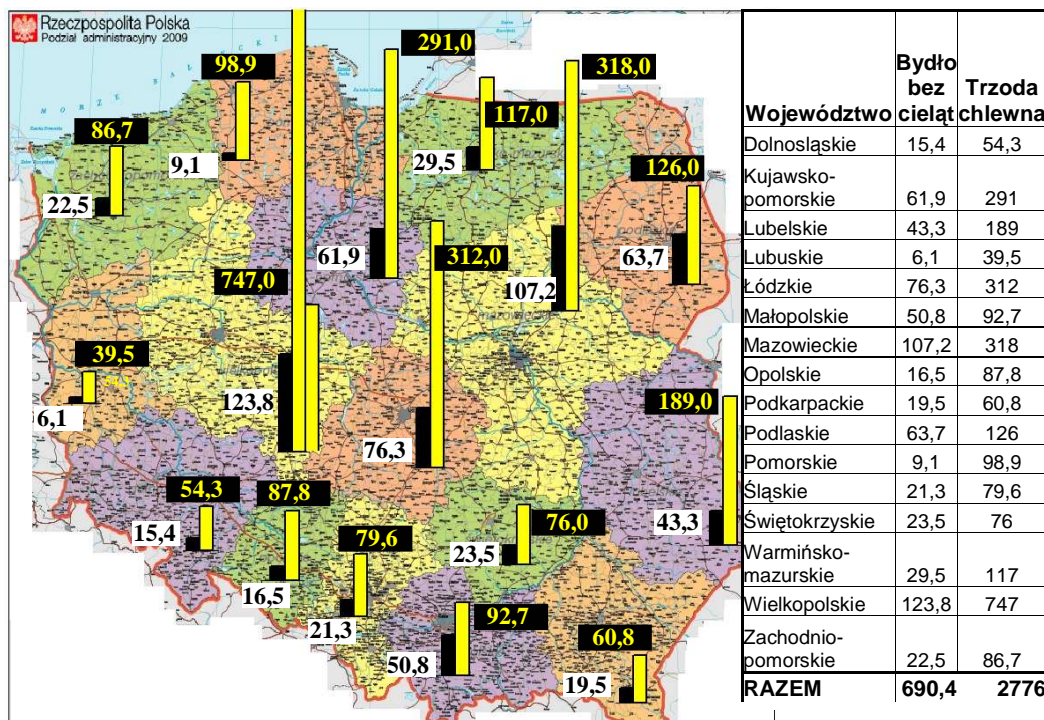
rów wiejskich za rok 2006. Stan pogłowia trzody chlewnej w ostatniej dekadzie nie ulegał większym zmianom i wynosił w 2006 roku 18 880 500 szt. Stan pogłowia bydła w tym samym roku oszacowany został na poziomie 5 600 400 szt., z czego krowy stanowiły 2 823 800 szt. (rys. 1).

Z uwagi na fakt, że technologia produkcji biopaliw związana jest z wykorzystaniem tłuszczów zwierzęcych,

priorytetowe wydaje się określenie wielkości pozyskiwanego tego surowca. Produkcja żywca rzeźnego kształtowała się na poziomie 1 325 000 szt. (bydło mleczne) oraz 24 680 600 szt. (trzoda chlewna), co dało wielkość produkcji żywca jako „wagi żywej” odpowiednio: 690 400 ton (bydło) i 2 776 000 ton (trzoda chlewna), co przedstawiono na rys. 2 w odniesieniu do poszczególnych województw.



Rys. 1. Produkcja żywca rzeźnego w tys. szt. według województw w 2006 roku. (Źródło: Rocznik Statystyczny 2007)  
 Fig. 1. Production of slaughter livestock by provinces in thousand heads in 2006. (Source: Statistical Yearbook 2007)



Rys. 2. Produkcja żywca rzeźnego według województw w 2006 roku w tys. ton. (Źródło: Rocznik Statystyczny 2007)  
 Fig. 2. Production of slaughter livestock by provinces in thousand tons in 2006. (Source: Statistical Yearbook 2007)



Na rys. 3 zaprezentowano wielkość produkcji żywca rzeźnego w wadze poubojowej ciepłej, jednak wyjściowymi danymi do szacowania potencjału produkcji biopaliw z tłuszczów zwierzęcych są dane uwzględniające wagę żywca uzyskiwaną w uboju na skutek schładzania. Dało to w 2006 roku 338 tys. ton żywca wołowego i 1712 tys. ton żywca wieprzowego, z czego tłuszcze stanowiły 361 000 ton. Liczba ta potwierdza 12-15% udział części tłuszczów wobec całej produkcji żywca rzeźnego. Uwzględniając spożycie tłuszczów z uboju wynoszące 233 tys. ton, pozostaje niezagospodarowane 130 tys. ton tłuszczów, mogące odegrać istotną rolę w produkcji biopaliw.

