



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

## **WPLYW ENERGII PRODUKOWANEJ W GOSPODARSTWIE Z ODPADÓW ROLNICZYCH NA POPRAWĘ JEGO RENTOWNOŚCI**

Karol Węglarzy

Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki – PIB

**Abstrakt.** Do najważniejszych zadań polskiego rolnictwa w perspektywie 2014-2020 będzie należało utrzymanie jakości i bezpieczeństwa żywności oraz ukierunkowanie części produkcji na energetykę odnawialną, szczególnie wykorzystującą biomasę. Przetwarzanie biomasy w procesie beztlenowej fermentacji metanowej w biogazowniach rolniczych rozwiązuje problem składowania odpadów, ograniczając emisję gazów cieplarnianych, szczególnie wysokich stężeń metanu, pochodzących z fermentacji wolno składowanej biomasy. Za popularnością biogazowni przemawia również aspekt ekonomiczny, związany z dywersyfikacją produkcji rolniczej przez wprowadzenie nowej jakościowo produkcji zielonej energii z biogazu, która znacząco wpływa na rentowność produkcji rolniczej oraz bezpieczeństwo energetyczne. Energia wytworzona w małych instalacjach biogazowych może zaspokoić w pełni potrzeby energetyczne małego gospodarstwa, uniezależniając je od źródeł zewnętrznych i generując oszczędności. W przypadku instalacji większych nadwyżki mogą być dodatkowym źródłem przychodu gospodarstwa.

**Słowa kluczowe:** dywersyfikacja produkcji rolniczej, odnawialne źródła energii, biomasę, biogazownia, typszereg biogazowe

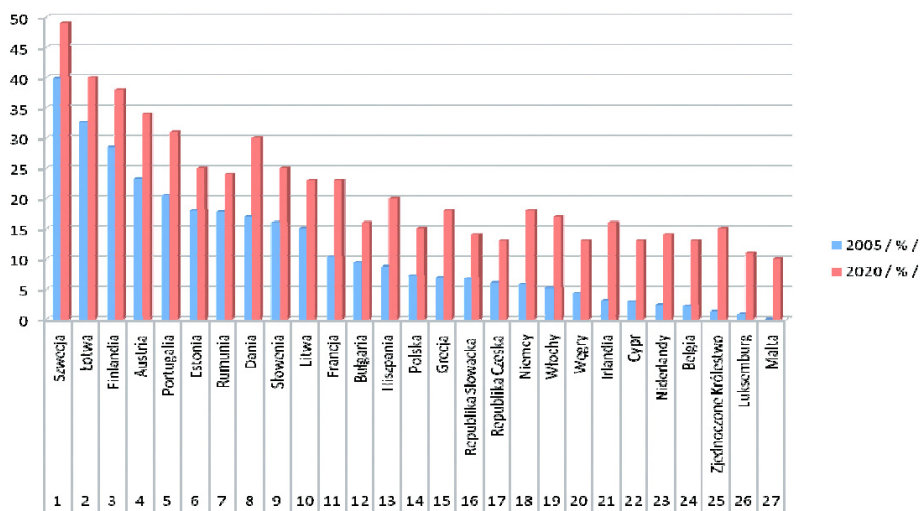
### **WSTĘP**

Sektor rolno-spożywczy w Polsce, z przychodami rzędu 250 mld zł i około 7-procentowym udziałem w wartości dodanej brutto, jest jednym z największych i najważniejszych komponentów ogólnego potencjału gospodarczego kraju, o dużym udziale zarówno w produkcji, jak i w wytwarzaniu produktu krajowego brutto [Kowalski i in.

2010]. W okresie najbliższych 10-20 lat rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich w Polsce będzie determinowany uwarunkowaniami natury globalnej, regionalnej i krajowej. W perspektywie długookresowej jednym z najważniejszych zadań polskiego rolnictwa będzie utrzymanie jakości i bezpieczeństwa żywności oraz ukierunkowanie części produkcji na energetykę odnawialną, zwłaszcza wykorzystującą biomasę.

