

Ireneusz SOLIŃSKI*, Jacek OSTROWSKI**, Bartosz SOLIŃSKI**

Wiatrowo-gazowe elektrownie hybrydowe

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono definicję elektrowni hybrydowej. Opisano budowę elektrowni wiatrowo-gazowej. Omówiono warunki wiatrowe w województwie podkarpackim. Przedstawiono projekt budowy elektrowni wiatrowo-gazowej z wykorzystaniem zasobów gazu ziemnego w tym rejonie. Zaprezentowano metody bilansowania energii w systemie elektroenergetycznym.

SŁOWA KLUCZOWE: elektrownia wiatrowa, silnik gazowy, gaz ziemny, bilans energii.

Wprowadzenie

Pod pojęciem elektrowni hybrydowej rozumie się jednostkę wytwórczą, wytwarzającą energię elektryczną lub energię elektryczną i ciepło, w której w procesie wytwarzania energii wykorzystywane są dwa, lub więcej, odnawialne źródła energii lub źródła energii inne niż odnawialne. Przykładem są:

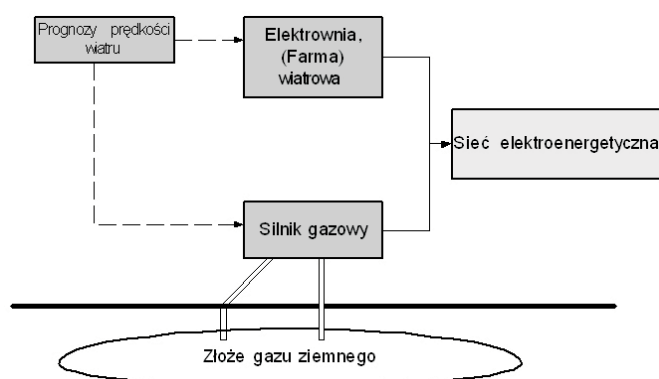
- ✧ elektrownia wiatrowa – elektrownia słoneczna – agregat prądotwórczy,
- ✧ elektrownia wiatrowa – elektrownia szczytowo-pompowa,
- ✧ elektrownia wiatrowa – elektrownia gazowa,
- ✧ elektrownia wiatrowa – ogniwo paliwowe,
- ✧ elektrownia zasilana paliwem węglowym – elektrownia zasilana biopaliwem.

* Prof. dr hab. inż., ** Dr inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków;
e-mail: bsolinsk@zarz.agh.edu.pl

Każde ze źródeł energii odnawialnej ma wady i zalety. Umiejętne połączenie tych źródeł w jednym systemie energetycznym (również ze źródłami energii nieodnawialnej) pozwala na minimalizację konsekwencji ich wad. Producenci energii elektrycznej są zobligowani do zapewnienia planowanych dostaw energii elektrycznej. Jeżeli w określonym czasie wytworzą większą niż przewidywana wielkość energii, ich zyski mogą być pomniejszone przez mniejszą cenę za energię elektryczną. Wytworzenie mniejszej niż przewidywano ilości energii grozi karą pieniężną. Stąd zrodziła się idea wykorzystania niewielkich złóż gazu ziemnego do bilansowania energii z elektrowni wiatrowych współpracujących z siecią energetyczną.

1. Elektrownie wiatrowo-gazowe

Schemat elektrowni hybrydowej wiatrowo-gazowej pokazuje rysunek 1. W skład takiej jednostki wytwórczej wchodzi elektrownia lub farma wiatrowa oraz silnik gazowy, dołączone do sieci energetycznej. Silnik gazowy jest zasilany gazem ziemnym. Sercem systemu jest układ sterowania, który w oparciu o prognozy prędkości wiatru lub bieżące pomiary prędkości wiatru steruje pracą obu źródeł energii, w szczególności pracą silnika gazowego.

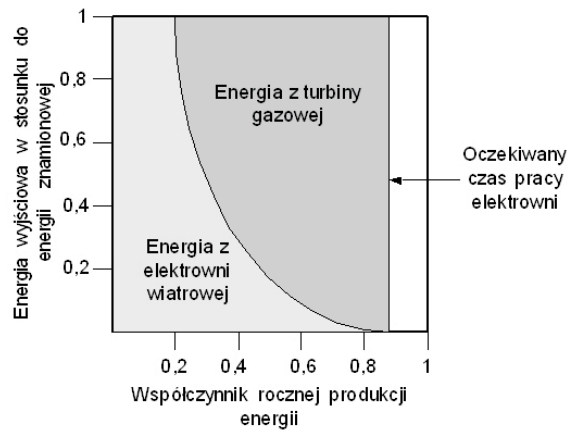


Rys. 1. Hybrydowy system wiatrowo-gazowy
Źródło: opracowanie własne

Fig. 1. The wind-gas engine hybrid system

Bilans energii w elektrowni hybrydowej złożonej z elektrowni wiatrowej i generatora gazowego pokazuje rysunek 2.

W okresie gdy warunki wiatrowe nie pozwalają na pracę elektrowni wiatrowej z mocą znamionową, deficyt energii jest uzupełniany przez turbinę gazową. Moc znamionowa tej turbiny powinna być równa mocy znamionowej elektrowni hybrydowej. Przykładem realizacji (na większą skalę) tego typu elektrowni jest projektowana morska elektrownia hybrydowa wiatrowo-gazowa u wybrzeży Wielkiej Brytanii, złożona z farmy wiatrowej o mocy 106 MW



Rys. 2. Bilans energii w elektrowni hybrydowej złożonej z elektrowni wiatrowej i generatora gazowego
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Greenblatt 2005

Fig. 2. The energy balance in the wind-gas hybrid plant

i turbiny gazowej o mocy 93 MW. Efekt ekologiczny tej planowanej inwestycji to zmniejszenie emisji dwutlenku węgla o 286 000 ton rocznie (www.seapower-generation.co.uk).



Rys. 3. Rejony Przełęczy Dukielskiej, na których dokonano pomiarów zasobów energetycznych wiatru
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 3. The Dukla Pass where a wind energy potential was measured

2. Zasoby wiatru na obszarach województwa podkarpackiego

Idea praktycznego wykorzystania elektrowni hybrydowych wiatrowo-gazowych jest możliwa do realizacji w Polsce np. na terenie województwa podkarpackiego, gdzie istnieją udokumentowane zasoby wiatru (Jasionka, Barwinek, Rymanów, Dukła, Równe) (Soliński 1999). W oparciu o sporządzone na podstawie pomiarów w latach 1994–2002 oceny zasobów wiatru dokonano już na tym obszarze inwestycji o sumarycznej mocy elektrowni wiatrowych około 1,5 MW. Na rysunku 3 pokazano obszary objęte pomiarami.

Uzyskane z pomiarów dane posłużyły do sporządzenia szczegółowych atlasów energii wiatru dla tych rejonów na wysokości 50 m nad powierzchnią gruntu. Na ich podstawie zostały wyznaczone obszary o szczególnie korzystnych warunkach wiatrowych, które czekają na kolejnych inwestorów.

3. Projekt wykorzystania elektrowni hybrydowych wiatrowo-gazowych na terenie województwa podkarpackiego

Na terenie województwa podkarpackiego znajdują się złoża gazu ziemnego, które mogą być wykorzystane do realizacji projektu współpracy elektrowni wiatrowych i gazowych w systemie hybrydowym. Ważne jest, aby obie elektrownie znajdowały się w rejonie tego samego zakładu energetycznego. Na rysunku 4 pokazano lokalizację elektrowni i farm wiatrowych oraz złóż gazu ziemnego na terenie Polski.

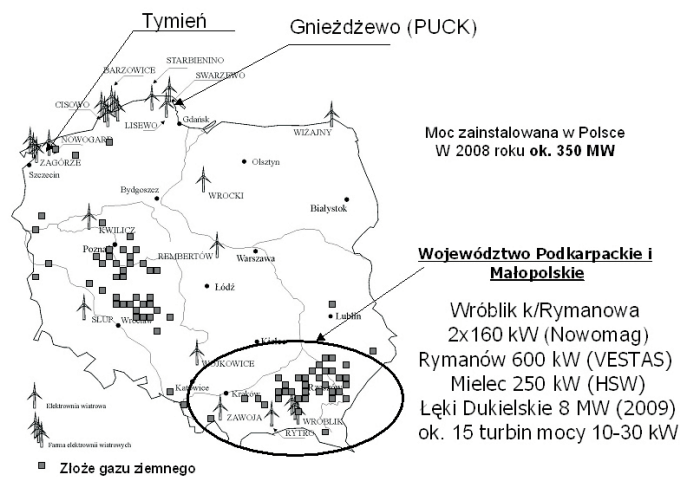
Jak widać, obszar województwa podkarpackiego to rejon, na którym występują zarówno możliwe do wykorzystania pokłady gazu ziemnego, jak i obszary o dobrych parametrach energetycznych wiatru. Dla przykładu, złożo gazu ziemnego Blizna-Ocieka posiada następujące parametry:

- ✧ zakładane wydobycie gazu ze złoża: 5–6 mln nm^3 rocznie przez 10 lat,
- ✧ maksymalna zdolność wydobywcza do 800 $\text{nm}^3/\text{godzinę}$.

Na złożu można podłączyć 2 odwierty o ciśnieniu głowicowym około 6 MPa (60 bar).

Parametry odwiertów są następujące:

- ✧ złożo znajduje się na głębokości około 600 m,
- ✧ gaz ziemny jest gazem wysokometanowym,
- ✧ zawartość metanu wynosi od 95,6–97,2%,
- ✧ ciepło spalania gazu wynosi około 39 MJ/ Nm^3 .



Rys. 4. Złoże gazu ziemnego oraz lokalizacja elektrowni wiatrowych na terenie Polski
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Natural gas deposits and wind power plants in Poland

Wykorzystując to złoże można zainstalować elektrownię gazową o maksymalnej mocy elektrycznej silników zasilanych gazem do 2 MW i maksymalnej mocy cieplnej do 2,8 MW. Elektrownia taka mogłaby współpracować z elektrownią wiatrową o podobnej mocy znamionowej, co zapewniłoby ciągłość dostaw energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej. Ponadto istnieje możliwość wykorzystania wyprodukowanego w czasie pracy silnika gazowego ciepła do celów grzewczych (kogeneracja).

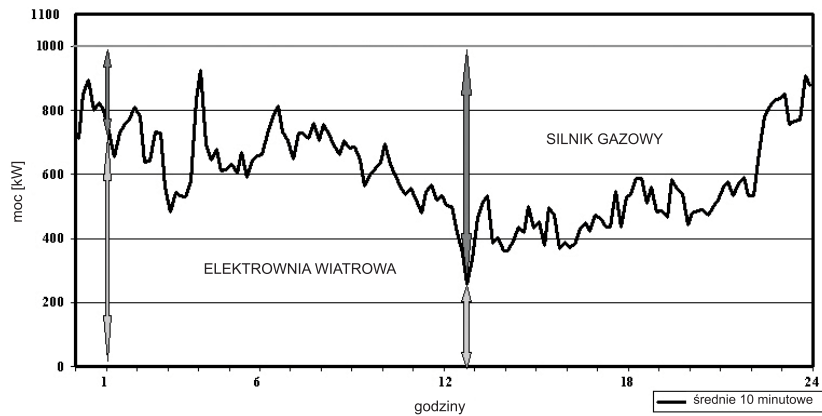
4. Bilansowanie energii w systemie elektroenergetycznym

Rynek bilansujący jest mechanizmem bieżącego bilansowania zapotrzebowania na energię elektryczną i jej wytwarzania w krajowym systemie energetycznym. W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 grudnia 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączania podmiotów do sieci elektroenergetycznych, ruchu i eksploatacji tych sieci (Rozporządzenie Ministra... 2004) w paragrafie 15.1 istnieje zapis, że:

- ❖ dostawca energii zawiera umowę z operatorem systemu przesyłowego, w której zawarte są zasady bilansowania,
- ❖ farmy wiatrowe uczestniczą w rynku bilansującym,
- ❖ wiąże się to z koniecznością grafikowania przewidywanej do wytworzenia energii z 24 h wyprzedzeniem.

Można wyróżnić dwie metody bilansowania zapotrzebowania na energię elektryczną.

1. Moc uzyskiwana z elektrowni wiatrowej jest uzupełniana przez wspomagający silnik gazowy do wielkości znamionowej mocy. Taką metodę pokazuje rysunek 5.

