

## WARTOŚĆ PRODUKCJI A NAKŁADY I KOSZTY ENERGII W ROLNICTWIE

### Abstrakt

*W latach 2004-2014 koszt energii zużytej w rolnictwie polskim (w cenach bieżących) zwiększył się o 50,9%, a nakłady energii w TJ – zmniejszyły się o 6,9%. W tym samym czasie wartość (w cenach bieżących) produkcji globalnej rolnictwa wzrosła o 51,9%, produkcji końcowej – o 65,6%, produkcji towarowej – o 67,7%, a w cenach stałych – odpowiednio o 14,7, 19,4 i 23,5%. Wartość dodana brutto w cenach bieżących była o 61,7% większa niż w 2004 r., a w cenach stałych o 7,8% większa niż w 2004 r. Współzależność między wartością produkcji a kosztami energii w rolnictwie (w cenach bieżących) jest dodatnia i najsilniej zaznaczona, gdy miernikiem produkcji rolniczej jest wartość dodana brutto. Dopasowanie modelu (funkcji liniowej) opisującego tę zależność, jest dobre lub zadowalające, zależnie od przyjętej kategorii produkcji rolniczej. Natomiast współzależność między wartością produkcji w cenach stałych a nakładami energii w TJ jest ujemna. Dopasowanie modelu jest w tym przypadku niezadowalające, niezależnie od przyjętej kategorii produkcji rolniczej.*

**Słowa kluczowe:** energia, koszt, nakład, rolnictwo, produkcja rolnicza, współzależność.

### Wstęp

Działalność człowieka wiąże się z nakładami energii w postaci bezpośredniej i pośredniej. Nakłady bezpośrednie obejmują zużycie paliw i energii elektrycznej. W potocznym rozumieniu ta forma jest najbardziej obecna i ona będzie przedmiotem niniejszego artykułu. Należy jednak wspomnieć, że istnieje też postać pośrednia nakładów energii, związana z wykorzystywaniem środków produkcji niebędących bezpośrednimi jej nośnikami. Proces ich wytwarzania, począwszy od wydobycia surowców, a na dostarczeniu do miejsca zastosowania kończąc, wiąże się z ponoszeniem nakładów energii.

Gospodarka energią ma wpływ na stan środowiska naturalnego (Pawlak, 2015a). Zmniejszanie energochłonności produkcji, m.in. w rolnictwie, sprzyja jego poszanowaniu. Według Wójcickiego (2010), spełnienie wymagań w zakresie zmniejszenia zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększenia wykorzystania OZE nie jest realne w ciągu najbliższych 10-15 lat, bowiem wraz ze społeczno-gospodarczym rozwojem Polski zwiększają się jej potrzeby paliwowo-energetyczne.

Wójcicki zwraca uwagę na potrzebę badań technicznych i ekonomicznych przemian w gospodarstwach rolnych. Przeobrażenia zachodzące w rolnictwie powodują między innymi zmiany poziomu nakładów i kosztów energii w tym dziale gospodarki narodowej. Analiza stanu oraz kierunku i dynamiki tych zmian jest niezbędna jako narzędzie umożliwiające bieżącą ocenę stanu czynników produkcji w rolnictwie, a także dokonywanie porównań w skali regionalnej lub międzynarodowej. W tym celu posługujemy się wskaźnikami wartości tych nakładów, odniesionymi do powierzchni użytków rolnych bądź liczby gospodarstw (Pawlak, 2015b). Analiza zmian tych nakładów w czasie jest też niezbędna jako punkt wyjścia do prognozowania ich poziomu w przyszłości. Konieczna jest przy tym znajomość czynników wpływających na poziom tych nakładów oraz siłę ich oddziaływania. Do czynników takich należą między innymi: poziom mechanizacji i motoryzacji rolnictwa, a w przypadku analiz pośrednich (skumulowanych) nakładów energii – także jego technizacji, uwzględniającej pośrednie zużycie energii w postaci nawozów, pasz, środków ochrony roślin i innych środków produkcji. Zużycie energii w postaci bezpośrednich jej nośników (paliw i energii elektrycznej) zależy też od intensywności i technologii produkcji rolniczej, a także od organizacji pracy, stanu technicznego odbiorników energii, warunków glebowych, pogodowych. Koszty zużytej energii zależą poza tym bezpośrednio od cen jej nośników.

Można zakładać, że przy niezmiennych innych warunkach, wartość nakładów i kosztów energii w rolnictwie jest proporcjonalna do wartości produkcji w tym dziale gospodarki narodowej. Ze zwiększaniem plonów w produkcji roślinnej wiąże się bezpośrednio wzrost nakładów energii podczas zbioru i transportu płodów rolnych. Jednak w przypadku zmniejszenia lub utraty plonu wskutek złych warunków pogodowych nakłady związane z wykonywaniem energochłonnych prac uprawowych oraz z nawożeniem pozostają na tym samym poziomie, mimo obniżonej wartości produkcji. Dlatego przedstawione powyżej założenie, które w niniejszym opracowaniu przyjęto jako hipotezę roboczą, nie jest oczywiste i wymaga sprawdzenia przez odpowiednie badania.

Znaczenie aspektu ekonomicznego w ocenach stanu gospodarki energetycznej uzasadnia celowość analiz nakładów i kosztów energii. Analizy takie prowadzone są najczęściej w skali gospodarstw bądź ich grup albo w obrębie poszczególnych rodzajów działalności w rolnictwie. Powinny być jednak prowadzone także w skali kraju (Pawlak, 2013). Podstawą takich badań są publikacje Głównego Urzędu Statystycznego.

Celem niniejszej pracy jest próba określenia zależności między wartością czterech kategorii produkcji a poziomem bezpośrednich nakładów i kosztów energii w rolnictwie polskim. Zakres czasowy analizy obejmuje lata 2004-2014.

