

Marek Kuna-Broniowski\*, Marek Adamiec

\*Katedra Podstaw Technik

Akademia Rolnicza w Lublinie

Katedra Pojazdów Samochodowych

Politechnika Lubelska w Lublinie

## OGNIWO PALIWOWE JAKO ŹRÓDŁO ZASILANIA URZĄDZEŃ KOMPUTEROWYCH W ROLNICTWIE

### Streszczenie

Omówiono sposoby zasilania komputerów przenośnych typu notebook. Scharakteryzowano prototypowe rozwiązania, w których do zasilania komputerów zastosowano ogniwo paliwowe. Zaprezentowano system wytwarzania paliwa wodorowego, złożony z ogniwa fotowoltaicznego i elektrolizera wody. Przedstawione zostały wyniki obliczeń sprawności ogniwa fotowoltaicznego i elektrolizera.

**Słowa kluczowe:** ogniwo paliwowe, wodór, komputer przenośny

### Oznaczenia

$U$  – napięcie elektryczne, V

$I$  – natężenie prądu elektrycznego, A

$G$  – natężenie promieniowania słonecznego,  $W/m^2$

$S$  – pole powierzchni modułu fotowoltaicznego,  $m^2$

$n$  – liczba moli wodoru uzyskanego w czasie  $t$ , mol

$\Delta H$  - zmiana entalpii w reakcji elektrolizy wody, J/mol

$t$  – czas, s

### Wprowadzenie

Dzięki wykorzystaniu programów służących do akwizycji i przetwarzania danych, komputery przenośne oraz komputery jednocukładowe stają się coraz częściej urządzeniami pomiarowymi. Pojawia się również tendencja do umieszczania tych urządzeń jak najbliżej badanego obiektu w celu uniknięcia kłopotliwej nieraz transmisji danych. Dąży się także do transmisji danych w postaci mniej lub bardziej opracowanej w celu odciążenia kanałów transmisji, co umożliwia wykorzystanie łączności sieci komórkowej GSM do przesyłania takich danych. Jednakże pojawia się wówczas problem zasilania tych urządzeń. W artykule zaprezentowano możliwość wykorzystania do tego celu ogniw paliwowych, które mogą zastąpić tradycyjne akumulatory, zwłaszcza w przypadku długotrwałej pracy.

Ogniwa paliwowe w komputerach mogą być zasilane paliwami płynnymi (metanol, etanol), wodorem sprężonym w zbiorniku lub wodorem przechowywanym w postaci związanej w sproszkowanych metalach. Wysoka sprawność energetyczna ogniw pozwala na długotrwałą pracę urządzeń komputerowych w miejscach oddalonych od sieci elektrycznej.

Celem pracy jest analiza możliwości zastosowania ogniwa paliwowego jako źródła energii elektrycznej do zasilania komputerów przenośnych, wykorzystywanych w warunkach terenowych. Dokonano przeglądu stosowanych powszechnie rozwiązań dotyczących problemu zasilania komputerów typu notebook oraz technologii prototypowych z zastosowaniem ogniw paliwowych. Przedstawiony został system wytwarzania paliwa wodorowego poprzez transformację energii promieniowania słonecznego. Zamieszczono wyniki badań takich elementów tego systemu, jak ogniwo fotowoltaiczne i elektrolizer wody.

### **Metodyka**

W tabeli 1 zamieszczono charakterystykę typowych sposobów zasilania komputerów przenośnych oraz rozwiązań prototypowych, w których jako źródło zasilania zastosowano ogniwo paliwowe. Ogniwo paliwowe jest perspektywnym przetwornikiem energii, wykorzystującym paliwo wodorowe w procesie elektrochemicznego utleniania. Bezpośrednie przetwarzanie energii chemicznej w energię elektryczną umożliwia pracę z dużą sprawnością. Ogniwa paliwowe stosowane w komputerach przenośnych mogą być zasilane wodorem, uzyskiwanym z paliw płynnych (metanol, etanol), w wyniku reakcji chemicznych zachodzących w ogniwie, lub czystym wodorem podawanym na anodę ogniwa paliwowego.

Na rysunku1 zaprezentowano schemat blokowy układu, w którym energia promieniowania słonecznego jest wykorzystywana do wytwarzania paliwa wodorowego w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem elektrolizera wody typu PEM (Proton Exchange Membrane), wyposażonego w membranę protonowymienną. Elektrolizer taki charakteryzuje się dużą sprawnością energetyczną i bardzo dobrą separacją wytwarzanych gazów. Uzyskiwany wodór magazynowany jest w zbiorniku ciśnieniowym i może być wykorzystany do napełniania pojemnika ze sproszkowanymi związkami metali, zdolnymi do gromadzenia wodoru.

W Zakładzie Elektrotechniki i Systemów Pomiarowych Akademii Rolniczej w Lublinie przeprowadzono badania laboratoryjne w układzie „ogniwo fotowoltaiczne – elektrolizer wody”. Wyznaczono charakterystyki prądowo–napięciowe ogniwa fotowoltaicznego i zasilanego elektrolizera dla różnych wartości natężenia promieniowania słonecznego. Na podstawie pomiarów

obliczona została sprawność przetwarzania energii przez ogniwo słoneczne i elektrolizer wody.