Tab. 1 przedstawia ilość pozyskiwanego tłuszczu zwierzęcego z podziałem na poszczególne województwa.

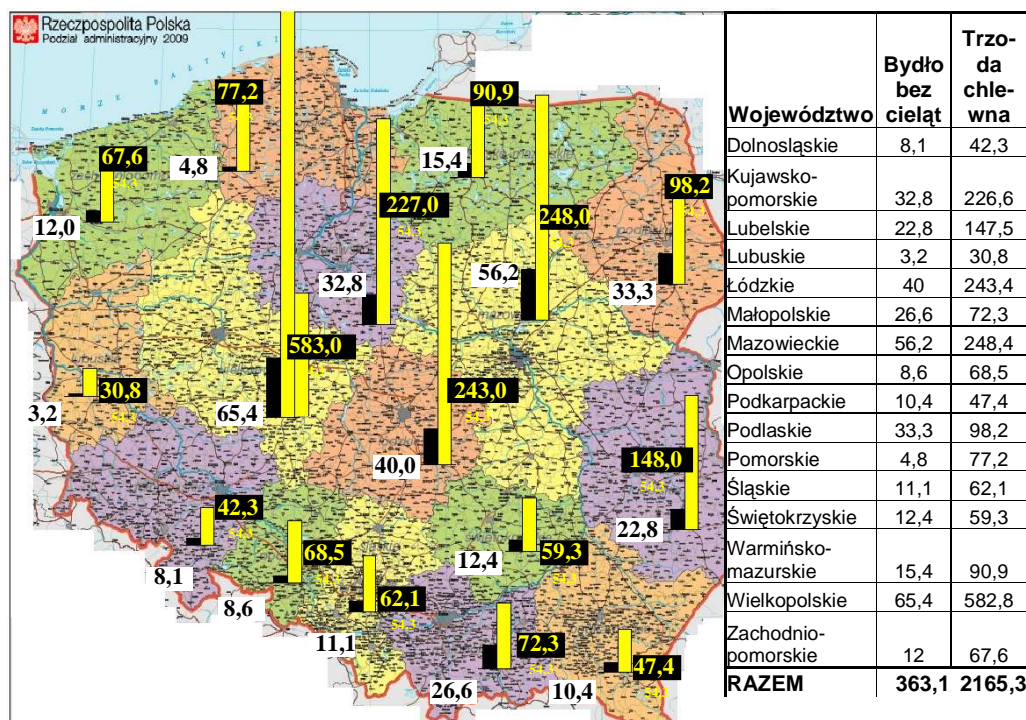
Tab. 1. Produkcja tłuszczu w Polsce w tys. ton w roku 2006  
Table 1. Production of animals fat in Poland in 2006 in thousands tons

Województwo	Tłuszcz wołowy	Tłuszcz wieprzowy	Suma
Dolnośląskie	1,15	6,01	7,16
Kujawsko-pomorskie	4,66	32,18	36,83
Lubelskie	3,24	20,95	24,18
Lubuskie	0,45	4,37	4,83
Łódzkie	5,68	34,56	40,24
Małopolskie	3,78	10,27	14,04
Mazowieckie	7,98	35,27	43,25
Opolskie	1,22	9,73	10,95
Podkarpackie	1,48	6,73	8,21
Podlaskie	4,73	13,94	18,67
Pomorskie	0,68	10,96	11,64
Śląskie	1,58	8,82	10,39
Świętokrzyskie	1,76	8,42	10,18
Warmińsko-mazurskie	2,19	12,91	15,09
Wielkopolskie	9,29	82,76	92,04
Zachodniopomorskie	1,70	9,60	11,30
<b>RAZEM</b>	<b>51,56</b>	<b>307,47</b>	<b>359,03</b>

Jak wynika z danych, przedstawionych na rysunkach, największa produkcja żywca rzeźnego ma miejsce w województwie wielkopolskim, następnie w mazowieckim, łódzkim i kujawsko-pomorskim, natomiast najmniejsza produkcja jest województwie lubuskim. Zakładając technologię wprowadzenie biopaliw na rynek paliw w Polsce polegającą na dodaniu uzyskiwanych biopaliw do tradycyjnego paliwa (oleju napędowego).