### **Dane wejściowe i założenia metodyczne**

Poszukując możliwości racjonalizacji gospodarki energetycznej w rolnictwie, posługujemy się metodami oceny energochłonności produkcji rolniczej (Wójcicki, 2015b). Badania prowadzone z zastosowaniem tych metod ukazują obecny stan gospodarki energetycznej w rolnictwie oraz sposoby i możliwości jej poprawy (Wójcicki, 2015a). Energia ma znaczny udział w nakładach produkcyjnych rolnictwa. Problematykę badań nakładów materiałowo-energetycznych w skali zbiorowości 53 gospodarstw rodzinnych podjęli Wójcicki i Rudeńska (2013; 2014). Badania przeprowadzone w tych gospodarstwach wykazały, że udział zużywanych nośników energii w rozchodach ponoszonych przez te gospodarstwa w 2009 r. wyniósł 11,8%, a w 2010 r. zwiększył się do 13,0% (Wójcicki i Rudeńska 2013). Dane o kosztach energii ponoszonych w gospodarstwach rolniczych można też znaleźć w innych publikacjach. W większości z nich są one odnoszone do kosztów mechanizacji. W gospodarstwach rolniczych badanych przez Kocirę i Sawę (2005) energia stanowiła 36% kosztów eksploatacji środków mechanizacji rolnictwa, zajmując pod względem udziału drugie miejsce, po amortyzacji. Podobne wyniki uzyskali też inni badacze (Tabor, 2001; Wójcicki, 1999). Źródłem informacji o kosztach energii w rolnictwie są także publikacje, w których wykorzystano wyniki badań rachunkowości rolnej prowadzone przez Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy (Goraj i Mańko 2011; Mańko, 2011).

W niniejszej pracy wykorzystano dane statystyczne informujące o zużyciu energii w rolnictwie, publikowane przez Główny Urząd Statystyczny. Nakłady energii w publikacjach GUS (2005, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011a, 2012, 2013, 2014, 2015a) podawane są w jednostkach naturalnych (tony, m<sup>3</sup>), a także w jednostkach energetycznych (teradzulach – TJ), uwzględniających wartość opałową poszczególnych nośników energii. Wartości wyrażone w teradzulach można sumować, a uzyskane sumy w kolejnych latach stanowią miernik poziomu nakładów energii. Ich odnośnikiem w badaniach zależności, będących przedmiotem niniejszego opracowania, są wartości produkcji rolniczej (produkcji globalnej, końcowej, towarowej oraz wartości dodanej brutto) w cenach stałych. W publikacjach GUS (2008b, 2011b, 2015b, c, d) wartość produkcji rolniczej podawana jest w cenach bieżących. Zmiany poziomu produkcji w cenach stałych są podawane w postaci wskaźników procentowych, odnoszonych m.in. do lat poprzednich, przyjmowanych za 100. Na podstawie tych danych można oszacować wartości poszczególnych kategorii produkcji rolniczej w cenach stałych z roku początkującego okres objęty analizą; w tym przypadku był to rok 2004. W obliczeniach posłużono się wzorem:

$$W_{ksr} = \frac{W_{ksr-1} \cdot a_{ksr}}{100} \quad (1)$$

gdzie:

$W_{ksr}$  – wartość  $k$ -tej kategorii produkcji w cenach stałych w  $r$ -tym roku (zł),

$W_{ksr-1}$  – wartość  $k$ -tej kategorii produkcji w cenach stałych w roku poprzednim (zł),

$a_{ksr}$  – wskaźnik procentowy, charakteryzujący dynamikę wartości  $k$ -tej kategorii produkcji rolniczej w cenach stałych w  $r$ -tym roku, w relacji do roku poprzedniego (%).

Z uwagi na prawdopodobne zaokrąglenia wartości wskaźników  $a_{ksr}$ , podanych przez GUS, wyniki obliczeń z zastosowaniem powyższej procedury mogą być obciążone błędem i powinny być traktowane jako szacunkowe. W celu sprawdzenia skali tego błędu obliczono dla wszystkich rozpatrywanych kategorii produkcji wartości wskaźnika w 2014 r., odniesionego do 2005 r., i porównano z analogicznymi wskaźnikami podanymi w publikacjach GUS (2015b, c). Stwierdzono, że wartość błędu wynosiła poniżej 0,4%. Na tej podstawie uznano, że uzyskane wartości produkcji rolniczej w cenach stałych mogą być wykorzystane w badaniach zależności między nakładami energii w TJ a wartością produkcji rolniczej.

W obliczeniach kosztów energii zużytej w rolnictwie, w cenach bieżących, wykorzystano informacje o cenach zakupu nośników energii w dziale obejmującym rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo, liczonych metodą średniej ważonej (GUS 2005, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011a, 2012, 2013, 2014, 2015a). Zakres asortymentowy ograniczono do tych nośników energii mających zastosowanie w rolnictwie, dla których w publikacjach GUS dostępne są ceny zakupu w poszczególnych latach okresu objętego analizą. Są to: węgiel kamienny energetyczny, węgiel brunatny, koks, olej napędowy, lekki olej opałowy, ciężki olej opałowy, benzyna silnikowa, gaz ciekły (LPG), gaz ziemny wysokometanowy i zaazotowany, energia elektryczna i energia cieplna. Z powodu braku niezbędnych danych pominięto drewno i torf, paliwa odpadowe stałe, brykiety węgla kamiennego, których zużycie jest uwzględnione w publikacjach GUS, brak jest jednak informacji o ich cenach zakupu w rolnictwie, leśnictwie, łowiectwie i rybactwie. Z paliw nieuwzględnionych w niniejszej analizie jedynie drewno i torf mają znaczący udział w strukturze nakładów energii w rolnictwie. Nośniki energii uwzględnione w niniejszej analizie stanowiły w latach 2000-2011 od 84,1 do 88,6% (średnio 86,8%) całkowitych nakładów energii w rolnictwie (Pawlak, 2013). Są zatem wystarczającą reprezentacją w badaniach zmian kosztów energii w tym dziale gospodarki narodowej.

