

*Piotr Sołowiej
Katedra Elektrotechniki i Energetyki
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WYBRANYM INDYWIDUALNYM GOSPODARSTWIE ROLNYM

Streszczenie

Wzrost kosztów produkcji rolnej związany jest między innymi ze wzrostem cen paliw i energii. Tradycyjne nośniki energii mogą być zastąpione przez nośniki odnawialne, a w szczególności biopaliwa. Specyfika rolniczych gospodarstw indywidualnych zarówno pod względem charakteru produkcji jak i usytuowania w szczególności predysponują je do wykorzystywania odnawialnych źródeł energii. W artykule przedstawiono analizę zużycia energii wybranego gospodarstwa polski północno-wschodniej, oraz propozycje zastąpienia konwencjonalnych źródeł energii odnawialnymi biorąc pod uwagę możliwości techniczne i czynniki ekonomiczne.

Słowa kluczowe: energia, odnawialne źródła energii, gospodarstwo rolne

Wstęp

Szersze wykorzystanie alternatywnych źródeł energii hamowane jest przez niedostateczne dotychczas wyjaśnienie zagadnień ekonomicznych i technicznych. W Polsce w największym stopniu wykorzystuje się energię z biomasy i energię cieków wodnych, a w mniejszym stopniu energię wiatru, promieniowania słonecznego i geotermalną [Dreszer i in. 2003].

Takie czynniki jak usytuowanie, dysponowanie w większości przypadków wolną powierzchnią oraz specyfika prowadzonej działalności predysponują gospodarstwa rolne do wykorzystywania różnego rodzaju odnawialnych źródeł energii. Badania nad możliwością wykorzystania odnawialnych źródeł energii w gospodarstwach agroturystycznych wykazały umiarkowaną opłacalność stosowania tego typu rozwiązań w obiektach nastawionych na turystykę, nie posiadających własnych zasobów biomasy [Sołowiej 2003]. Jednak większość gospodarstw rolnych jest – poza

produktami wynikającymi z kierunku produkcji - także producentami nośników energii (słoma, odpady drewniane) lub odpadów stanowiących komponenty do produkcji energii (gnojowica, obornik-biogaz) [Kowalik 1999].

Ze względu na wzrastające koszty produkcji rolnej związane ze wzrostem cen energii elektrycznej, paliw płynnych, oraz węgla skłaniają do poszukiwania oszczędności i stosowania, w uzasadnionych przypadkach odnawialnych źródeł energii. Rodzaj odnawialnych źródeł energii możliwych do zastosowania w gospodarstwie zależy w znacznej mierze od kierunku produkcji, który wyraźnie wpływa na poziom zużycia zarówno oleju napędowego, jak i energii elektrycznej na cele produkcyjne [Kowalski i in. 2002].

Cel i metodyka badań

Celem badań było określenie struktury i wielkości zużycia nośników energii w badanym gospodarstwie rolnym, oraz określenie możliwości i celowości zastosowania tu wybranych rodzajów odnawialnych źródeł energii. Badania przeprowadzono w wybranym gospodarstwie polski północno-wschodniej.

W czasie prowadzenia badań prowadzono zapisy czasu pracy poszczególnych maszyn i urządzeń oraz tam gdzie to możliwe zużycie paliwa. Zużycie energii elektrycznej odczytywano z licznika.

Opis badanego obiektu

Badane gospodarstwo znajduje się na terenie północno-wschodniej Polski. W skład gospodarstwa wchodzi 63 ha użytków rolnych w klasie bonitacyjnej od III do IV. Jest ono ukierunkowane na produkcję roślinną. Głównymi uprawami są pszenica i buraki cukrowe.

Strukturę i rodzaj uprawy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Powierzchnia upraw w hektarach

Table 1. Crop area in hectares

Uprawa	2001	2002	2003	Średnia
Pszenica	26	31	30	29
Jęczmień	16	14	8	12,67
Żyto	6	7	8	7
Rzepak	5	0	4	3
Buraki cukrowe	10	11	13	11,33

W skład gospodarstwa wchodzi zabudowania: budynek mieszkalny, obora, stodoła, garaże, magazyn oraz silos zbożowy BIN60. Moc pojazdów i maszyn samojazdnych wynosi 309,1 kW. Łączna moc urządzeń wykorzystujących energię elektryczną 50,9 kW. Budynek mieszkalny jest ogrzewany kotłem węglowym o mocy 18 kW.

