

Grzegorz TWARDOSZ\*  
Wojciech TWARDOSZ\*\*

## **HYBRYDOWY SYSTEM ZASILANIA W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ DOMKÓW REKREACYJNYCH**

W pracy przedstawiono mieszany sposób dostawy energii elektrycznej do istniejącego obiektu rekreacyjnego. Opisano zasady doboru elementów systemu tzn. turbiny wiatrowej, ogniw PV i magazynu energii. Przedstawiono sposób komunikacji pomiędzy sterownikiem a komputerem przy wykorzystaniu programu WinPowerNet.

SŁOWA KLUCZOWE: odnawialne źródła energii, system off grid, magazyn energii

### **1. WSTĘP**

Ze względu na warunki klimatyczne Polski uważa się, że przy wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych czyli OZE (Odnawialne Źródła Energii), jest ekonomicznie uzasadnione dla całorocznych obiektów stosowanie nie jednego, a dwóch źródeł. W Wielkopolsce analizując zasadność wykorzystania źródeł OZE: geologicznych, wodnych, wiatrowych i słonecznych, uważa się za właściwe wykorzystanie energii wiatru i energii promieniowania słonecznego. Można wykorzystywać także tylko jedno źródło. Dodatkowym, jednak ważnym aspektem zapewnienia pewności zasilania obiektu jest magazyn energii. Magazyn energii musi spełniać szereg warunków. Do najważniejszych należą: moc zapotrzebowana, pojemność magazynu, napięcie pracy, zakres temperatur pracy oraz minimalny czas pracy.

### **2. SYSTEM ZASILANIA OBIEKTU TYPU OFF GRID**

W systemach typu off grid wytworzona energia elektryczna jest wykorzystywana wyłącznie na potrzeby własne odbiorcy [1-3]. Standardową konfigurację systemu przedstawiono na rysunku 1.

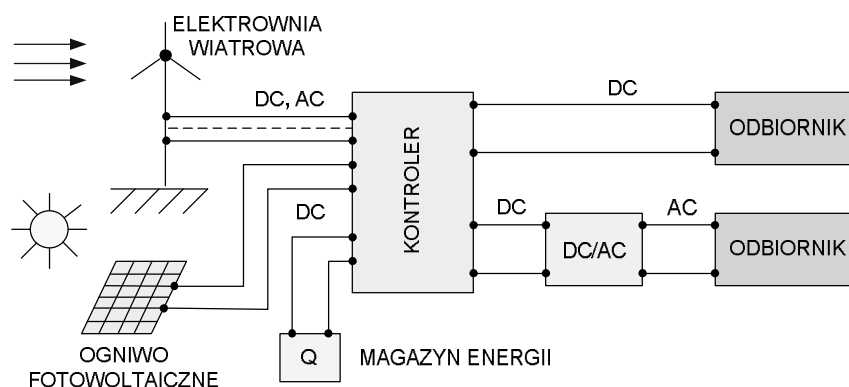
Kontroler (rys. 1) pełni w tym przypadku funkcję regulatora pracy źródeł OZE oraz regulatora napięcia magazynu energii. Spotyka się także inne systemowe rozwiązania. W miejsce jednego hybrydowego kontrolera występują

---

\* Politechnika Poznańska.

\*\* Poznańskie Centrum Edukacji Ustawicznej i Praktycznej, Poznań.

dwa układy sterowania: kontroler pracy układu fotowoltaicznego (PV) i/lub elektrowni wiatrowej (EW) oraz inwerter DC/AC.



Rys. 1. Schemat systemu off grid [opr. własne]

Stosunek mocy znamionowych PV i EW zależy od warunków geograficznych. Często ze względów ekonomicznych podaje się za właściwy stosunek  $P_{EW}/P_{PV} = 1:3$  dla instalacji całorocznych.

Parametry pracy ogniw PV zmieniają się w funkcji temperatury. W tabeli 1 przedstawiono średnie wartości zmian parametrów ogniw PV w funkcji temperatury.

Tabela 1. Wpływ temperatury na parametry pracy ogniw PV [opr. własne]

Rodzaj parametru	Jednostka	Zmiana parametru w funkcji wzrostu temperatury
$I_{SC}$	$\%/^{\circ}C$	$\sim(+0,04)$
$U_{oc}$	$\%/^{\circ}C$	$\sim(-0,38)$
$P_{MP}$	$\%/^{\circ}C$	$\sim(-0,47)$
$I_{mp}$	$\%/^{\circ}C$	$\sim(+0,04)$
$U_{mp}$	$\%/^{\circ}C$	$\sim(+0,38)$

W szacunkowych obliczeniach przyjmuje się zazwyczaj, że spadek mocy, wynikający ze wzrostu temperatury wynosi około  $-0,5\%/^{\circ}C$ . Temperaturę nominalną przyjmuje się dla warunków STC tj.  $25^{\circ}C$ .

