

EKOLOGICZNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA ENERGII PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO W PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ

Hubert Latała, Urszula Malaga-Toboła

Institut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy zanalizowano teoretyczne możliwości wykorzystania kolektorów słonecznych do podgrzania wody wykorzystywanej w chowie bydła i trzody chlewnej w drobno i wielkotowarowych gospodarstwach rolnych. Obliczenia wykonano dla określonego zestawu kolektorów słonecznych pracujących w okresie od czerwca do listopada. Na podstawie przeprowadzonej kalkulacji stwierdzono, w jakim stopniu ciepło otrzymane z kolektorów słonecznych jest w stanie pokryć potrzeby energetyczne związane z podgrzaniem wody wykorzystywanej w produkcji zwierzęcej. Przeanalizowano ponadto aspekty ekologiczne związane z zastąpieniem tradycyjnych paliw energią promieniowania słonecznego, określając stopień ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Słowa kluczowe: produkcja zwierzęca, temperatura wody, promieniowanie słoneczne, kolektory słoneczne, podgrzewanie wody

Wprowadzenie

Woda odgrywa bardzo ważną rolę w procesach życiowych zwierząt a jej niedobory powodują m.in. zanik apetytu czy zmniejszenie wykorzystania paszy, co skutkuje spadkiem ich produktywności. Bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na wielkość produkcji jest jakość wody podawanej zwierzętom, w tym również jej temperatura. Potwierdzeniem tego są wyniki badań zawarte w literaturze, na podstawie, których stwierdzono, iż temperatura wody w istotny sposób wpływa na efekty produkcyjne. Przejawia się to w postaci większych dziennych przyrostów masy ciała zwierząt oraz lepszej wydajności mlecznej krów.

Przygotowanie wody o właściwej temperaturze wymaga energii, którą najlepiej byłoby pozyskać ze źródeł energii odnawialnych. Wynika to z dyrektywy Nr 2009/28/WE (z dnia 23 kwietnia 2009 r.), która aktualizuje m.in. kwestię obowiązkowych celów i środków krajowych w zakresie stosowania energii ze źródeł odnawialnych (OZE). W rolnictwie wykorzystanie energii pochodzących z OZE, według Grzybek [2005], jest możliwe do wykorzystania tylko w pewnej części. Dla przykładu energia słoneczna z kolektorów słonecznych powietrznych jest wykorzystywana w 100%, natomiast energia słoneczna z kolektorów słonecznych wodnych tylko w 40%. Jest to szczególnie ważne w sektorze rolnictwa, gdzie ilość emisji gazów cieplarnianych (GHG) zależy głównie od poziomu rozwoju socjo-ekonomicznego, przyrostu populacji ludzkiej, stosowanych technologii, oddziaływania klimatu, diety czy też zmian klimatycznych [IPCC, 2007; Smith i in. 2007].

Rozwój intensywnej produkcji rolniczej wpływa destruktywnie na lokalne środowisko naturalne [Sathaye et al, 2007], ale powstawanie nowych technologii produkcji oraz nowoczesne metody jej zarządzania, mogą przyczynić się do zmniejszenia negatywnego oddziaływania i emisji gazów cieplarnianych [IPCC 2007; Chochowski i Krawiec 2008].

Cel, zakres i metodyka pracy

Biorąc pod uwagę dotychczasowy stan wiedzy i przedstawione możliwości wykorzystania energii promieniowania słonecznego w rolnictwie autorzy postawili sobie za cel określenie korzyści ekologicznych wynikających z zastosowania kolektorów słonecznych do podgrzewania wody używanej do produkcji zwierzęcej. Realizacja powyższego zadania opierała się na monitorowaniu energii solarnej i parametrów charakteryzujących pracę systemu podgrzewającego wodę. Kolejnym krokiem, w realizacji celu, było określenie potrzeb energetycznych wynikających z przygotowania wody o właściwej temperaturze dla bydła i trzody chlewnej w produkcji drobno (DT) i wielkotowarowej (WT). Następnie porównano potrzeby energetyczne z ciepłem dostępnym z promieniowania słonecznego, uzyskując w ten sposób dane o możliwym substytucie paliw kopalnych przez ciepło z kolektorów słonecznych. Na podstawie tej analizy wykonano obliczenia uwzględniające zastąpienie pięciu rodzajów paliw kopalnych energią odnawialną ze słońca. W związku z tym uzyskano wymierne efekty związane z ograniczeniem emisji GHG. Wyniki takiej analizy wykonano dla wybranych 6 miesięcy – od czerwca do końca listopada.