W publikacjach GUS ceny nośników energii są w większości przypadków odnoszone wyłącznie do wielkości wyrażonych w jednostkach naturalnych. Z uwagi na to, że dane w jednostkach naturalnych (tonach, m<sup>3</sup>) są zaokrąglane do wartości całkowitych, w przypadku nośników energii o stosunkowo nie-

wielkim poziomie zużycia takiej samej wartości w jednostkach naturalnych odpowiadają niejednakowe wartości w TJ. Biorąc to pod uwagę oraz uwzględniając fakt, że dane w jednostkach odnoszących się do wartości opałowej są bardziej precyzyjne, przyjęto je za podstawę obliczeń kosztów energii. Z uwagi na to, że średnie ważone koszty zakupu nośników energii w publikacjach GUS odniesione są do nakładów w jednostkach naturalnych, konieczne było obliczenie cen 1 TJ energii zawartej w 12 nośnikach energii, uwzględnionych w niniejszej analizie. W tym celu posłużono się wzorem:

$$C_{e_n} = \frac{C_{n_n}}{W_{o_n}} \quad (2)$$

gdzie:

$C_{e_n}$  – cena jednostki wartości opałowej  $n$ -tego nośnika energii (zł·TJ<sup>-1</sup>),

$C_{n_n}$  – cena jednostki naturalnej  $n$ -tego nośnika energii (zł·t<sup>-1</sup>, zł·l<sup>-1</sup>, zł·1000 m<sup>-3</sup>, zł·MWh<sup>-1</sup>, zł·TJ<sup>-1</sup>),

$W_{o_n}$  – wartość opałowa jednostki miary  $n$ -tego nośnika energii (TJ·t<sup>-1</sup>, TJ·(1000 m<sup>-3</sup>, TJ·MWh<sup>-1</sup>).

Podczas przeliczania przyjęto następujące wskaźniki wartości opałowej nośników energii, jednakowe dla całego okresu objętego analizą:

- węgiel kamienny energetyczny 0,240 TJ·t<sup>-1</sup>,
- węgiel brunatny 0,083 TJ·t<sup>-1</sup>,
- koks 0,280 TJ·t<sup>-1</sup>,
- lekki olej opałowy 0,4374 TJ·t<sup>-1</sup>,
- ciężki olej opałowy 0,407 TJ·t<sup>-1</sup>,
- olej napędowy 0,4333 TJ·t<sup>-1</sup>,
- benzyny silnikowe 0,4479 TJ·t<sup>-1</sup>,
- gaz ciekły LPG 0,473 TJ·t<sup>-1</sup>,
- gaz ziemny wysokometanowy 0,359 TJ·1000 m<sup>-3</sup>,
- gaz ziemny zaazotowany 0,250 TJ·1000 m<sup>-3</sup>,
- energia elektryczna 0,0036 TJ·MWh<sup>-1</sup>.

W przypadku, gdy w publikacjach GUS ceny zakupu nośników energii podano w złotych za litr, a wartość opałowa jest odnoszona do jednostki masy (tony), konieczne były dodatkowe obliczenia. W tym celu zastosowano wzór:

$$C_{e_n} = \frac{1000 \cdot C_{n_n}}{M_n \cdot W_{o_n}} \quad (3)$$

gdzie:

$Cn_n$  – cena jednostki miary  $n$ -tego nośnika energii (zł·dm<sup>-3</sup>),

$M_n$  – masa właściwa (gęstość)  $n$ -tego nośnika energii (kg·dm<sup>-3</sup>).

W obliczeniach przyjęto następujące wartości masy właściwej: dla oleju napędowego 0,840 kg·dm<sup>-3</sup>, a dla benzyny silnikowej 0,755 kg·dm<sup>-3</sup>.

Koszt zużytych w rolnictwie nośników energii obliczono za pomocą formuły:

$$Ke_r = \sum_{n=1}^k Ne_{nr} \cdot Ce_{nr} \quad (4)$$

gdzie:

$Ke_r$  – koszt nośników energii zużytych w  $r$ -tym roku (zł),

$Ne_{nr}$  – zużycie  $n$ -tego nośnika energii w rolnictwie w  $r$ -tym roku (t, m<sup>3</sup>, MWh, GJ),

$Ce_{nr}$  – cena jednostki miary  $n$ -tego nośnika energii w rolnictwie w  $r$ -tym roku (zł·t<sup>-1</sup>, zł·dm<sup>-3</sup>, zł·1000 m<sup>-3</sup>, zł·MWh<sup>-1</sup>, zł·TJ<sup>-1</sup>).

W badaniach zależności między kosztami energii a wartością produkcji rolniczej, wartości poszczególnych kategorii tej produkcji przyjęto w cenach bieżących.

### Wyniki badań i ich analiza

Nakłady energii w rolnictwie polskim były w 2014 r. o 6,9% mniejsze niż w 2004 r. W tym samym czasie wartość (w cenach stałych) produkcji globalnej rolnictwa wzrosła o 14,7%, produkcji końcowej – o 19,4%, produkcji towarowej – o 23,5%. Wartość dodana brutto była o 7,8% większa niż w 2004 r. (tab. 1).