Regulatory napięcia wykonuje się w technologiach MPPT i PWM. Technologia MPPT (ang. Maximum Power Point Tracking) czyli śledzenie maksymalnego punktu pracy jest sprawniejsza, ponieważ w zależności od wartości natężenia promieniowania, w sposób sterowany dostosowuje wartość

oporu obciążenia do wartości oporu źródła PV. W technologii PWM (z j. ang. Pulse Width Modulation) nie ma możliwości pracy systemu przy mocy maksymalnej. Natomiast w technologii MPPT jest możliwy wzrost wydajności systemu o około (20÷30)% [3], w porównaniu z systemem PWM. Tańszy regulator jest w wielu przypadkach korzystniejszy do zastosowania. Wybór rodzaju regulatora zależy m.in. od miejsca montażu PV, elementów systemu i wartości mocy układu. Ważny jest również aspekt ekonomiczny inwestycji.

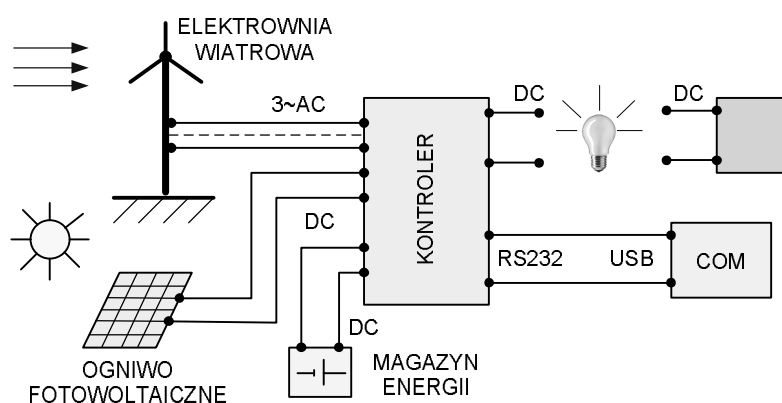
### 3. HYBRYDOWY SYSTEM ZASILANIA DOMKU REKREACYJNEGO W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Dla domku rekreacyjnego wykorzystywanego w ciągu roku, zastosowano następujący system zasilania w energię elektryczną:

- turbina wiatrowa o osi pionowej typu TVK 0,3/12,
- ogniwo fotowoltaiczne o  $P_N = 150 \text{ W}$ ,
- magazyn energii o pojemności  $Q_N = 100 \text{ Ah}$ .

Pracą systemu steruje kontroler hybrydowy typu WSH 0,3 – 0,15/12 [3, 4].

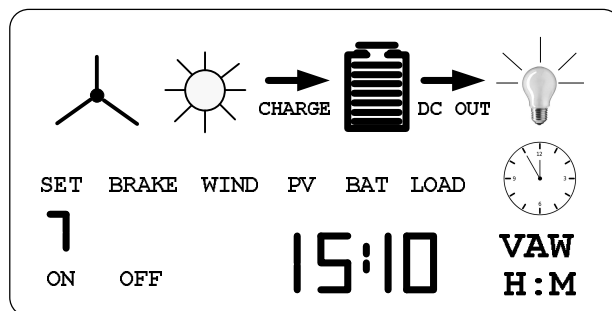
Na rys. 2 przedstawiono schemat układu zasilania domku rekreacyjnego.



Rys. 2. Schemat hybrydowego układu zasilania domku rekreacyjnego typu off grid [opr. własne]

Turbina wiatrowa TVK 0,3/12 ma dwa wirniki tj. Savoniusa i Darrieusa. Jej moc znamionowa ( $P_N$ ) 300 osiąga przy prędkości wiatru 12 m/s. Prędkość cut in wynosi 1 m/s. Natomiast panel PV ma ( $P_N$ ) 125 W, a akumulator typu MWL 100 – 12 Ah. Pojemność akumulatora dobrano jako zasilanie awaryjne. Napięcie wyjściowe regulatora wynosi  $U_N = 12 \text{ V}$ . Moc wyjściowa wynosi 240 W. Napięcie stałe można zamienić na przemiennie wykorzystując np. mikrofalownik typu MFA. W rozważanym przypadku przy pracy autonomicznej akumulatora, zapewnia on pobór mocy  $P = 240 \text{ W}$  przez  $t = 2,5 \text{ h}$  przy napięciu stałym.

Przyjęto dopuszczalny poziom rozładowania wynoszący 50%. Zapewnia to żywotność akumulatora przez 10 – 12 lat. Gdyby jednak energię wykorzystać po przekształceniu napięcia stałego na przemienne, czas ten wyniósłby około 2,0 h, przy  $\cos\phi$  0,9. Widok wyświetlacza regulatora WSH przedstawiono na rys. 3.



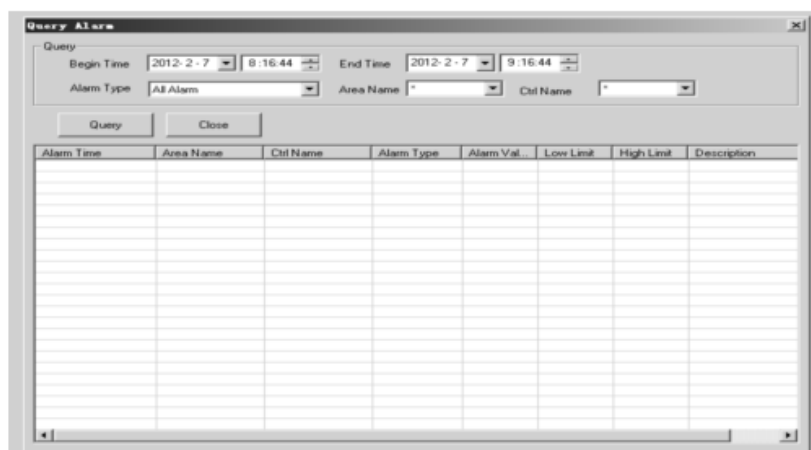
Rys. 3. Wyświetlacz WSH 0,3-0,15 [oprac. własne]

Regulator ma port RS232, co zapewnia możliwość dwukierunkowej komunikacji pomiędzy systemem a użytkownikiem. Opcjonalnie komunikacja może być bezprzewodowa. Przy tym programowanie parametrów pracy systemu oraz ich monitorowanie może odbywać się przez: administratora, grupy użytkowników oraz pojedynczych osób.

Program komputerowy WinPowerNet umożliwia monitorowanie pracy układu w trybach dziennych lub wybranych porach dnia, tygodniowych, miesięcznych i rocznym. Istnieje możliwość przedstawiania wyników produkcji i zużycia energii elektrycznej w sposób graficzny. Na rys. 4 i 5 przedstawiono przykładowe okna dialogowe systemu.

Time	Area Name	Ctrl Name	Battery W/KW	Sum W/KW	Wind W/KW	Load W/KW
2012-03-03 15:10	3	3	1.937	1.937	0	0

Rys. 4. Widok okna dialogowego zainstalowanych i pracujących odnawialnych źródeł energii [4]



Rys. 5. Okno dialogowe pracy odnawialnych źródeł energii w stanie awaryjnym [4]

Logowanie do systemu i programowanie parametrów pracy systemu jest trudne. Dla przeciętnego użytkownika może nastęrczać wiele trudności. Cenną zaletą regulatora. Cenną zaletą regulatora jest możliwość dwukierunkowej komunikacji z systemem.

#### 4. PODSUMOWANIE

Z uwagi na rozkład prędkości wiatru w czasie oraz zmiany wartości natężenia promieniowania słonecznego zastosowanie układów hybrydowych jest z energetycznego punktu widzenia bardzo korzystne. Przy mocy elektrowni wiatrowej 300 W, mocy systemu ogniwa fotowoltaicznego 150 W, pojemności magazynu energii wynoszący 100 Ah wraz z regulatorem cena systemu nie przekracza 7000 PLN. Montaż jest prosty i można go wykonać we własnym zakresie, co nie powoduje utraty gwarancji. Przy prawidłowej eksploatacji żywotność systemu powinna wynosić conajmniej 20 lat. Nie dotyczy to akumulatora, którego czas eksploatacji szacuje się na około 12 lat. Czas ten skraca się w istotny sposób w dwóch przypadkach:

- częstego rozładowania poniżej  $0,5 Q_N$ ,
- wzrostu temperatury pracy powyżej  $25^{\circ}\text{C}$ .

W przypadku potrzeby ciągłego wykorzystania przedstawionego hybrydowego systemu należy zamontować dodatkowo układ tzw. bypass. Stosowanie systemów zasilania z odnawialnych źródeł energii w domkach rekreacyjnych jest z wielu względów rozwiązaniem bardzo korzystnym. Należałoby jednak rozważyć rozwiązanie pod względem ekonomicznym bardziej uzasadnione np. zasilanie całego osiedla domków jednorodzinnych.

### LITERATURA

- [1] Popczyk J., Energetyka rozproszona, PKEOM, Warszawa 2011.
- [2] Paska J., Wytwarzanie rozproszonej energii elektrycznej i ciepła. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.
- [3] Paluszczak M., Twardosz W., Twardosz G., Monitorowanie parametrów pracy hybrydowego odnawialnego źródła energii elektrycznej. Poznań University of Technology, Academic Journals, No 74, Poznań 2013, s. 301-306.
- [4] [www.wirtech.pl](http://www.wirtech.pl), 10.01.2015, 15.00.

### HYBRIDIC POWER SUPPLY OF RECREATIONAL BUILDINGS

In this paper are presented hybridic power supply, as case study. Are analyzed chosen aspects choice of elements system i.e. wind turbine, photovoltaic panel and storage cell. Are described principles of communication system WinPowerNet program.