## WYKORZYSTANIE I POTENCJAŁ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Zmiany, które zachodzą na rynku energii, związane z wyczerpywaniem się konwencjonalnych źródeł energii, wzrastającym zapotrzebowaniem na energię w gospodarkach europejskich (rys. 1), wzrostem cen na energię oraz wymaganiami stawianymi przez Unię Europejską, wpływają na intensyfikację działań zmierzających do wdrażania technologii wykorzystywania odnawialnych źródeł energii.



Rys. 1. Krajowe cele dotyczące udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto (%)

Źródło: Niewadzik [2012].

Fig. 1. National targets for the share of energy from renewable sources in gross final energy consumption (%)

Source: Niewadzik [2012].

Według Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) EC BREC7, realny potencjał ekonomiczny Polski pod względem źródeł odnawialnych wynosi 1160 PJ (tab. 1), co stanowiło 44% zapotrzebowania na energię finalną z 2005 roku. Przy praktycznym wykorzystaniu tego potencjału szacuje się, że w 2020 roku zostanie osiągnięty poziom produkcji OZE w wysokości 697 PJ, co będzie stanowił 21,6% udziału OZE w zużyciu energii finalnej w Polsce w 2020 roku, wobec 7,7% w 2006 roku. Dzięki temu wyko-

rzystanie potencjału OZE w Polsce zwiększy się z obecnych 17% do ponad 60%, a potencjału biomasy z 32% do 89%. Szczegółowe wyniki ekspertyzy IEO EC BREC, z podziałem na poszczególne rodzaje OZE, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii  
Table 1. Use of renewable energy sources

| Rodzaje odnawialnych zasobów energii<br>Types of renewable energy resources | Realny potencjał ekonomiczny (RPE) – energia końcowa<br>The real economic potential (RPE) – final energy (TJ) | Stan wykorzystania RPE w 2005 roku<br>Condition of use of RPE in 2005 |      | Prognoza wykorzystania RPE w 2020 roku<br>Forecast use of RPE in 2020 |      |
|---|---|---|------|---|------|
|   |   | TJ  | %    | TJ  | %    |
| Energetyka słoneczna<br>Solar energy  | 83 312  | 150   | 0,1  | 19 422  | 23,3 |
| Energia geotermalna<br>Geothermal   | 12 367  | 1 535   | 12,4 | 12 217  | 98,8 |
| Biomasa, w tym:<br>Biomass, including:                                      | 600 168   | 192 097   | 32   | 533 117   | 88,8 |
| odpady stałe suche<br>solid waste dry                                       | 165 931   | 160 976   | 97   | 149 337   | 90   |
| biogaz (odpady organiczne mokre)<br>biogas (wet organic waste)              | 123 066   | 2 613   | 2,1  | 72 609  | 59   |
| drewno opałowe (lasy)<br>firewood (forests)                                 | 24 452  | 24 452  | 100  | 24 452  | 100  |
| uprawy energetyczne, w tym:<br>energy crops, including:                     | 286 719   | 4 056   | 1,4  | 286 719   | 100  |
| celulozowe<br>cellulose   | 145 600   | 0   | 0    | 145 600   | 100  |
| cukrowo-skrobiowe – bioetanol<br>sugar-starch – bioethanol                  | 21 501  | 2 558   | 11,9 | 21 501  | 100  |
| rzepak-biodiesel<br>oilseed rape-biodiesel                                  | 37 980  | 1 498   | 3,9  | 37 980  | 100  |
| kiszonki z kukurydzy – biogaz<br>maize silage – biogas                      | 81 638  | 0   | 0    | 81 638  | 100  |
| Energetyka wodna<br>Hydropower  | 17 974  | 7 351   | 40,9 | 11 144  | 62   |
| Energetyka wiatrowa<br>Wind power   | 444 648   | 922   | 0,2  | 119 913   | 27   |
| Razem<br>Total  | 1 158 469   | 202 055   | 17   | 695 814   | 60,1 |

Źródło: Badania IEO na zlecenie Ministerstwa Gospodarki w 2007 roku.  
Source: IEO research, commissioned by the Ministry of National Economy in 2007.

Według stanu na 31 grudnia 2011 roku moc zainstalowana koncesjonowanych instalacji OZE wynosi łącznie 3 082,043 MW, w tym w elektrowniach biogazowych jedynie 103,487 MW (tab. 2).