Zmniejszanie bezwzględnej wartości nakładów energii w rolnictwie zgodne jest ze stwierdzeniem Wójcickiego (2010), że w przeciwieństwie do potrzeb energetycznych kraju i pozarolniczej części wsi, potrzeby energetyczne towarowych gospodarstw rolniczych będą się zmniejszać, mimo przewidywanego wzrostu produkcji końcowej rolnictwa polskiego do 2030 r. Energochłonność produkcji rolniczej maleje i będzie malała wraz ze zmianami w strukturze agrarnej i intensyfikacją produkcji w towarowych gospodarstwach rodzinnych. Mimo to zużycie energii, zwłaszcza paliw ciekłych w przeliczeniu na jednostkę malejącej powierzchni użytków rolnych, a także energii elektrycznej w przeliczeniu na sztukę dużą obsady zwierząt, będzie powoli rosło wraz ze wzrostem stanu technicznego wyposażenia rolnictwa. Dynamika tego wzrostu hamowana będzie przez czynniki ekonomiczne, wymuszające oszczędność i racjonalizację gospodarki energetycznej, między innymi poprzez poprawę konstrukcji ciągników i maszyn rolniczych oraz lepszą ich eksploatację (Zalewski (red.), 2015).

Tabela 1

*Nakłady energii i wartość produkcji w rolnictwie polskim (ceny stałe)*

Lata	Koszt zużytej energii (TJ)	Produkcja globalna	Wartość dodana brutto	Produkcja końcowa	Produkcja towarowa
2004	154 121	69 747,7	25 547,3	53 456,5	46 227,3
2005	161 523	66 748,5	23 937,8	51 104,4	44 100,8
2006	162 171	65 947,6	22 956,4	51 104,4	45 953,1
2007	148 171	69 838,5	24 792,9	53 966,3	46 642,4
2008	150 711	72 073,3	25 759,8	55 909,0	49 487,6
2009	148 833	73 803,1	28 258,5	57 586,3	51 021,7
2010	159 888	71 810,4	27 919,4	56 031,5	50 205,3
2011	154 394	73 390,2	27 668,1	58 048,6	52 113,1
2012	153 797	72 729,7	27 031,8	57 468,1	52 738,5
2013	159 074	75 420,7	30 383,7	61 146,1	55 428,2
2014	143 559	80 021,4	27 527,6	63 836,5	57 091,0

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2006, 2007, 2008a, b, 2009, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c, d).

W latach 2004-2014 powierzchnia użytków rolnych w Polsce zmniejszyła się o 10,8, a liczba gospodarstw rolnych o 24,9%. Dlatego, mimo spadku bezwzględnej wartości nakładów energii w rolnictwie polskim, ich wartość w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych była w 2014 r. o 4,5% większa niż w 2004 r. Zmniejszenie liczby i zwiększenie przeciętnej powierzchni gospodarstw rolnych spowodowało też wzrost wartości wskaźnika nakładów energii w przeliczeniu na jedno gospodarstwo. W 2014 r. wartość tego wskaźnika była o 22,42% większa niż w 2004 r.

W latach 2004-2014 koszt energii zużytej w rolnictwie polskim (w cenach bieżących) zwiększył się o 50,9%. W tym samym czasie wartość produkcji globalnej rolnictwa wzrosła o 51,9%, produkcji końcowej – o 65,6%, produkcji towarowej – o 67,7%. Wartość dodana brutto była o 61,7% większa niż w 2004 r. (tab. 2).

Współzależność między kosztami energii a wartością produkcji globalnej rolnictwa w cenach bieżących jest dodatnia i dość silnie zaznaczona (rys. 1).

Silniejsza jest dodatnia współzależność między kosztami energii a wartością dodaną brutto, wytworzoną w rolnictwie (rys. 2).

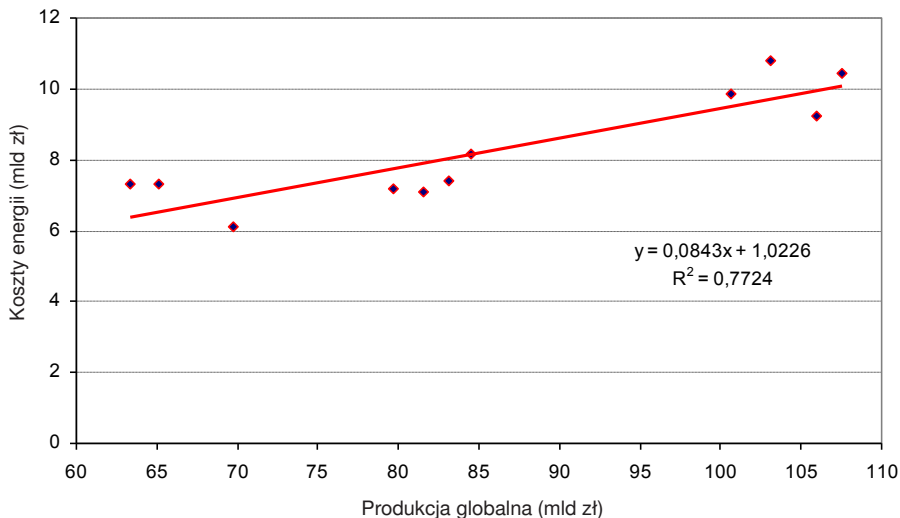
Dodatnia współzależność między wartością produkcji końcowej a kosztami energii w rolnictwie (rys. 3) jest nieco silniejsza niż w przypadku przyjęcia w roli reprezentanta produkcji rolniczej produkcji globalnej, lecz wyraźnie słabsza od przedstawionej na rysunku 2., który prezentował współzależność między kosztami energii a wartością dodaną brutto.