Obliczenia wykonano dla kolektora słonecznego typ AP-30 (30 rur próżniowych) współpracującego ze zbiornikiem, który wyposażony był w wężownicę. Rozwiązanie takie umożliwiało oddzielenie medium odbierające ciepło z kolektora od wody, która była podgrzewana w akumulatorze. Woda czerpana ze studni głębinowej o temperaturze zmieniającej się w granicach od 8 do 9°C nie spełniała wymagań termicznych jakie stosuje się w produkcji zwierzęcej, głównie do pojenia zwierząt.

Do obliczeń przyjęto przeciętne normy zużycia wody w drobno i wielkotowarowych obiektach inwentarskich, na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 2002 r. Zatem średnie zużycie wody dla dużej jednostki przeliczeniowej (DJP) była wynosiło 70 oraz 120 kg·DJP⁻¹ odpowiednio w gospodarstwach drobno i wielkotowarowych, a dla trzody chlewnej – 120 i 150 kg·DJP⁻¹. Natomiast temperaturę wody wykorzystywanej w chowie, głównie do pojenia zwierząt przyjęto średnio na poziomie 18°C dla obydwu grup.

Ciepło (q_w) niezbędne do podgrzania wody do pojenia, określono na podstawie równania (1):

$$q_w = m \cdot c_w \cdot (t_w - t_g) \quad [\text{kWh} \cdot \text{DJP}^{-1}] \quad (1)$$

gdzie:

- m – masa wody [kg·DJP⁻¹],
- c_w – ciepło właściwe wody [kWh·kg⁻¹·K⁻¹],
- t_w – temperatura wody podgrzanej [K],
- t_g – temperatura wody ze studni głębinowej [K].

Wyznaczona w ten sposób ilość ciepła mogła być zapewniona z jednej strony przez spalanie paliw kopalnych, a z drugiej przez kolektory słoneczne. Spalanie paliw kopalnych to oczywiście emisja gazów cieplarnianych. Wielkości tej emisji określono dla ekwiwalentnego stężenia CO₂, na podstawie wartości opałowych i wskaźników emisji CO₂ w roku 2006 używanej do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji [Climate Change 2008].

Ciepło uzyskane z kolektora wyliczono według zależności (2):

$$q_k = \sum (m_g \cdot c_g \cdot \tau \cdot (t_{wy} - t_{we})) \quad [\text{kWh}] \quad (2)$$

gdzie:

m_g – jednostkowe natężenie przepływu czynnika grzewczego [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$],

c_g – ciepło właściwe czynnika grzewczego [$\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$],

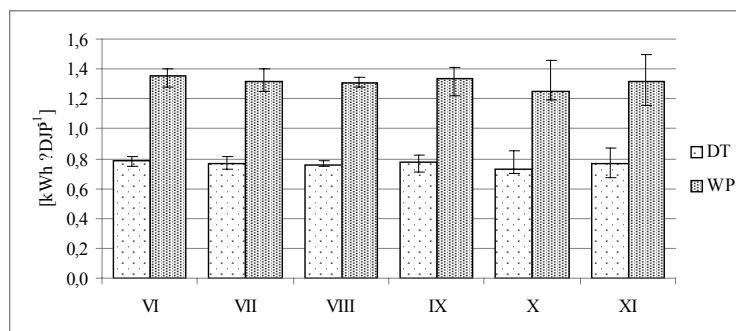
τ – czas [s],

t_{wy}, t_{we} – temperatury czynnika grzewczego na wyjściu i wejściu z kolektora [K].