Tabela 2. Moc zainstalowana instalacji OZE na dzień 31.12.2011 roku  
Table 2. Installed capacity of RES installations on 31.12.2011

| Rodzaj źródła OZE<br>Type of RES  | Moc zainstalowana (MW) – Installed power (MW) |           |           |
|---|---|-----------|-----------|
|   | 2009  | 2010      | 2011      |
| Elektrownie na biogaz<br>Biogas plants  | 70,888  | 80,038    | 103,487   |
| Elektrownie na biomasę<br>Biomass power plants  | 252,490                                       | 259,490   | 409,680   |
| Elektrownie wytwarzające energię elektryczną z promieniowania słonecznego<br>Power plants generating electricity from solar radiation | 0,001   | 0,033     | 1,125     |
| Elektrownie wiatrowe<br>Windfarms   | 724,657                                       | 1 106,962 | 1 616,361 |
| Elektrownie wodne<br>Hydropower   | 945,210                                       | 948,813   | 951,390   |
| Współspalanie (jednostek)<br>Co-combustion (units)  | 38  | 41        | 47        |
| Razem<br>Total  | 1 993,246                                     | 2 395,336 | 3 082,043 |

Źródło: Urząd Regulacji Energetyki.  
Source: Energy Regulatory Authority.

Od 2005 do 2011 roku potrojono łączną produkcję energii ze źródeł odnawialnych, natomiast energia wyprodukowana w tym samym okresie w elektrowniach na biogaz zwiększyła się ponad czterokrotnie (tab. 3).

Tabela 3. Produkcja energii elektrycznej oraz świadectwa pochodzenia w latach 2005-2011 według stanu na 31.12.2011 roku  
Table 3. Production of electric energy and certificates of origin in 2006-2011 as on 31.12.2011

| Rodzaj OZE<br>Type of RES               | Ilość energii (MWh) – Energy (MWh) |             |             |             |             |               |
|---|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
|   | 2006                               | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011          |
| 1                                       | 2                                  | 3           | 4           | 5           | 6           | 7             |
| Elektrownie na biogaz<br>Biogas plant   | 116 691,863                        | 161 767,939 | 220 882,924 | 295 311,766 | 258 218,079 | 428 045,258   |
| Elektrownie na biomasę<br>Biomass power | 503 846,206                        | 545 764,936 | 560 967,435 | 601 088,244 | 400 354,889 | 1 049 208,361 |

Tabela 3 – cd. / Table 3 – cont.

| 1                                 | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Elektrownie wiatrowe<br>Windfarms | 257 037,412   | 472 116,429   | 806 318,563   | 1 035 019,729 | 1 066 353,847 | 3 088 478,437 |
| Elektrownie wodne<br>Hydropower   | 2 029 635,604 | 2 252 659,312 | 2 152 943,187 | 2 375 778,805 | 2 164 942,392 | 2 315 482,014 |
| Współspalanie<br>Co-combustion    | 1 314 336,612 | 1 797 217,058 | 2 751 954,127 | 4 286 588,172 | 3 629 504,25  | 4 905 591,982 |
| Łącznie<br>Total                  | 4 221 547,697 | 5 229 525,674 | 6 493 066,236 | 8 593 786,716 | 7 519 373,457 | 11 786 980,44 |

Źródło: Urząd Regulacji Energetyki.  
Source: Energy Regulatory Authority.