Wyniki badań

W badanym gospodarstwie wykorzystywane są następujące nośniki energii: olej napędowy, gaz propan-butan, węgiel kamienny i energia elektryczna. Strukturę i zużycie poszczególnych nośników w badanym okresie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zużycie nośników energii w gospodarstwie w badanym okresie

Table 2. Consumption of energy carriers in a farm during the analysed period

Nośnik energii	Jednostka	Zużycie			
		2001	2002	2003	Średnio
Olej napędowy	dm ³	6840	8650	9110	8200
Paliwo LPG	dm ³	1980	1900	2150	2010
Węgiel	kg	5000	5000	4000	4666
Energia elektryczna	kWh	9128	8640	7553	8440
Propan-butan butlowy	kg	110	110	110	110

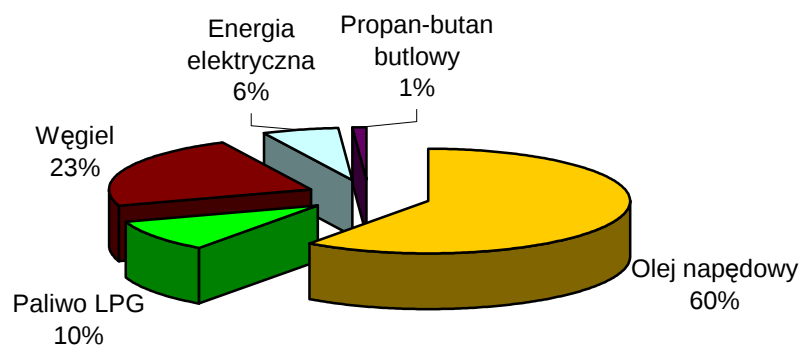
W celu lepszego porównania i zobrazowania struktury nakładów energetycznych w badanym gospodarstwie przeliczono poszczególne paliwa na odpowiadającą im wartość energetyczną, co przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Zużycie nośników energii w gospodarstwie w badanym okresie [GJ]

Table 3. Consumption of energy carriers in a farm during the analysed period [GJ]

Nośnik energii	Zużycie [GJ]			
	2001	2002	2003	Średnio
Olej napędowy	246,2	311,4	328	295,2
Paliwo LPG	49,5	47,5	53,8	50,3
Węgiel	120	120	96	112
Energia elektryczna	32,9	31,1	27,2	30,4
Propan-butan butlowy	5,1	5,1	5,1	5,1
Razem	453,7	515,1	510,1	493

Z przeprowadzonych badań wynika, że w badanym obiekcie średnioroczne zużycie energii wynosi 493 GJ. Strukturę procentową bilansu obrazuje rysunek 1. Największy udział w ogólnym bilansie zużycia energii ma olej napędowy, który stanowi 60%. Wynika to z profilu produkcji badanego gospodarstwa, gdzie najczęściej energii pochłaniają prace polowe oraz transport płodów rolnych do punktów skupu.



Rys. 1. Struktura procentowa średniego zużycia energii w badanym gospodarstwie

Fig. 1. Percent structure of average energy consumption in the analysed farm.

Znaczący wpływ (aż 23%) na wielkość zużycia energii ma węgiel używany do ogrzewania budynku mieszkalnego w sezonie zimowym i podgrzewania wody użytkowej. Paliwo LPG służące do napędu samochodu to 10%, a energia elektryczna 6% zużywanej energii.

Analiza możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w badanym gospodarstwie

Struktura i wielkość zużycia poszczególnych nośników energetycznych w badanym obiekcie pokazują, że przy ewentualnym rozważaniu zastąpienia – przynajmniej częściowym – konwencjonalnych nośników energii nośnikami ze źródeł odnawialnych należałoby zwrócić uwagę na takie nośniki jak: olej napędowy i węgiel. Zastąpienie paliwa LPG oraz wytwarzanie energii elektrycznej na tym poziomie zużycia, jakie występuje w badanym gospodarstwie nie znajduje uzasadnienia ekonomicznego. Z kolei olej napędowy można zastąpić biodiesłem, ale również nie może być on produkowany opłacalnie w ramach jednego, niewielkiego gospodarstwa. Przyjmując limity planowane w projektowanej ustawie o biopaliwach (zezwolenie na produkcję biopaliwa na użytek własny w ilości 100 litrów na jeden hektar użytków rolnych) wyliczono, że w gospodarstwie o powierzchni 500 ha

urządzenia potrzebne do produkcji biopaliw spłacą się po upływie 1,5 roku. Jeżeli rolnik ma tylko 10 ha, a będzie produkował biopaliwa zgodnie z limitem, to nakłady potrzebne na urządzenia zwrócą się mu dopiero po 13 latach [EKOINFO.PL 2006. Produkcja biopaliw na własne potrzeby].