Porównując ilości ciepła wyliczone według zależności 1 i 2 określono stopień w jakim kolektor słoneczny może zapewnić potrzeby ciepłne, a tym samym pozwolić obniżyć emisję gazów cieplarnianych.

Wyniki badań

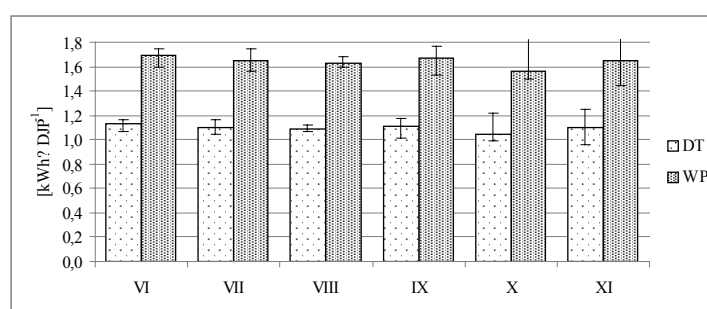
Na podstawie przyjętej metodyki i zmian temperatury wody ze studni głębinowej oraz średniego zużycia wody w obiektach inwentarskich wyliczono zapotrzebowanie na energię niezbędną do podgrzania wody do 18°C. Potrzeby ciepłne do podgrzania wody dla bydła w analizowanych miesiącach z uwzględnieniem gospodarstw drobno- i wielkotowarowych przedstawiono na rys. 1. Średnio, zapotrzebowanie na ciepło w gospodarstwach WT było o ok. 42% wyższe w porównaniu z gospodarstwami drobnotowarowymi w przeliczeniu na dużą jednostkę przeliczeniową (DJP).



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 1. Zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania wody dla bydła
Fig. 1. Demand for heat required to heat up water for cattle

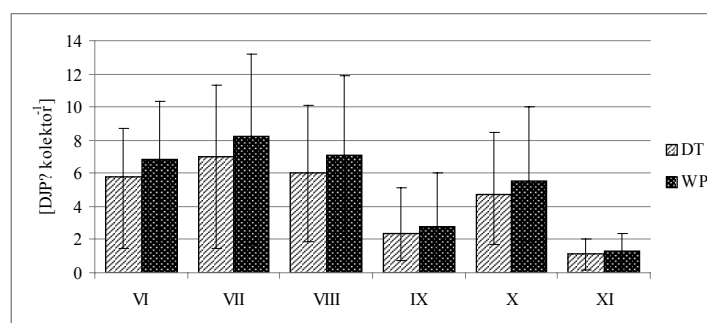
Natomiast dla trzody chlewnej (rys. 2.) potrzeby energetyczne do podgrzewania wody w gospodarstwach WT były wyższe średnio o około 25%. Ciepło otrzymane w wyniku konwersji promieniowania słonecznego było wystarczające na pokrycie potrzeb energetycznych do podgrzania wody dla 4,5 i 3,2 DJP odpowiednio dla bydła i trzody w gospodarstwach drobnotowarowych oraz 5,3 i 4,5 odpowiednio dla bydła i trzody w gospodarstwach wielkotowarowych. Na podstawie tej analizy można wnioskować, że rodzaj zwierząt i wielkość produkcji wpływają na potrzeby energetyczne służące podgrzewaniu wody. Ma to decydujący wpływ na wyznaczenie wskaźników związanych z określeniem liczby kolektorów, jaka powinna przypadać na DJP w celu uzyskania odpowiedniej temperatury dla wody wykorzystywanej w chowie zwierząt.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 2. Zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewania wody dla trzody chlewnej
Fig. 2. Demand for heat required to heat up water for swine