Tabela 2

*Koszt zużytej energii i wartość produkcji w rolnictwie polskim (ceny bieżące)*

Lata	Koszt zużytej energii	Produkcja globalna	mln zł		
			Wartość dodana brutto	Produkcja końcowa	Produkcja towarowa
2004	6120,7	69 747,7	25 547,3	53 456,5	46 227,3
2005	7316,3	63 337,3	22 321,8	50 141,3	42 907,0
2006	7334,6	65 081,7	22 499,9	51 564,3	45 897,2
2007	7076,3	81 531,0	29 165,7	61 307,5	52 520,5
2008	7388,5	83 126,5	27 064,0	63 523,9	56 265,0
2009	7162,8	79 706,6	27 466,6	63 526,0	56 177,6
2010	8151,3	84 484,2	31 177,3	66 518,9	59 357,1
2011	9856,0	100 674,4	41 702,0	79 096,6	71 263,1
2012	10 792,2	103 114,0	40 721,7	81 671,6	74 966,7
2013	10 460,8	107 810,0	46 775,8	88 565,4	80 304,1
2014	9233,9	105 974,0		88 504,0	77 504,0

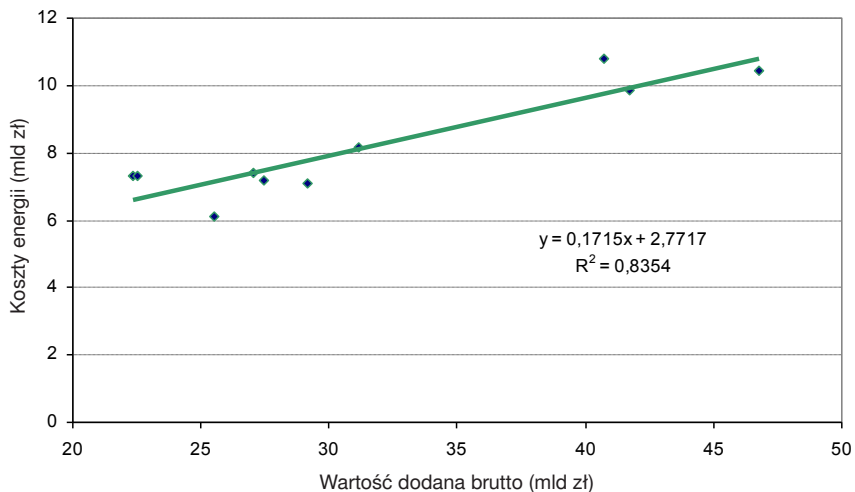
Źródło: Dane GUS (2006, 2007, 2008a, b, 2009, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c, d) i obliczenia własne.



Rys. 1. Wartość produkcji globalnej a koszty energii w rolnictwie.

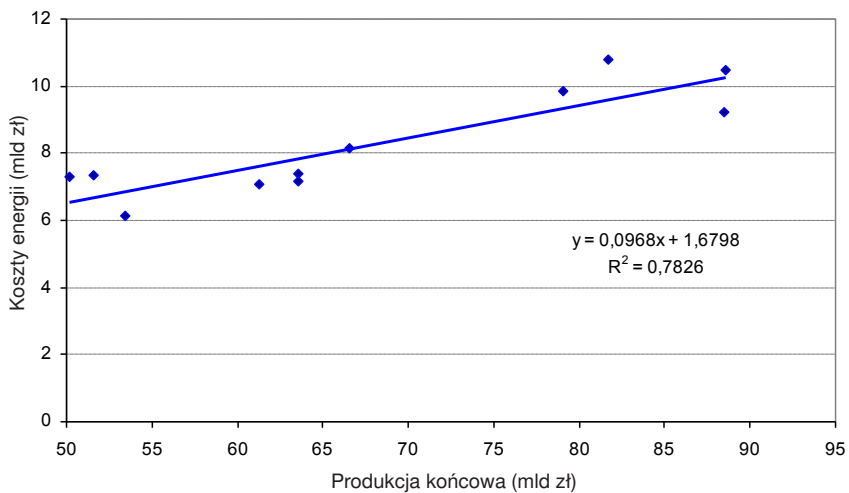
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a,b, 2009, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c).





Rys. 2. Wartość dodana brutto a koszty energii w rolnictwie.

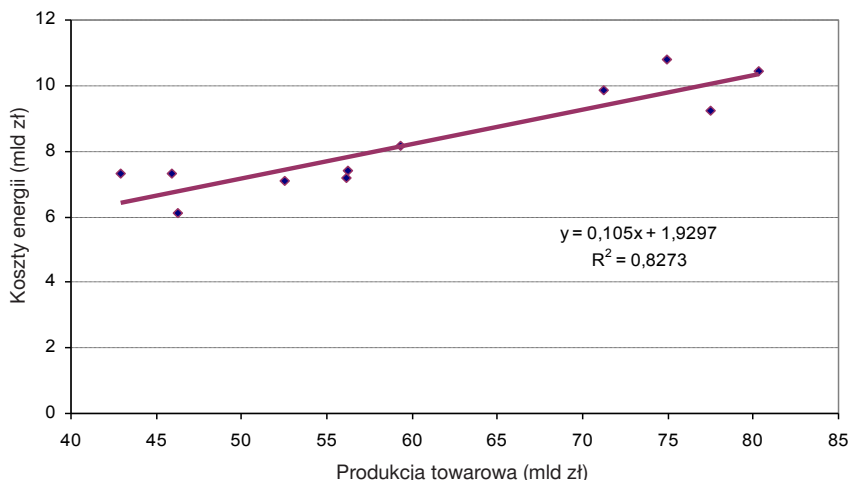
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a, b, 2009, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c).



Rys. 3. Wartość produkcji końcowej a koszty energii w rolnictwie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a,b, 2009, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c).

Przedstawiona na rysunku 4 współzależność między wartością produkcji towarowej a kosztami energii jest silniejsza niż ilustrują to rysunki 1 i 3, na których produkcję rolniczą reprezentowały produkcja globalna i końcowa, ale słabsza niż na rysunku 2, gdzie reprezentantem była wartość dodana brutto.