#### 4. Lokalizacja biorafinerii

Niezwykle ważną kwestią jest uwzględnienie w projekcie zagospodarowanie przestrzennego przyszłej biorafinerii, pod względem nie tylko wielkości jej przerobu i wydajności, ale też umiejscowienia. Ma to uzasadnienie przede wszystkim w aspekcie ekonomicznym, z uwagi na konieczność transportowania ogromnych ilości tłuszczu na znaczne odległości. Analizę tego problemu przedstawiono poniżej na przykładzie produkcji, transportu i przerobu żywca wieprzowego. Ze względu na to, iż największa produkcja bydła i trzody chlewnej ma miejsce w województwie wielkopolskim, łódzkim, mazowieckim i kujawsko-pomorskim uzasadnione ekonomicznie miejsce produkcji przyszłej biorafinerii pokrywa się z geograficznym środkiem Polski – w okolicy Konina, Kutna. Produkcja rzeźna w tych czterech województwach kształtuje się na poziomie ok. 1,3 mln ton żywca wieprzowego (co stanowi ok. 60,1% produkcji krajowej) oraz 194,4 tys. ton żywca wołowego (ok. 53,5% produkcji krajowej), dając w sumie 1,495 mln ton żywca. Pozostała część produkcji żywca tj. 864 tys. ton smalcu wieprzowego i 168,7 tys. ton wołowego (razem 1,032 mln ton) przypada na pozostałe województwa. W celu ustalenia przybliżonego, najkorzystniejszego usytuowania przyszłej biorafinerii, wyznaczono wskaźnik TK będący iloczynem masy (kg) i odległości (km), mówiący o wielkości przewiezionego towaru i koniecznej do pokonania odległości.



Rys. 3. Produkcja żywca rzeźnego w tys. ton w przeliczeniu na mięso i tłuszcze w wadze poubojowej ciepłej. Stan na 2006 r. (Źródło: Rocznik Statystyczny 2007)

Fig 3. Production of slaughter livestock to meat and fat in worm weight after slaughter in 2006. (Source: Statistical Yearbook 2007)

Wiedząc, że całkowita produkcja żywca rzeźnego wynosi 2,528 mln ton (wieprzowy i wołowy), to ok. 360 tys. ton uzyskanego tłuszczu z tej masy daje 14,2 procentowy udział pozyskiwanego tłuszczu w stosunku do ogólnej masy żywca w wadze poubojowej cieplej – chociaż literatura podaje, iż udział ten może wynosić 15-25% [1]. Znając udział produkcji w odniesieniu do poszczególnych województw oszacowano produkcję samego tłuszczu w każdym z nich. Zatem w województwach wielkopolskim, łódzkim, mazowieckim i kujawsko-pomorskim uzyskano z masy 1,495 mln ton żywca - 212,3 tys. ton tłuszczu, która maksymalnie do rafinerii byłaby transportowana na odcinku ok. 100 km. Pozostała część produkcji żywca w kraju tj. 1,032 mln ton dała 146,6 tys. ton tłuszczu, którą należałoby przetransportować pokonując odległość średnio ok. 300km. Daje to rachunek:

$$(212,3 \text{ tys. ton} \cdot 100 \text{ km}) + (146,6 \text{ tys. ton} \cdot 300 \text{ km}) = 64\ 610 \text{ tkm (tonokilometrów)}$$

Dla porównania: gdyby usytuowano biorafinerię w jednym z krańcowych obszarów Polski (np. woj. Śląskie, lub Pomorskie) okazałoby się, że do przewiezienia jest 198,1 tys. ton tłuszczu na odległości ok. 170 km, ok. 100,0 tys. ton na odległość 350km, a pozostałą część 60,9 tys. ton na odległość ok. 420 km. Daje to wartość wskaźnika TK równego:

$$(198,1 \text{ tys. ton} \cdot 190 \text{ km}) + (100,0 \text{ tys. ton} \cdot 350 \text{ km}) + (60,9 \text{ tys. ton} \cdot 420 \text{ km}) = 98\ 217 \text{ tkm (tonokilometrów)}$$

Różnica nakładów w transporcie między zlokalizowaniem biorafinerii w centrum Polski a jej obrzeżami wynosi 33 607 tkm.

## 5. Dyskusja wyników i podsumowanie

Przeprowadzona analiza zagadnienia możliwości produkcji biopaliwa z wykorzystaniem tłuszczów zwierzęcych – w szczególności pochodzenia z uboju żywca wołowego i wieprzowego wykazała, że Polska jest krajem posiadającym znaczny potencjał do produkcji biopaliw, szacowanym na poziomie blisko 360 tys. ton (tab. 1). Biorąc pod uwagę, iż w ramach konieczności wywiązywania się z międzynarodowych zobowiązań, Polska dąży również do poszukiwania i wdrażania alternatywnych źródeł energii. Prognoza produkcji tradycyjnego paliwa do silników wysokoprężnych, ale z dodatkiem udziału estrów produkowanych jako biopaliwo z olejów roślinnych lub też zwierzęcych, wynosiła na rok 2006 ok. 1,5%. Natomiast Rosiak [9] opierając się na opracowaniu IERiGŻ-PIB podaje, że już na rok 2010 prognozy wykorzystania estrów sięgają pułapu 5,75% według wartości energetycznej, a 6,1% według wartości objętościowej. Wiadomo też, że zapotrzebowanie na biopaliwa zwiększy się na prawie 1 mln ton, zatem całkowicie uzasadnione są działania zmierzające w kierunku wykorzystania m.in. tłuszczów zwierzęcych do produkcji biopaliw, co pozwoli na zmniejszenie powierzchni uprawy rzepaku jako surowca roślinnego. Biorąc pod uwagę fakt, iż rzepak jest rośliną o dużych wymaganiach glebowych i klimatycznych, konkurującą o ziemię uprawną m.in. z burakami i pszenicą, zintensyfikowanie działań zmierzających do efektywniejszej produkcji biopaliw z tłuszczów zwierzęcych jest w pełni uzasadnione.