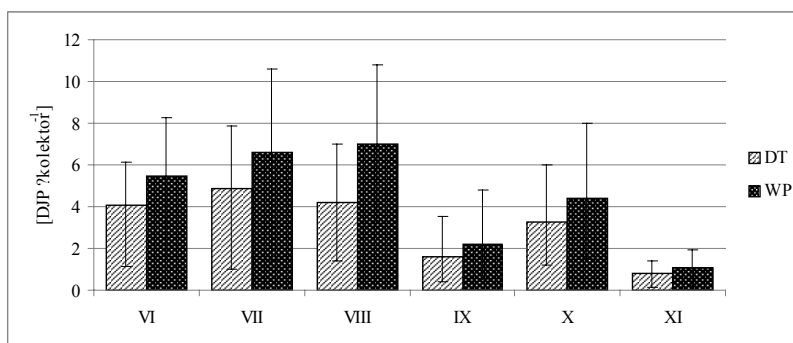
Wyniki takiej analizy dla bydła przedstawiono na rysunkach 3 i 4. W miesiącach letnich (VI-VIII) jeden kolektor jest w stanie zapewnić wymaganą ilość ciepła do podgrzania wody dla 7 lub 8 krów. W pozostałych 3 miesiącach ilość tego ciepła spada dwu- lub czterokrotnie.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 3. Liczba DJP bydła przypadająca na 1 kolektor
Fig. 3. Number of DJP [large conversion units] of cattle per 1 collector

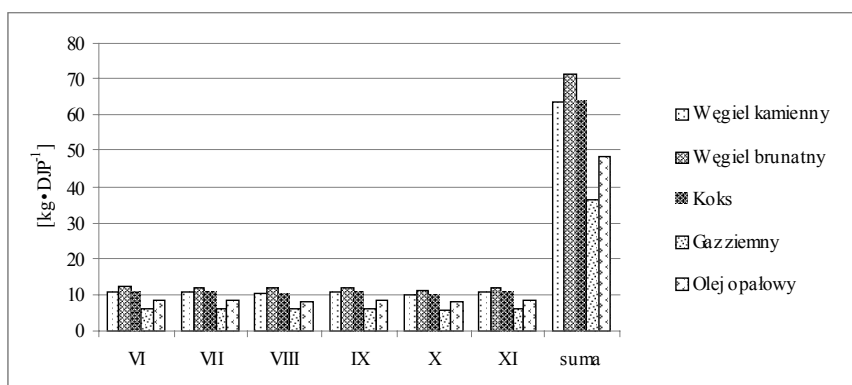
Natomiast w odniesieniu do trzody chlewnej (rys. 4) ciepło z jednego kolektora może obsłużyć ok. 5 do 7 dużych jednostek produkcyjnych. Wynika to z nieznacznie większego zapotrzebowania na wodę w obiektach specjalizujących się w chowie świń w porównaniu z gospodarstwami zajmującymi się produkcją bydła.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 4. Liczba DJP trzody chlewnej przypadająca na 1 kolektor
 Fig. 4. Number of DJP [large conversion units] of swine per 1 collector

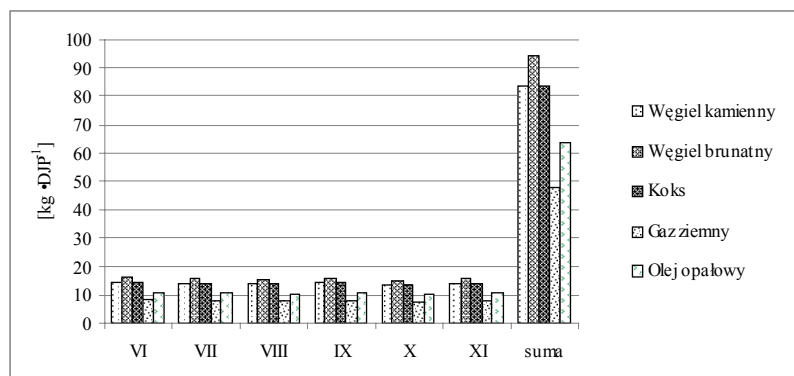
Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono teoretyczne obliczenia ekwiwalentnej emisji gazów cieplarnianych dla poszczególnych miesięcy, według wybranych paliw kopalnych. Zastąpienie ich ciepłem pochodzącym z promieniowania słonecznego daje wymierne ograniczenie GHG. W produkcji bydła (rys. 5.) ograniczenie emisji w ciągu 6 miesięcy zawierało się w granicach od 36 do 71 $\text{kg} \cdot \text{DJP}^{-1}$ w zależności od rodzaju użytego paliwa.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 5. Ekwiwalentna emisja GHG w przypadku bydła
 Fig. 5. Equivalent GHG emission in case of cattle