### ODPADY ROLNICZE W GOSPODARSTWACH ROLNYCH – ŹRÓDŁO DODATKOWEGO PRZYCHODU ENERGII

Pozyskiwanie energii w biogazowniach rolniczych rozwiązuje problem składowania odpadów, ograniczając jednocześnie emisję wysokich stężeń metanu, pochodzących z fermentacji wolno składowanej biomasy. Przetwarzanie substancji organicznych może być również źródłem cennego nawozu dla rolnictwa. Rolnictwo i związane z nim branże są odpowiedzialne za olbrzymi wzrost odpadów i zanieczyszczeń organicznych. Są to przede wszystkim pozostałości po zbiorach płodów rolnych. W większości odpady te zawierają wszystkie składniki niezbędne do rozwoju mikroorganizmów, takie jak: węgiel, białka, tłuszcze, pierwiastki biogenne oraz mikroelementy i witaminy. Występują one w formie stałej, półpłynnej lub ciekłej. Pozostawienie ich w stanie surowym powoduje w efekcie ich rozkładu emisję do atmosfery takich gazów, jak amoniak, metan, siarkowodór oraz dwutlenek węgla czy tlenki azotu, co przyczynia się do wzrostu poziomu gazów „cieplarnianych”. Za popularnością biogazowni przemawia również aspekt ekonomiczny, związany z dywersyfikacją produkcji rolniczej przez wprowadzenie nowej jakościowo produkcji zielonej energii z biogazu. Wpływa ona w znacznym stopniu na rentowność produkcji, zaspokajając zapotrzebowanie małych gospodarstw na energię elektryczną i ciepłą lub będąc źródłem dodatkowego przychodu w dużym gospodarstwie (tab. 4).

Tabela 4. Typoszeregi biogazowe dla gospodarstw o różnej wielkości i zróżnicowanym systemie produkcji

Table 4. Series of types biogas plant for farms of all sizes and production system

| Moc <sub>el</sub><br>Power<br>(kW) | Rodzaj i moc silnika kogeneracyjnego<br>Engine type and power cogeneration | Wielkość gospodarstwa<br>Farm size (ha) | Liczba DJP<br>LU | System utrzymania<br>Maintaining system | Produkcja biogazu (Nm <sup>3</sup> /dzień)<br>Biogas production (Nm <sup>3</sup> /day) | Energia (MWh/dzień)<br>Energy (MWh/day) | Energia elektryczna (MWh <sub>el</sub> /dzień)<br>Electric energy (MWh <sub>el</sub> /day) | Przychód (PLN/rok)<br>Revenue (PLN/year) | Wielkość fermentora<br>Size of the fermenter (m <sup>3</sup> ) | HRT  |
|------------------------------------|--|---|------------------|---|--|---|--|--|--|------|
| 34                                 | MWM Deutz 50 kW  | 50                                      | 50               | głęboka                                 | 335  | 1,88                                    | 0,81   | 94 920                                   | 250  | 29,1 |
| 30                                 | MWM Deutz 50 kW  |   | 50               | plytka                                  | 290  | 1,61                                    | 0,69   | 81 337                                   | 180  | 29,0 |
| 67                                 | MWM Deutz 50 kW  | 100                                     | 100              | głęboka                                 | 647  | 3,63                                    | 1,56   | 183 467                                  | 450  | 26,2 |
| 57                                 | MWM Deutz 50 kW  |   | 100              | plytka                                  | 558  | 3,10                                    | 1,33   | 156 418                                  | 350  | 28,1 |
| 134                                | SEVA Energie AG 105-370 kontener   | 200                                     | 120              | głęboka                                 | 1 327  | 7,35                                    | 3,16   | 370 796                                  | 800  | 27,3 |
| 123                                | SEVA Energie AG 105-370 kontener   |   | 120              | plytka                                  | 1 220  | 6,70                                    | 2,88   | 338 360                                  | 700  | 28,9 |
| 235                                | ECOMAX Jenbacher 9BIO 250 kW   | 300                                     | 150              | głęboka                                 | 2 329  | 12,82                                   | 5,51   | 646 904                                  | 1 300  | 27,6 |
| 220                                | ECOMAX Jenbacher 9BIO 250 kW   |   | 150              | plytka                                  | 2 195  | 12,01                                   | 5,16   | 606 272                                  | 1 100  | 27,2 |
| 500                                | MWM Deutz 500 kW   | 500                                     | 180              | głęboka                                 | 4 999  | 27,31                                   | 11,74  | 1 378 431                                | 2 500  | 27,2 |
| 482                                | MWM Deutz 500 kW   |   | 180              | plytka                                  | 4 839  | 26,34                                   | 11,33  | 1 329 719                                | 2 300  | 27,1 |
| 894                                | ECOMAX Jenbacher 9BIO 888 kW   | 1 000                                   | 180              | głęboka                                 | 8 931  | 48,84                                   | 21,00  | 2 465 318                                | 5 000  | 29,4 |
| 859                                | ECOMAX Jenbacher 9BIO 888 kW   |   | 180              | plytka                                  | 8 619  | 46,96                                   | 20,19  | 2 370 587                                | 4 500  | 29,2 |

Źródło: opracowanie własne.  
Source: own work.

### EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCJI ENERGII W AGROBIOGAZOWNI O MOCY 0,6 MW<sub>EL</sub>

Agrobiogazownia o mocy 0,6 MW<sub>el</sub> Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB Grodziec Śląski, którą wybudowano w 2010 roku, jest użytkowana od maja 2011 roku [Węglarzy i in. 2010]. Obejmuje linię technologiczną do produkcji biogazu w procesie dwustopniowej fermentacji metanowej, składającą się ze zbiorników magazynowych: gnojowicy z przepompownią, magazynów substratów – płyty, dozownika substratów stałych i płynnych, ringowego reaktora głównego i końcowego o pojemności 4500 m<sup>3</sup>, zbiornika biogazu o pojemności ok. 500 m<sup>3</sup>, zbiornika dygestatu, separatora ślimakowego i zbiornika na cieczy pofermentacyjne o pojemności 5000 m<sup>3</sup>, a także z linii technologicznej do produkcji energii składającej się z silnika kogeneracyjnego MWM o mocy 0,6 MW, palnika gazu resztkowego, kontenerowej stacji transformatorowej z nN na SN o mocy 1 MW. W 2013 roku wyprodukowano w tej instalacji 3374 MW energii elektrycznej oraz 3453 MW energii cieplnej z 1 394 938 m<sup>3</sup> biogazu wytworzonego w procesie fermentacji metanowej, w którym średnia zawartość metanu wynosi 54% (tab. 5).

Tabela 5. Efektywność produkcji energii elektrycznej i cieplnej w rolniczej instalacji biogazowej o mocy 0,6 MW

Table 5. Efficiency of production of electricity and heat in an agricultural biogas plant with a capacity of 0.6 MW

| Kwar-<br>tał<br>Quar-<br>ter | Zużycie<br>substratów<br>Consumption<br>substrates |                       | Biogaz<br>Biogas<br>(m <sup>3</sup> ) |   |                              | Energia (MWh) – Energy (MWh)           |                       |   |                                   |   |                               |   |
|------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------------|---|------------------------------|--|-----------------------|---|-----------------------------------|---|-------------------------------|---|
|                              | płynne<br>liquid<br>(m <sup>3</sup> )              | stałe<br>solid<br>(t) | produkcja<br>production               | do pro-<br>dukcji<br>energii<br>on energy<br>production | po-<br>chod-<br>nia<br>flare | elektryczna – electric                 |                       |   | ciepna – heat                     |   |                               |   |
|                              |  |                       |                                       |   |                              | pro-<br>dukcja<br>pro-<br>duc-<br>tion | sprze-<br>daż<br>sale | potrze-<br>by<br>własne<br>own<br>needs | pro-<br>dukcja<br>produc-<br>tion | wykorzystanie<br>consumption            |                               |   |
|                              |  |                       |                                       |   |                              |  |                       |   |                                   | potrze-<br>by<br>własne<br>own<br>needs | dom<br>suma<br>catfish<br>use | budynki<br>trzody<br>chlew-<br>nej<br>houses<br>of pigs |
| I                            | 1 701  | 1 706                 | 133 101                               | 131 108   | 1 992                        | 840                                    | 723                   | 136                                     | 860                               | 135                                     | 0                             | 118   |
| II                           | 2 109  | 2 210                 | 378 536                               | 373 535   | 5 001                        | 907                                    | 781                   | 140                                     | 928                               | 16                                      | 40                            | 89  |
| III                          | 3 990  | 1 826                 | 380 785                               | 371 935   | 8 850                        | 687                                    | 582                   | 133                                     | 703                               | 393                                     | 47                            | 31  |
| IV                           | 3 928  | 2 825                 | 502 516                               | 498 902   | 3 614                        | 940                                    | 802                   | 149                                     | 962                               | 24                                      | 70                            | 121   |
| Razem<br>Total               | 11 728   | 8 567                 | 1 394 938                             | 1 375 480   | 19 457                       | 3 374                                  | 2 888                 | 558                                     | 3 453                             | 568                                     | 157                           | 359   |

Źródło: opracowanie własne.  
Source: own work.