Przeprowadzone badania wykazały, że energia zawarta w węglu zużywanym do ogrzewania budynku mieszkalnego i podgrzewania ciepłej wody użytkowej wynosi 112 GJ/rok, natomiast potencjalnie energia zawarta w słomie 3394,1 GJ/rok. Z powyższego wynika, że zasoby energetyczne słomy przewyższają ponad dwudziestokrotnie potrzeby i zasadnym jest rozważenie zamiany kotła węglowego kotłem na słomę.

Przygotowanie wody użytkowej poza okresem grzewczym jest realizowane za pomocą bojlera elektrycznego z grzałkami o mocy 2,5 kW. Bojler pracuje cyklicznie i włącza się dwa razy dziennie na 90 minut. Uwzględniając czas grzania i moc grzałek obliczono zużycie energii elektrycznej, które wyniosło 1237,5 kWh. Co stanowi 4,45 GJ energii potrzebnej w sezonie letnim do podgrzania ciepłej wody użytkowej w badanym gospodarstwie. Energię tą można zaoszczędzić instalując cieczowe kolektory słoneczne do podgrzewania wody użytkowej.

Potencjał energetyczny wybranych źródeł energii

Słoma

W badanym okresie w gospodarstwie uprawiane były pszenica, jęczmień i żyto. Strukturę i ilość zebranej słomy przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Produkcja słomy w badanym gospodarstwie
Table 4. Straw production in the analysed farm

Zboże	Masa słomy [t]			
	2001	2002	2003	Średnia
Pszenica	119,6	142,6	138	133,4
Jęczmień	54,5	47,6	27	43,1
Żyto	30,6	35,7	40,8	35,7
Razem	204,7	225,9	205,8	212,2

W celu wyznaczenia energii, jaką można uzyskać ze słomy pomnożono wartość opałową słomy przez jej masę (tab. 5). Wartość opałową słomy szarej $W_u=16$ MJ/kg przyjęto na podstawie literatury [Dreszer i in. 2003].

Tabela 5. Energia zawarta w słomie w badanym gospodarstwie
Table 5. Energy contained in straw in the analysed farm

Zboże	Energia [GJ]			
	2001	2002	2003	Średnia
Pszenica	1913,6	2281,6	2208,0	2134,4
Jęczmień	872,0	761,6	432,0	688,5
Żyto	489,6	571,2	652,8	571,2
Razem	3275,2	3614,4	3292,8	3394,1

Energia słoneczna

Potencjał energii słonecznej przyjęty na podstawie przyjęty na podstawie literatury [Wiśniewski i in. 2001] dla obszaru, na którym znajduje się gospodarstwo przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Potencjalna użyteczna energia słoneczna
Table 6. Potential usable solar energy

Jednostka	Rok (I-XII)	Półrocze letnie (IV-IX)	Sezon letni (VI-VIII)	Półrocze zimowe (X-III)
kWh/m ²	1001,3	799,9	448,4	201,4
GJ/m ²	3,6	2,9	1,6	0,7

Z powyższej tabeli wynika, że zdecydowana większość możliwej do pozyskania energii słonecznej przypada na półrocze letnie (od kwietnia do września), co potwierdza celowość wykorzystania tej energii do podgrzewania ciepłej wody użytkowej w sezonie letnim.

Dobór urządzeń

Kocioł na słomę

Z przeprowadzonej analizy zapotrzebowania na energię i rozpatrzenia propozycji firm posiadających w swej ofercie kotły do rozważań przyjęto trzy kotły produkcji polskiej: Graso KNS-60, Gizex Bio-Pal 100 i Metalurg Ekopal RM5. Analiza oparta na danych katalogowych wykazała, że najbardziej dopasowany do badanego obiektu będzie najmniejszy z rozpatrywanych kotłów Ekopal RM5. Przy orientacyjnym zużyciu słomy 12 kg/h, przy dwóch 3-godzinnych cyklach pracy w ciągu doby oraz średniej długości sezonu grzewczego 200 dni - roczne zużycie słomy wyniesie 14,4 tony. Na podstawie danych producenta w instalacji należy zastosować zbiornik akumulacyjny o pojemności 3500 dm³, w którym woda podgrzewana

jest do temperatury 90°C. Zbiornik taki zapewnia całkowity odbiór ciepła ze spalania kolejnych ładunków słomy.