W gospodarstwach zajmujących się tuczem trzody chlewnej (rys. 6.) obniżenie emisji było wyższe w porównaniu z obiektami utrzymującymi bydło i wyniosło 48 do 93 kg·DJP⁻¹ w zależności od rodzaju użytego paliwa. Większa redukcja emisji GHG na cele produkcyjne trzody chlewnej wynikała z większego jej zużycia wody w przeliczeniu na DJP.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 6. Ekwiwalentna emisja GHG w przypadku trzody chlewnej
Fig. 6. Equivalent GHG emission in case of swine

Stosowanie kolektorów słonecznych daje wymierne efekty w ograniczaniu emisji GHG. Przyczynić się może również do obniżenia kosztów podgrzewania wody dla zwierząt, ale wymaga to odrębnej analizy.

Wnioski

- Średnie zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania wody dla bydła w okresie od czerwca do listopada w obiektach drobnotowarowych było o 42% niższe w porównaniu z obiektami wielkotowarowymi, a w przypadku trzody - o 25%.
- Ciepło otrzymane w wyniku konwersji promieniowania słonecznego było wystarczające na pokrycie potrzeb energetycznych do podgrzania wody dla 4,5 i 3,2 dużych jednostek produkcyjnych odpowiednio dla bydła i trzody w gospodarstwach drobnotowarowych oraz 5,3 i 4,5 odpowiednio dla bydła i trzody w gospodarstwach wielkotowarowych.
- Substytucja paliw kopalnych energią pochodzącą z promieniowania słonecznego, w analizowanym okresie, jest w stanie ograniczyć emisję gazów cieplarnianych średnio dla bydła o 57 kg·DJP⁻¹, a dla trzody o 75 kg·DJP⁻¹.

Bibliografia

- Chochowski A., Krawiec F.** (red.) 2008. Zarządzanie w energetyce. Koncepcje, zasoby, strategie, struktury, procesy i technologie energetyki odnawialnej. Centrum Doradztwa i Informacji. Warszawa. ISBN 978-83-7251-859-0.
- Grzybek A.** 2005. Prognoza wykorzystania odnawialnych źródeł energii w sektorze rolnym na tle przemian. Energia odnawialna vol.1. s. 23-28.
- Sathaye J., Najam A. i in.** 2007. Sustainable Development and Mitigation. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Smith P., Martino D. i in.** 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA.
- Climate Change 2008. The IPCC 4th Assessment Report. www.ipcc.ch. Dostępny w Internecie. 04.2009.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Normy zużycia wody w Polsce. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody. (Dz. U. Nr 8, poz. 70).

ECOLOGICAL ASPECTS OF USING SOLAR RADIATION ENERGY IN ANIMAL PRODUCTION

Abstract. The paper presents the analysis of theoretical potential as regards employing solar collectors to heat up water used in cattle and swine breeding in small and large commodity farms. Computations have been carried out for a specific set of solar collectors working between June and November. Completed calculations allow to find to what extent the heat derived from solar collectors is capable of covering power needs for heating up water used in animal production. Moreover, the researchers have analysed ecological aspects involved in replacement of conventional fuels with solar radiation energy, determining the extent of greenhouse gas emission reduction.

Key words: animal production, water temperature, solar radiation, solar collectors, water heating

Adres do korespondencji:

Hubert Latała; e-mail: Hubert.Latala@ur.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków