

Robert DZIERŻANOWSKI

Politechnika Warszawska

KONCEPCJA OCENY HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW ENERGETYCZNYCH

Słowa kluczowe

Hybrydowy system energetyczny, skojarzony system energetyczny, generator energii, efektywność.

Streszczenie

W pracy zaproponowano sposób oceny efektywności energetycznej hybrydowych systemów energetycznych. Zaprezentowana koncepcja oceny na przykładzie hybrydowego generatora energii złożonego z kolektora słonecznego oraz pieca olejowego może służyć do oceny poszczególnych konfiguracji systemów energetycznych i wyboru najkorzystniejszej z nich w danych warunkach.

Wprowadzenie

Podstawowym celem pozyskiwania energii ze źródeł niekonwencjonalnych jest zaspokojenie potrzeb energetycznych człowieka, a przy tym ochrona środowiska naturalnego. Szczególne znaczenie źródła te zyskują w warunkach lokalnych, gdzie zapotrzebowanie energetyczne jest niewielkie i może być w dużym stopniu pokrywane z takiego źródła. Zasadniczym problemem, jaki powstaje przy korzystaniu ze źródeł energii niekonwencjonalnej w warunkach lokalnych, jest duża losowość ich występowania zarówno w czasie, jak i miejscu, co stwarza konieczność stosowania dodatkowych, wspomagających konwencjonalnych źródeł energii w celu zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych.

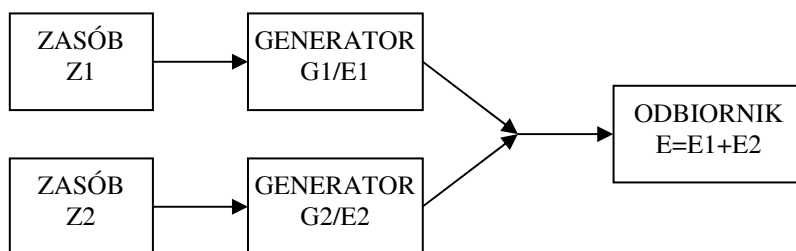
1. Problem

Tematyka związana z niekonwencjonalnymi źródłami energii jest obecnie z różnych względów bardzo popularna. W literaturze można spotkać wiele propozycji wykorzystania energii słonecznej, geotermalnej, wiatru, wody czy biomasy i biogazu. Bardzo istotnym czynnikiem, jaki należy wziąć pod uwagę podczas korzystania z energii ze źródeł niekonwencjonalnych, jest to, że pozyskiwanie jej nie powoduje zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

Różnorodność czynników wpływających na charakter lokalnych systemów energetycznych wykorzystujących energię niekonwencjonalną jest tak duża, że obecnie w praktycznym zastosowaniu spotyka się bardzo wiele rozwiązań konstrukcyjnych. Lokalne systemy energetyczne można podzielić na trzy podstawowe kategorie [1]:

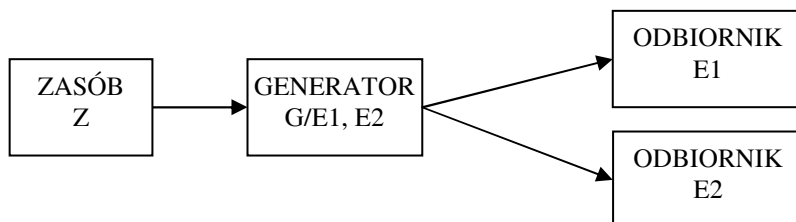
- hybrydowe,
- skojarzone,
- hybrydowo-skojarzone.

Hybrydowy system energetyczny (rys. 1) to taki, w którym określony rodzaj energii na potrzeby określonego odbiorcy wytwarzany jest przez co najmniej dwa generatory, dostosowane do wytwarzania energii z różnych nośników energetycznych [1].



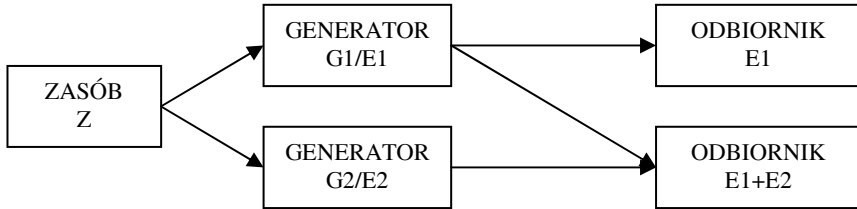
Rys. 1. Hybrydowy system energetyczny

Skojarzony system energetyczny (rys. 2) to taki, który wykorzystując jeden nośnik energii określonego rodzaju generuje dwa rodzaje energii [1].



Rys. 2. Skojarzony system energetyczny

Trzecią grupę stanowią systemy energetyczne będące połączeniem systemów hybrydowych i skojarzonych. Przykład takiego systemu przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Hybrydowo-skojarzony system energetyczny

2. Rozwiązanie

Duża liczba rozwiązań konstrukcyjnych lokalnych systemów energetycznych korzystających z energii niekonwencjonalnej, a także coraz większa ich złożoność konstrukcyjna zmusza do poszukiwania narzędzia, które pozwoli wskazać te, które wykorzystują energię niekonwencjonalną w sposób najbardziej efektywny. Efektywnością energetyczną systemu nazywamy iloraz użytecznych efektów (pozyskanej energii) do bezpośrednio poniesionych nakładów (zużytego nośnika energii) wyróżnionych jako funkcje czasu [2].

$$E(t) = \frac{U(t)}{N(t)} \quad (1)$$

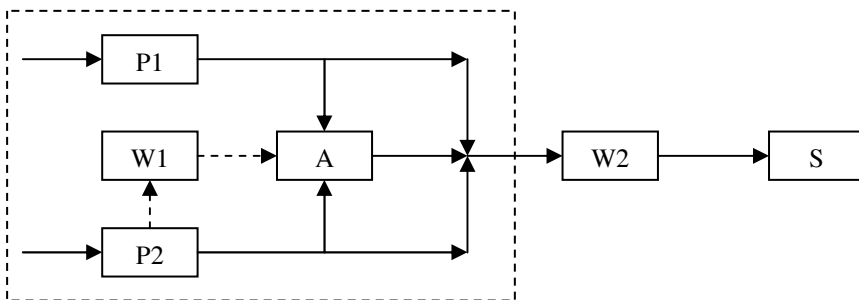
gdzie: E – efektywność energetyczna systemu,

U – użyteczne efekty energetyczne (pozyskana energia),

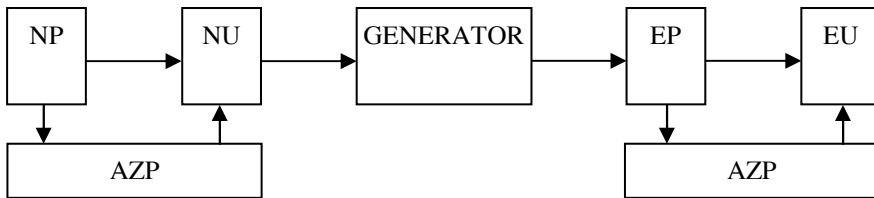
N – nakłady bezpośrednie nośnika energii,

t – czas.

Klasycznym przykładem hybrydowego systemu energetycznego jest system dostarczający podgrzane powietrze do suszarni daszkowej zaprezentowany w pracy przez R. Dzierżanowskiego [3]. System ten (rys. 4) generuje ciepło z dwóch zasobów: energii słońca i paliw kopalnianych.



Rys. 4. Konfiguracja hybrydowego systemu suszącego. Elementy energetyczne: P1, P2 – podgrzewacze, W1, W2 – wentylatory, S – suszarnia



Rys. 5. Schemat systemu energetycznego [1]

Korzystając ze schematu systemu energetycznego (rys. 5) zaproponowanego przez L. Powierzę [1] możemy dokonać dekompozycji zaproponowanego systemu energetycznego na nośnik pierwotny (NP), nośnik użyteczny (NU), generator, energię pierwotną (EP) i energię użyteczną (EU).

W przypadku źródła niekonwencjonalnego nośnikiem pierwotnym będą pierwiastki chemiczne, które wchodząc z sobą w reakcję wyzwalają w jej wyniku ogromne ilości energii. Energia ta w postaci promieniowania słonecznego dociera do powierzchni Ziemi. Generatorem w tym ujęciu jest kolektor słoneczny, który dostarcza ciepło (energię pierwotną) przepływającemu przez niego powietrzu. W przypadku źródła konwencjonalnego nośnikiem pierwotnym jest ropa naftowa, z której otrzymywany jest olej opałowy stanowiący nośnik użyteczny. Olej opałowy po spaleniu w piecu (generatorze) dostarcza ciepło do powietrza suszącego.

Zgodnie z konwencją inżynierii systemów hybrydowy system energetyczny możemy przedstawić jako:

$$SE = \langle A, B, C, D, F \rangle \quad (2)$$

gdzie: SE – system energetyczny,

$A = \{A_i; i = \overline{1, I}\}$ – zbiór użytkowników,

$B = \{B_k; k = \overline{1, K}\}$ – zbiór środków technicznych,

$C = \{C_n; n = \overline{1, N}\}$ – zbiór elementów otoczenia,

$D = \{D_l; l = \overline{1, L}\}$ – zbiór zadań,

$F = \{F_j; j = \overline{1, J}\}$ – zbiór technologii.

Poszczególne konfiguracje systemu energetycznego różnią się od siebie zestawem środków technicznych, jaki został użyty do ich skonfigurowania. Formalnie dla systemu energetycznego oznacza to, że istnieje podsystem SE^i :

$$SE^i = \langle A^i, B_i, C^i, D^i, F^i \rangle \quad (3)$$

gdzie: SE^i – system energetyczny,
 A^i, C^i, D^i, F^i – podzbiory: operatorów, warunków otoczenia, zadań i technologii wykorzystujących zestaw środków technicznych
 B_i – zestaw środków technicznych

Konfiguracja ta jest taką strukturą środków technicznych (B_i), która w zbiorze warunków otoczenia (C^i) według zbioru technologii (F^i) przy udziale zbioru operatorów (A^i) realizuje zbiór zadań (D^i). Warunkiem koniecznym zaistnienia danej konfiguracji jest zawieranie się niepustych podzbiorów A^i, C^i, D^i, F^i w zbiorach macierzystych.