Kolektor słoneczny

Powierzchnię kolektorów słonecznych, które zaspokoilyby zapotrzebowanie na energię potrzebną do podgrzania ciepłej wody użytkowej wyliczono biorąc pod uwagę:

- średnie nasłonecznienie dla obszaru na którym znajduje się badany obiekt (799,9 kWh/m² – tab. 6),
- odpowiednio współczynniki poprawkowe dla poszczególnych miesięcy od kwietnia do września dla płaszczyzny kolektora nachylonej do powierzchni pod kątem $\beta=30^\circ$ [Wiśniewski, Gołębiowski, Gryciuk 2001],
- przyjętą sprawność kolektora $\eta=0,75$,
- zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u.

Obliczona powierzchnia kolektorów wynosi 2,02 m².

Uwzględniając powyższe obliczenia zapotrzebowanie na wodę użytkową poza sezonem grzewczym w zupełności zaspokoją dwa cieczowe kolektory słoneczne. Spośród całej gamy producentów wybrano lokalnego producenta kolektorów słonecznych. Dobrano dwa kolektory SO-179/79 o sprawności maksymalnej 83% i powierzchni netto 1,32 m² współpracujące z 300-litrowym zbiornikiem akumulacyjnym.

Podsumowanie

1. Powyższe rozwiązania można by zastosować we wszystkich gospodarstwach o podobnym profilu produkcji i podobnej lub większej powierzchni oczywiście po uwzględnieniu uwarunkowań technicznych (zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, oraz zapotrzebowanie na energię cieplną niezbędną do ogrzania budynków w okresie grzewczym).
2. Analiza ekonomiczna całego przedsięwzięcia wykazała, że bez dofinansowania cała inwestycja zwracałaby się ok. 20 lat. Natomiast przy wykorzystaniu dotacji i niskooprocentowanych kredytów jakie oferują na przykład Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska, Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Bank Ochrony Środowiska czas ten można zmniejszyć do lat 9.
3. Realizacja takich inwestycji poza korzyściami ekonomicznymi przynosi również korzyści ekologiczne w postaci redukcji emisji dwutlenku węgla, tlenków azotu i pyłów wynikających z zastąpienia węgla słomą, oraz ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej, która w naszym kraju w ponad 95% jest produkowana ze spalania węgla.

Bibliografia

Dreszer A. K., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. PTIR.

EKOINFO.PL 2006. Produkcja biopaliw na własne potrzeby.

Kowalik P. 1999. Przykłady wykorzystania słomy i drewna do celów grzewczych w skali osiedla wiejskiego w północnej Polsce. Polish-Danish Workshop „Biomass for Energy”, Starbienino.

Kowalski J., Kwaśniewski D., Tabor S. 2002. Nakłady pracy i poziom zużycia nośników energetycznych w gospodarstwach o różnych kierunkach produkcji. Inżynieria Rolnicza 6(39).

Sołowiej P. 2003. Analiza możliwości zastosowania niekonwencjonalnych źródeł energii w wybranym gospodarstwie agroturystycznym. Problemy Inżynierii Rolniczej 1(39). Warszawa s 57-64.

Wiśniewski G., Głębiowski S., Gryciuk M. 2001. Kolektory słoneczne. Poradnik wykorzystania energii słonecznej. COiB. Warszawa.

POTENTIAL TO USE RENEWABLE ENERGY SOURCES IN A SELECTED INDIVIDUAL FARM

Summary

Among others, the increase in agricultural production costs results from growing fuel and energy prices. Conventional energy carriers may be replaced by renewable carriers, and in particular by bio-fuels. The specificity of individual farms, both as regards production nature and location, particularly predispose them to utilizing renewable energy sources. The article presents energy consumption analysis for a selected farm in north-eastern Poland, and proposals to replace conventional energy sources with renewable ones, taking into account technical potential and economic factors.

Key words: energy, renewable energy sources, farm