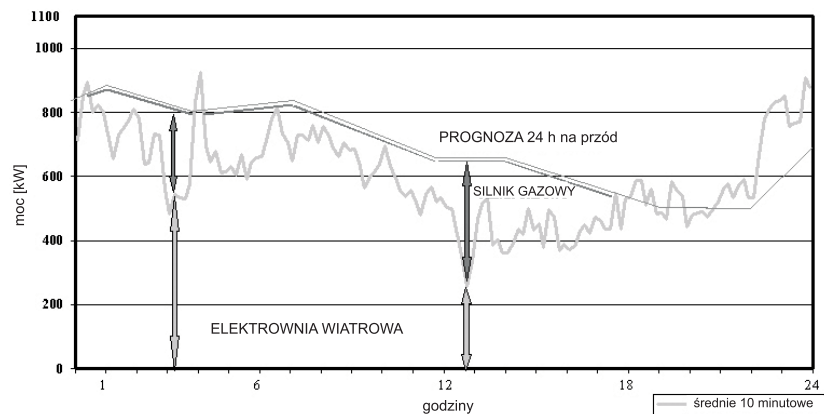


Rys. 5. Uzupelnianie do wielkości znamionowej mocy
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 5. Suming up to nominal power

Moc wyjściowa w tego typu elektrowni jest stała. Prognoza 24-godzinna warunków wiatrowych nie jest potrzebna. Potrzebne są bieżące dane dotyczące prędkości wiatru, dla układu sterowania. Silnik gazowy pracuje w okresie bezwietrznym z dużą mocą wyjściową (równą mocy znamionowej elektrowni hybrydowej).

2. Moc uzyskiwana z elektrowni wiatrowej jest uzupełniana przez wspomagający silnik gazowy do wielkości grafikonowanych prognoz. Ten sposób bilansowania pokazuje rysunek 6. Metoda wymaga trudnej do uzyskania prognozy warunków wiatrowych (24-godzinnej). Danych takich może dostarczyć jedynie profesjonalna stacja meteorologiczna dysponująca odpowiednim sprzętem pomiarowym oraz zdjęciami satelitarnymi (obserwacja przemieszczania frontów powietrza itp.). Silnik gazowy w takiej elektrowni hybrydowej



Rys. 6. Uzupelnianie do wielkości prognoz
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Suming up to forecasts value

pracuje z mniejszą mocą wyjściową i w krótszych przedziałach czasu niż w przypadku poprzednim.

Wnioski

Projektem hybrydowej elektrowni wiatrowo-gazowej na terenie województwa podkarpackiego zajmuje się interdyscyplinarny zespół składający się ze specjalistów z zakresu:

- ✧ technologii wydobywczyc gazu ziemnego,
- ✧ technologii wykorzystania energii wiatru,
- ✧ szacowania zasobów energetycznych wiatru,
- ✧ technik prognostycznych,
- ✧ modelowania matematycznego,
- ✧ elektroniki i automatyki,
- ✧ ekonomii i zarządzania.

Planuje się wykorzystanie opisanego złoża gazu ziemnego Blizna-Ocieka oraz istniejących i planowanych na terenie województwa podkarpackiego elektrowni wiatrowych. Podstawowym problemem w realizacji projektu jest opracowanie efektywnych metod prognozowania warunków wiatrowych oraz sprawnego układu systemu sterowania jednostkami wytórczymi elektrowni hybrydowej wiatrowo-gazowej. Doświadczenia wynikłe z eksploatacji tej elektrowni mogłyby być wykorzystane do projektowania kolejnych tego typu inwestycji na terenie całej Polski.

Literatura

- GREENBLATT J.B., 2005 – Using gas turbines to enhance the value of wind power, Combined Cycle Journal, First Quarter.
- Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 grudnia 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączania podmiotów do sieci elektroenergetycznych, ruchu i eksploatacji tych sieci.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie obowiązku zakupu energii elektrycznej ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz wytwarzanej w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła, a także ciepła ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz zakresu tego obowiązku. Z dnia 15 grudnia 2000 r.
- SOLIŃSKI I., 1999 – Energetyczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania energii wiatrowej, Kraków, Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.
www.seapower-generation.co.uk

Ireneusz SOLIŃSKI, Jacek OSTROWSKI, Bartosz SOLIŃSKI

Hybrid wind-gas power plants

Abstract

In the article the definition of hybrid power station was introduced. Scheme of wind-gas power station was described. Wind resources in Podkarpackie Ptovince are described. The project of the hybrid winter-gas power station was shown, on plan utilize natural gas from this region. The methods of balancing energy in the energetic system is presented.

KEY WORDS: wind power plant, gas engine, natural gas, energy balance.