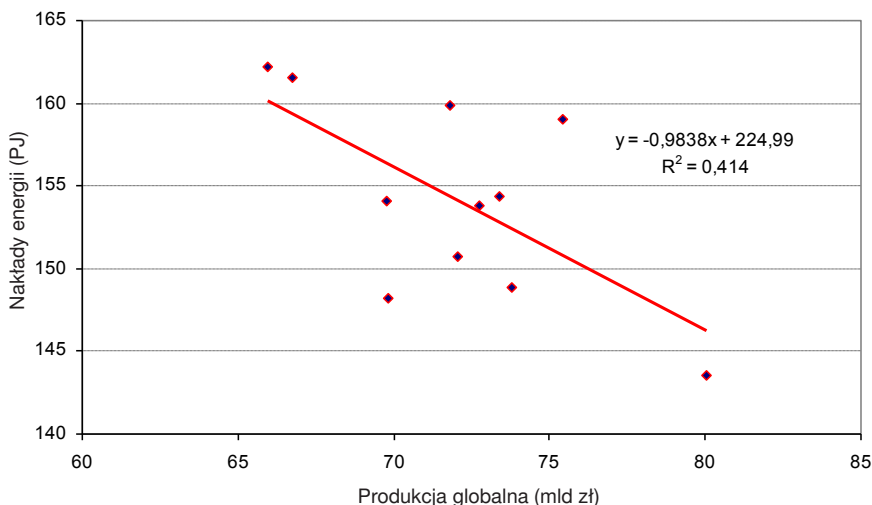


Rys. 4. Wartość produkcji towarowej a koszty energii w rolnictwie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a, b, 2009, 2010, 2011a, b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c).

We wszystkich omawianych przypadkach stwierdzono występowanie dodatniej współzależności między badanymi zmiennymi. We wszystkich też wartość współczynnika determinacji (0,77-0,84) świadczy o tym, że na poziom kosztów energii w rolnictwie, poza wartością produkcji rolniczej, miały wpływ także inne czynniki, m.in. zmienność warunków pogodowych w poszczególnych latach, a także racjonalizacja gospodarki energią w rolnictwie. Można jednak stwierdzić, że odpowiednie modele (w postaci funkcji liniowych) były dostatecznie lub dobrze dopasowane, a zależność między wartością dodaną brutto a wartością produkcji rolniczej jest najsilniejsza w przypadku przyjęcia wartości dodanej brutto.

Natomiast nakłady energii w TJ, stanowiące odpowiednik jej kosztów stałych, miały na ogół tendencję malejącą i były w 2014 r. o 6,9% mniejsze niż w 2004 r. Dlatego współzależność między wartością produkcji rolniczej w cenach stałych a nakładami energii jest ujemna, lecz o wiele słabsza niż między wartością produkcji rolniczej a kosztami energii w cenach bieżących. Dopasowanie modelu opisującego tę zależność w postaci funkcji liniowej jest w tym przypadku niezadowolające, niezależnie od tego, którą z rozpatrywanych kategorii produkcji przyjęto jako reprezentanta produkcji rolniczej. Stosunkowo najwyraźniej zaznaczona jest ona w przypadku, gdy reprezentantem produkcji rolniczej jest jej produkcja globalna (rys. 5).



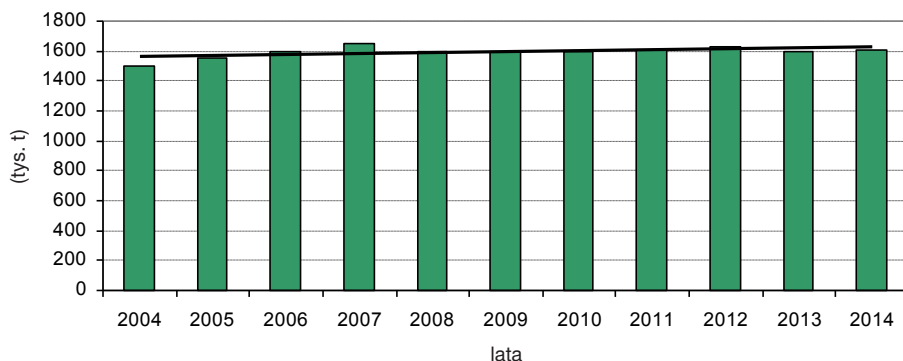
Rys. 5. Wartość produkcji globalnej a nakłady energii w rolnictwie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a,b, 2009, 2010, 2011a,b, 2012, 2013, 2014, 2015a, b, c).

W przypadku produkcji końcowej i towarowej współzależność ta jest znacznie słabiej widoczna (wartości współczynnika determinacji  $R^2$  funkcji liniowych opisujących te zależności wynoszą odpowiednio 0,30 i 0,19). W przypadku wartości dodanej brutto współzależność taka praktycznie nie istnieje ( $R^2 = 0,02$ ).

Jak widać, w zależności od przyjętej podstawy obliczeń (ceny bieżące i koszty energii bądź ceny stałe i nakłady energii), zależności są diametralnie różne, co może dziwić. Jedną z przyczyn tych różnic jest niejednakowy udział nośnika energii o największym zastosowaniu w rolnictwie w strukturze kosztów i nakładów energii. Nośnikiem tym jest olej napędowy. Jego zużycie w poszczególnych latach okresu objętego analizą wahało się, lecz miało na ogół tendencję rosnącą. W 2014 r. było ono o 6,9% większe niż w 2004 r. (rys. 6).