Tabela 1. Charakterystyka metod zasilania komputerów przenośnych  
Table 1. Specification of power supply methods for portable computers

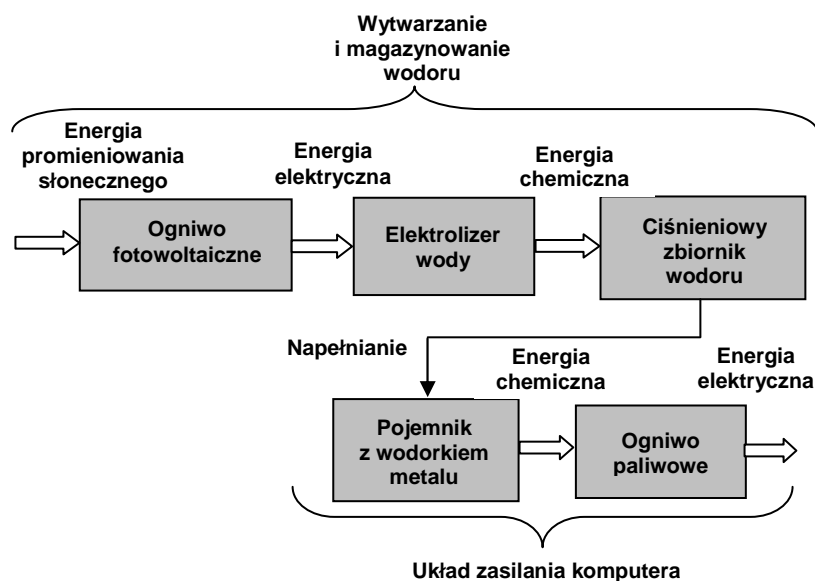
Producent, model komputera	Rodzaj zasilania	Wskaźniki energetyczne źródła zasilania		Czas pracy komputera	Uwagi
		Wh·kg <sup>-1</sup>	Wh·l <sup>-1</sup>		
-	-			h	-
Asus L2000	Akumulator litowo-jonowy	110-160	-	1,5	Rozwiązanie powszechnie stosowane
Actina Tytan 4 C1700	Akumulator litowo-jonowy	110-160	-	1,9	Rozwiązanie powszechnie stosowane
Compaq Presario 700	Akumulator litowo-jonowy	110-160	-	2,5	Rozwiązanie powszechnie stosowane
HP Omnibook xe4100	Akumulator litowo-jonowy	110-160	-	3,8	Rozwiązanie powszechnie stosowane
Toshiba Portege M200	Akumulator litowo-jonowy	110-160	-	4,6	Rozwiązanie powszechnie stosowane
Fujitsu, Motorola, Toshiba	Ogniwo paliwowe zasilane metanolem; 300 ml, 30 %	5600 (metanol)	4420 (metanol)	8-10	Prototyp
Medis Technologies	Ogniwo paliwowe zasilane etanolem	8200 (etanol)	6800 (etanol)	>10	Prototyp
LG-Caltex Oil	Ogniwo paliwowe zasilane wodorem magazynowanym w sproszkowanym metalu	580 (zbiornik z wodorkiem metalu)	3180 (zbiornik z wodorkiem metalu)	>10	Prototyp

Sprawność energetyczną ogniwa fotowoltaicznego, jako stosunek mocy elektrycznej do mocy promieniowania słonecznego, wyznacza się na podstawie zależności [Smoliński 1998]:

$$\eta = \frac{U \cdot I}{G \cdot S} \quad (1)$$

Sprawność energetyczna elektrolizera wody, czyli stosunek energii chemicznej wytworzonego wodoru do zużytej energii elektrycznej, wyraża się wzorem:

$$\eta = \frac{n \cdot \Delta H}{U \cdot I \cdot t} \quad (2)$$



Rys.1. Schemat blokowy systemu zasilania komputerów przenośnych energią odnawialną

Fig. 1. Block diagram of power supply system (based on renewable energy) for portable computers

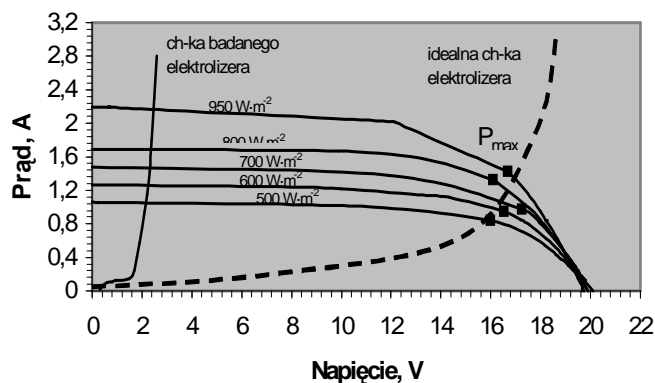
### Wyniki badań i ich analiza

W celu wyeliminowania dużej masy i objętości układu zasilania komputerów z ogniwem paliwowym stosuje się magazynowanie wodoru w postaci związanej ze sproszkowanymi związkami metali ( $\text{LaNi}_5$ ,  $\text{FeTi}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Ni}$ ,  $\text{ZrV}_2$ ). Metoda ta umożliwia zgromadzenie dużej ilości wodoru w stosunku do masy i objętości sproszkowanego metalu (300–500 razy większa objętość wodoru w stosunku do objętości zbiornika). Pojemnik ze sproszkowanym związkiem metali może być napełniany wodorem ze zbiornika ciśnieniowego lub z elektrolizera wody (adsorpcja wodoru przy ciśnieniu 1–3 MPa). Wodór tworzący związek z odpowiednim metalem może być z niego uwolniony i doprowadzony do anody ogniwa paliwowego po dostarczeniu ciepła.

Kształt charakterystyki prądowo–napięciowej ogniwa fotowoltaicznego i elektrolizera umożliwia ekonomiczną współpracę tych przetworników energii. Badania przeprowadzono dla elementarnego elektrolizera zbudowanego z dwóch elektrod i separatora. W takim przypadku napięcie elektrolizy wynosi około 2 V. Badane ogniwo fotowoltaiczne maksymalną moc i sprawność uzyskuje w zakresie napięć 16–18 V, w zależności od nasłonecznienia (rys. 2).

Tłumaczy to niską sprawność ogniwa fotowoltaicznego pracującego w układzie z badanym elektrolizerem (tab.2.).

Przeprowadzone badania wykazały wagę prawidłowego dopasowania elektrolizera do ogniwa słonecznego w systemach dokonujących konwersji energii słonecznej na paliwo wodorowe. Dopasowanie to można uzyskać bądź przez odpowiednie szeregowo-równoległe połączenie ogniw słonecznych, bądź przez szeregowe łączenie elektrolizerów [Dylewski 1999]. Ponieważ sprawność elektrolizerów jest wysoka, wówczas cały system będzie osiągał sprawność zbliżoną do wartości maksymalnej osiąganej przez ogniwo fotowoltaiczne.



Rys.2. Charakterystyki prądowo-napięciowe elektrolizera i modułu fotowoltaicznego przy zmiennym nasłonecznieniu

Fig. 2. The current-voltage characteristics of electrolyser and photovoltaic module at variable insolation

Tabela 2. Sprawności energetyczne w układzie „ogniwo fotowoltaiczne – elektrolizer wody”

Table 2. Energy efficiency in the “photovoltaic cell – water electrolyser” system

Natężenie promieniowania słonecznego $W \cdot m^{-2}$	Sprawność ogniwa słonecznego w układzie z elektrolizerem, $\eta$ , %	Sprawność maksymalna ogniwa słonecznego $\eta_{max}$ , %	Sprawność elektrolizera wody $\eta$ , %
500	1,52	8,89	97,8
600	1,54	8,86	96,4
700	1,61	7,98	94,3
800	1,64	8,89	92,6
900	1,67	8,38	90,7
950	1,86	8,6	88

## Wnioski

1. Zastosowanie ogniwa paliwowego (zasilanego płynnym alkoholem lub wodorem zgromadzonym w zbiorniku w postaci związanej) do zasilania komputerów stwarza możliwość ich znacznie dłuższej pracy, z okresową wymianą lub napełnianiem zbiorników z paliwem.
2. Elektrolizer wody typu PEM charakteryzuje się dużą sprawnością energetyczną i dobrą separacją wytwarzanych gazów. Kształt jego charakterystyki prądowo–napięciowej umożliwia ekonomiczne wykorzystanie ogniwa fotowoltaicznego do jego zasilania. Zastosowanie takiego układu pozwala na wytwarzanie wodoru w procesie przetwarzania energii odnawialnej i jego gromadzenie w postaci skompresowanej lub związanej w sproszkowanych metalach.
3. Wadą zastosowania ogniwa paliwowego i zbiornika paliwa w komputerze przenośnym jest powiększenie jego masy i ciągle jeszcze wysoki koszt ogniw paliwowych.

## Bibliografia

Dylewski R., Gnot W., Gonet M. 1999. *Elektrochemia Przemysłowa – wybrane procesy i zagadnienia*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice

Smoliński S. 1998. *Fotowoltaiczne źródła energii i ich zastosowania*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa

Strony internetowe [www.e-notebook.pl](http://www.e-notebook.pl)

Strony internetowe [www.udomi.de](http://www.udomi.de)

## FUEL CELL AS A POWER SUPPLY SOURCE FOR COMPUTER APPLIANCES IN AGRICULTURE

### Summary

Paper discussed the power supply methods to portable computers (notebooks). Prototype solutions based on the use of fuel cells as a power source to computers were characterized. The hydrogen fuel production system consisted of a photovoltaic cell and water electrolyser was presented. The computation results concerning efficiency of photovoltaic cell and electrolyser were also given.

**Key words:** fuel cell, hydrogen, portable computer

*Recenzent – Jerzy Weres*