Energia elektryczna wyprodukowana w Agrobiogazowni jest wprowadzana do sieci elektroenergetycznej i sprzedawana firmie Tauron, generując przychody dla Zakładu z tytułu sprzedaży energii elektrycznej i świadectw pochodzenia – „zielonych certyfika-



tów”. W ostatnich latach podaż energii cieplnej była podstawą powstania nowych inwestycji: sieci ciepłowniczej do ogrzewania budynków fermy trzody chlewnej oraz eksperymentalnej hodowli ryb ciepłolubnych w zaadaptowanym na te potrzeby niewykorzystywanym budynku trzody chlewnej. Dzięki tym inwestycjom, wykorzystującym część energii cieplnej, możliwe było uzyskanie „fioletowych” świadectw za wysokosprawną kogenerację za 2013 rok, a obecnie umożliwi to uzyskanie świadectw „pomarańczowych”.

## PODSUMOWANIE

Wykorzystanie biomasy odpadowej pochodzenia rolniczego przez duże i mniejsze gospodarstwa rolne umożliwiają przedstawione w artykule typszeregi opracowane na podstawie dostępnych na rynku urządzeń. Energia wytworzona w małych instalacjach biogazowych może zaspokoić w pełni potrzeby energetyczne małego gospodarstwa, uniezależniając je od źródeł zewnętrznych i generując oszczędności. Nadwyżki uzyskane z instalacji większych mogą być dodatkowym źródłem przychodu gospodarstwa. Biogazownie zlokalizowane na obszarach wiejskich stanowią rozproszone źródła energii, wpływając na bezpieczeństwo energetyczne.

## LITERATURA

- Badania IEO na zlecenie Ministerstwa Gospodarki w 2007 r. na potrzeby negocjacji przez Polskę Pakietu klimatycznoenergetycznego UE.
- Kowalski A., Zegar J., Floriańczyk Z., Hamulczyk M., Szczepaniak I., Toczyński T., Wigier M., 2010. Kierunki rozwoju polskiego rolnictwa w kontekście realizacji celów określonych w przygotowywanych obecnie dokumentach strategicznych. Ekspertyza wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego przez zespół ekspertów Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego.
- Niewadzik R., 2012. Wsparcie odnawialnych źródeł energii. Urząd Regulacji Energetyki, Warszawa.
- Węglarzy K., Nowak A., Bereza M., Pellar A., Skrzyżala I., Stekla J., 2010. Rozwiązania architektoniczno-konstrukcyjno-technologiczne „Agrobiogazowni” w Kostkowicach. Agrobiogazownia. Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Doświadczalny w Grodzcu Śląskim.

## FARM-PRODUCED ENERGY OF AGRICULTURAL WASTE ORIGIN IMPROVES ITS PROFITABILITY

**Summary.** The most important tasks of Polish agriculture in 2014-2020 perspective will include maintaining food quality and safety, and orientation toward the part of the production of renewable energy, especially using biomass. Processing of biomass in anaerobic methane fermentation of agricultural biogas solves the problem of waste storage, reducing greenhouse gas emissions, especially high concentrations of methane, coming from the fermentation of slowly stored biomass. The economic aspect explains the popularity of

biogas works; it is related to diversification of agricultural production through the introduction of a qualitatively new production of green energy from biogas, which significantly affects the profitability of agricultural production and will be an alternative for some companies, or large farms as a source of additional income and energy security. Energy generated in small biogas plants can fully protect the energy needs of a small farm releasing it from external sources and generating savings. For installations larger surplus may provide an additional source of farms' income.

**Key words:** diversification of agricultural production, renewable energy, biomass, biogas plant, biogas series of types

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 24.03.2014*

*Do cytowania – For citation: Węglarzy K., 2014. Wpływ energii produkowanej w gospodarstwie z odpadów rolniczych na poprawę jego rentowności. J. Agribus. Rural Dev. 1(31), 159-167.*