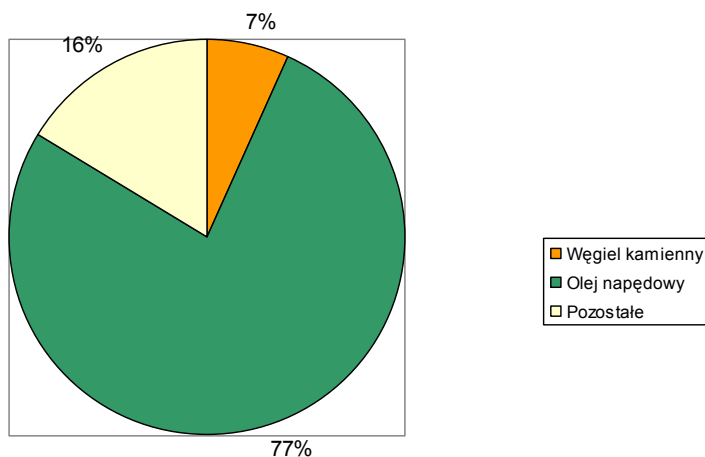
Zmniejszyło się natomiast zużycie pozostałych nośników energii, ale tylko w przypadku łącznego ich rozpatrywania. Zużycie węgla kamiennego i brunatnego, koksu i ciepła zmieniało się w zależności od przebiegu pogody w okresach zimowych oraz od relacji cen między nośnikami energii. Natomiast zużycie gazu ziemnego wysokometanowego było w 2014 r. o 59,1% większe niż w 2004 r., ale jego udział w strukturze nakładów energii w rolnictwie w okresie objętym analizą nie przekraczał 1,2%.



Rys. 6. Zużycie oleju napędowego w rolnictwie polskim.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011a, 2012, 2013, 2014, 2015a).

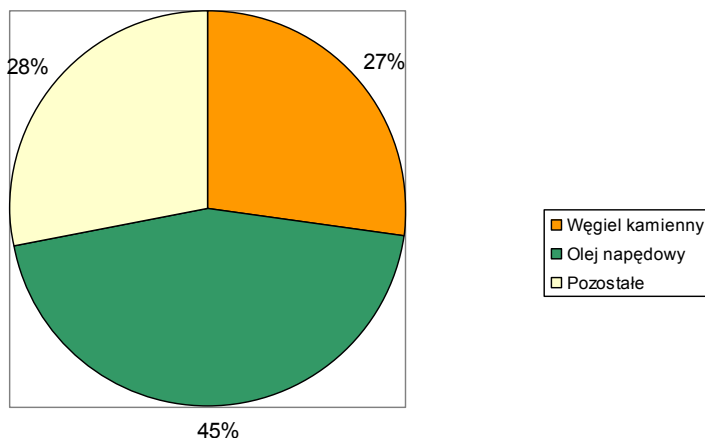
Olej napędowy zdecydowanie dominował w strukturze kosztów energii, z udziałem ponad trzy czwarte ogółu kosztów energii zużytej w rolnictwie (rys. 7).



Rys. 7. Udział oleju napędowego i węgla w strukturze kosztów energii w rolnictwie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011a, 2012, 2013, 2014, 2015a).

W strukturze nakładów energii udział oleju napędowego jest o 32 p.p. mniejszy, większy o 20 p.p. jest natomiast udział relatywnie znacznie tańszego węgla (rys. 8).



Rys. 8. Udział oleju napędowego i węgla w strukturze nakładów energii w rolnictwie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (2005, 2006, 2007, 2008a, 2009, 2010, 2011a, 2012, 2013, 2014, 2015a).

Mimo tendencji zmniejszania zużycia energii ogółem w rolnictwie, zużycie to rośnie w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych oraz na jedno gospodarstwo rolne (Pawlak, 2016). Jest to spowodowane ograniczeniem powierzchni użytków rolnych oraz liczby gospodarstw, a także intensyfikacją produkcji rolniczej. Wymagania związane z koniecznością redukcji emisji gazów cieplarnianych, a także względy ekonomiczne będą wymuszały konieczność coraz bardziej oszczędnej gospodarki energią. Zmniejszenie nakładów energii w rolnictwie można uzyskać m.in. przez zastosowanie energooszczędnych technologii w produkcji roślinnej i zwierzęcej. W produkcji roślinnej najwyższe nakłady energii ponoszone są podczas uprawy gleby oraz zbioru i transportu płodów rolnych. Racjonalizacja tych zabiegów sprzyja poprawie efektywności nakładów energii. Zastosowanie uprawy zachowawczej, polegającej na płytkiej uprawie z zastosowaniem agregatów wieloczynnościowych oraz spalchniacza obrotowego (opracowanego w Mazowieckim Ośrodku Badawczym ITP), zamiast tradycyjnej uprawy z zastosowaniem orki, powoduje obniżenie zużycia paliwa na prace polowe w pięcioletnim zmianowaniu: pszenica – buraki cukrowe – kukurydza – żyto – rzepak ozimy z 240,1 do 105,7 l·ha<sup>-1</sup>, a nakładów energii na jednostkę powierzchni – z 1197 do 575 MJ·ha<sup>-1</sup> (Golka i Ptaszyński, 2014). Według Sørensen i in. (2014), zastosowanie uprawy minimum powoduje obniżenie nakładów energii w produkcji roślinnej w warunkach czteroletniego zmianowania (jęczmień jary – jęczmień ozimy – pszenica ozima – rzepak ozimy) o 26%, a w przypadku zastosowania systemu bezuprawowego (no tillage system) – 41%.

### **Podsumowanie**

W latach 2004-2014 koszt energii zużytej w rolnictwie polskim (w cenach bieżących) zwiększył się o 50,9%, a nakłady energii w TJ – zmniejszyły się o 6,9%.

W okresie objętym analizą wartość (w cenach bieżących) produkcji globalnej rolnictwa wzrosła o 51,9%, produkcji końcowej – o 65,6%, produkcji towarowej – o 67,7%, a w cenach stałych – odpowiednio o 14,7%, 19,4 i 23,5%.