Jak wynika z obliczeń własnych, Polska dysponuje potencjałem produkcji biopaliwa na poziomie ok. 325 000 ton

rocznie co stanowi ok. 33% zapotrzebowania na surowiec do jego wytwarzania.

## 6. Wnioski

- 1) Produkcja żywca rzeźnego kształtuje się na poziomie 690 400 ton bydła i 2 776 000 ton trzody chlewnej.
- 2) Uzysk tłuszczów jako surowca do produkcji biopaliw wyniósł ok. 360 tys. ton.
- 3) Uwzględniając dostępne i stosowane już technologie produkcji biopaliw z tłuszczów zwierzęcych Polska ma potencjał wytwarzania ich na poziomie ok. 325 000 ton rocznie.
- 4) Z uwagi na nierównomierne rozmieszczenie chowu zwierząt rzeźnych w poszczególnych województwach, najdogodniejszą lokalizacją okazuje się z uwagi na minimalizację nakładów związanych z transportem surowca – obszar przygraniczny województwa wielkopolskiego kujawsko-pomorskiego i łódzkiego.

## 7. Literatura

- [1] Gawęcki J.: Prawda o tłuszczach. Wyd. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia. Warszawa, 1997.
- [2] Golimowski W., Nowak A.: Badanie lepkości kinematycznej biopaliw pochodzenia zwierzęcego. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. 2008, nr 4(62).
- [3] Golimowski W., Nowak A., Pawlak S.: Biopaliwa z tłuszczów roślinnych i zwierzęcych. Wybrane aspekty aktualnych uwarunkowań środowiskowych i przyszłościowych technik w produkcji zwierzęcej. 2008. s. 65-72.
- [4] Grzybek A.: Technologie transestryfikacji oleju rzepakowego. Biopaliwa Gliceryny Pasze z Rzepaku. Wydawnictwo Uczelniane ATR w Bydgoszczy, 2004.
- [5] HOMEL T. 2001 Optymalizacja kosztów produkcji przez rozmieszczenie stanowisk roboczych, w systemie produkcyjnym, minimalizujące koszt transportu. *Archiwum Process Control Club*, poz.14
- [6] MARCZUK A. 2002. Logistyczne zarządzanie transportem truskawek. *Acta Scientiarum Polonorum. Technica Agraria 1(2)*, 5-12
- [7] Patan Z.: Zagadnienia transportowe. Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych. Uniwersytet Zielonogórski.
- [8] Pikul J.: Charakterystyka i otrzymywanie tłuszczu pochodzenia zwierzęcego. *Prawda o tłuszczach*. Instytut Danone Warszawa, 1997.
- [9] Rosiak E.: Rozwój rynku biopaliw szansą dla polskiego rolnictwa. *Rzepak Biopaliwa*. Wydawnictwo Biznes-Pras sp. z o.o. Warszawa, 2006.
- [10] Skott T.: Pig Fat and waste become diesel. *BioEnergy Research* no. 19, April 2007.
- [11] Szlachta Z.: Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2002.
- [12] TASHTOUSH G. M., AL-WIDYAN M. I., AL-JARRAH M. M. 2004. Experimental study on evaluation and optimization of conversion of waste animal fat into biodiesel. *Energy Conversion and Management* 45, s. 2697-2711.
- [13] Walisiewicz-Niezbalska W., Podkówa W.: Estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych z tłuszczów posmazalnicych i zwierzęcych. *Biopaliwa Gliceryny Pasze z Rzepaku*. Wydawnictwo Uczelniane ATR w Bydgoszczy, 2004.
- [14] Wyatt V. T., Hess M. A., Dunn R. O., Foglia T. A., Haas M. J., Marmer W. N.: Fuel properties and nitrogen oxide emission level of biodiesel produced from animal fats. *Jaocs*. 2005, Vol. 82, No. 8.
- [15] [http://www.issi.uz.zgora.pl/~mpatan/materiały/bo/wyklady/druk\\_3z.pdf](http://www.issi.uz.zgora.pl/~mpatan/materiały/bo/wyklady/druk_3z.pdf)