Współzależność między wartością produkcji a kosztami energii w rolnictwie (w cenach bieżących) jest dodatnia i najsilniej zaznaczona, gdy miernikiem produkcji rolniczej jest wartość dodana brutto. Wartości współczynnika determinacji (0,77-0,84) świadczą o tym, że na poziom kosztów energii w rolnictwie, poza wartością produkcji rolniczej, wpływ miały także inne czynniki, m.in. racjonalizacja gospodarki energią w rolnictwie, ale pozwalają stwierdzić, że odpowiednie funkcje opisujące te zależności były dostatecznie lub dobrze dopasowane.

Współzależność między wartością produkcji w cenach stałych a nakładami energii w TJ jest ujemna. Dopasowanie modelu opisującego tę zależność w postaci funkcji liniowej jest w tym przypadku niezadowalające, niezależnie od tego, którą z rozpatrywanych kategorii produkcji przyjęto jako reprezentanta produkcji rolniczej.

Hipoteza robocza, zakładająca istnienie dodatniej korelacji między wartością produkcji a nakładami i kosztami energii, potwierdziła się tylko częściowo – w przypadku, gdy badana była współzależność między wartością produkcji rolniczej a kosztami energii w cenach bieżących.

**Bibliografia:**

- Golka, W., Ptaszyński S. (2014). Nakłady na uprawę roli w technologii zachowawczej i tradycyjnej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 3(86), s. 31-47.
- Goraj, L., Mańko, S. (2011). Model szacowania pełnych kosztów działalności gospodarstw rolnych. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 3, s. 28-58.
- GUS (2005). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa i Obszarów Wiejskich 2005*. Warszawa :Zakład Wydawnictw Statystycznych, s. 485.
- GUS (2006). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2004, 2005. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa. ISSN 1896-7809 s. 249.
- GUS (2007). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2005, 2006. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 249.
- GUS (2008a). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2006, 2007. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 249.
- GUS (2008b). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa i Obszarów Wiejskich 2007*. Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych, s. 493.
- GUS (2009). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2007, 2008. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 276.
- GUS (2010). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2008, 2009. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 370.
- GUS (2011a). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009, 2010. Informacje i opracowania statystyczne*, s. 290.
- GUS (2011b). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2010*. Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych, s. 389.
- GUS (2012). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2010, 2011. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 294.
- GUS (2013). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2011, 2012. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 290.
- GUS (2014). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2012, 2013. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 298.
- GUS (2015a). *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2013, 2014. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa, s. 294.
- GUS (2015b). *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2015*. Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych, s. 539.
- GUS (2015c). *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2014*. Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych, s. 445.
- GUS (2015d). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015*. Warszawa: Zakład Wydawnictw Statystycznych, s. 907.
- Kocira, S., Sawa, J. (2005). Koszty mechanizacji w gospodarstwach o różnej wielkości ekonomicznej. *Inżynieria Rolnicza*, nr 6, s. 321-328.
- Mańko, S. (2011). Koszty i opłacalność produkcji ziemniaków w świetle wyników polskiego FADN. *Ziemniak Polski*, nr 4, s. 8-13.
- Pawlak, J. (2013). Koszty energii w rolnictwie polskim. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 3, s. 83-98.

- Pawlak, J. (2015a). Rolnictwo a środowisko naturalne. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 1(87), s. 17-28.
- Pawlak, J. (2015b). Zużycie energii w rolnictwie polskim w latach 2009-2013. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 1(87), s. 29-40.
- Pawlak, J. (2016). Nakłady energii a liczba gospodarstw i powierzchnia użytków rolnych 13. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 2(92), w druku.
- Sørensen, C.G., Halberg, N., Oudshoorn, F.W., Petersen, B.M., Dalgaard, R. (2014). Energy Inputs and GHG Emissions of Tillage Systems. *Biosystems Engineering*, vol. 120, s. 2-14.
- Tabor, S. (2001). Koszty mechanizacji produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4, s. 113-119.
- Wójcicki, Z. (1999). Koszty mechanizacji produkcji rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*, nr 4, s. 21-28.
- Wójcicki, Z. (2010). Potrzeby energetyczne i wykorzystanie odnawialnych zasobów energii. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4, s. 37-47.
- Wójcicki, Z. (2014). Wyposażenie techniczne badanych gospodarstw rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4(86), s. 31-41.
- Wójcicki, Z. (2015a). Badanie energochłonności produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4(90).
- Wójcicki, Z. (2015b). Metodyka badania energochłonności produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4(90).
- Wójcicki, Z., Rudeńska, B. (2013). Rozchody i dochody w badanych gospodarstwach rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 2, s. 43-54.
- Wójcicki, Z., Rudeńska, B. (2014). Efektywność nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwie rolnym. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 4(86), s. 57-70.
- Zalewski, A. (red.) (2015). *Rynek środków produkcji dla rolnictwa Stan i perspektywy*, nr 42. Warszawa: IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, s. 45.



JAN PAWLAK  
Institute of Technology and Life Sciences  
Branch in Warsaw

## VALUE OF PRODUCTION VERSUS INPUTS AND COSTS OF ENERGY IN AGRICULTURE

### Abstract

*During the years 2004-2014 cost of energy consumed in Polish agriculture (in current prices) increased by 50,9%, and energy inputs decreased by 6,9%. At the same time value (in current prices) of global agricultural production increased by 51,9%, final production – by 65,6% and market agricultural production – by 67,7%, and in constant prices – relatively by 14,7, 19,4 and 23,5%. In 2013 gross value added in current prices was by 83,1%, and in constant prices by 18,9% higher then in 2004. Correlation between the value of agricultural production and costs of energy in agriculture (in current prices) was positive and strongest in the case when gross value added was taken into account. The model (linear function) was describing well or satisfactory this correlation, depending of category of agricultural production. Instead, the correlation between value of agricultural production in constant prices and energy inputs in TJ was negative. The adequate model was unsatisfactory, no matter which category of agricultural production was taken into account.*

**Key words:** energy, cost, input, agriculture, production, correlation.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 04.03.2016.*