Do oceny efektywności lokalnych systemów energetycznych mogą posłużyć wskaźniki efektywności. Do ich wyznaczenia możemy wykorzystać metodę zaproponowaną przez L. Powierzę [2]. Zgodnie z nią za miarę efektywności systemu uważać będziemy zbiór $W \subset R$ relacji pomiędzy zmiennymi systemu. Zbiór zmiennych hybrydowego systemu energetycznego ma postać:

$$S = \{NP_K, NU_K, NP_N, NU_N, EP, EU\} \quad (4)$$

gdzie: NP_K – nośnik pierwotny energii konwencjonalnej,
 NU_K – nośnik użyteczny energii konwencjonalnej,
 NP_N – nośnik pierwotny energii niekonwencjonalnej,
 NU_N – nośnik użyteczny energii niekonwencjonalnej,
 EP – energia pierwotna,
 EU – energia użyteczna.

Na podstawie zbioru zmiennych opisujących system energetyczny można utworzyć tablicę wskaźników.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{NP_K}{NP_K} & \frac{NP_K}{NU_K} & \frac{NP_K}{NP_N} & \frac{NP_K}{NU_N} & \frac{NP_K}{EP} & \frac{NP_K}{EU} \\ \frac{NP_K}{NU_K} & \frac{NU_K}{NU_K} & \frac{NP_N}{NU_K} & \frac{NU_N}{NU_K} & \frac{EP}{NU_K} & \frac{EU}{NU_K} \\ \frac{NP_K}{NP_N} & \frac{NU_K}{NP_N} & \frac{NP_N}{NP_N} & \frac{NU_N}{NP_N} & \frac{EP}{NP_N} & \frac{EU}{NP_N} \\ \frac{NP_K}{NU_N} & \frac{NU_K}{NU_N} & \frac{NP_N}{NU_N} & \frac{NU_N}{NU_N} & \frac{EP}{NU_N} & \frac{EU}{NU_N} \\ \frac{NP_K}{EP} & \frac{NU_K}{EP} & \frac{NP_N}{EP} & \frac{NU_N}{EP} & \frac{EP}{EP} & \frac{EU}{EP} \\ \frac{NP_K}{EU} & \frac{NU_K}{EU} & \frac{NP_N}{EU} & \frac{NU_N}{EU} & \frac{EP}{EU} & \frac{EU}{EU} \\ \frac{NP_K}{NU_N} & \frac{NU_K}{NU_N} & \frac{NP_N}{NU_N} & \frac{NU_N}{NU_N} & \frac{EP}{NU_N} & \frac{EU}{NU_N} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Przy doborze wskaźników należy wziąć pod uwagę, że w zaproponowanym hybrydowym systemie energetycznym energia pierwotna, jaką uzyskujemy z generatora, jest wykorzystywana do podgrzania powietrza suszącego, nie ulega dalszemu przetworzeniu na inną formę energii, a więc równa jest energii użytecznej:

$$EP = EU \quad (6)$$

W celu dokonania oceny efektywności energetycznej zaproponowanego systemu hybrydowego (rys. 4), mając na względzie jak największe wykorzystanie energii ze źródła niekonwencjonalnego, najbardziej interesujące wydają się być wskaźniki:

- $\frac{EU}{NP_K}$ – energia użyteczna do nośnika pierwotnego ze źródła konwencjonalnego,
- $\frac{EU}{NU_K}$ – energia użyteczna do nośnika użytecznego ze źródła konwencjonalnego,
- $\frac{NU_K}{NP_K}$ – nośnik użyteczny ze źródła konwencjonalnego do nośnika pierwotnego ze źródła konwencjonalnego,
- $\frac{EU}{NU_N}$ – energia użyteczna do nośnika użytecznego ze źródła niekonwencjonalnego,
- $\frac{NU_N}{NP_K}$ – nośnik użyteczny ze źródła niekonwencjonalnego do nośnika pierwotnego ze źródła konwencjonalnego,
- $\frac{NU_N}{NU_K}$ – nośnik użyteczny ze źródła niekonwencjonalnego do nośnika użytecznego ze źródła konwencjonalnego.

Podsumowanie

Zaproponowana koncepcja oceny efektywności energetycznej za pomocą wskaźników pozwala dokonać porównania ze sobą różnych konfiguracji hybrydowych systemów energetycznych. Porównanie to może być przydatne przy wyborze najlepszej konfiguracji systemu energetycznego w danych warunkach, co przyczyni się do najefektywniejszego wykorzystania energii niekonwencjonalnej.

Bibliografia

1. Powierża L.: Podstawy hybrydyzacji lokalnych systemów energetycznych. Wybrane zagadnienia mechaniki w budowie urządzeń technicznych. Płock 2008, 37–49.

2. Powierża L.: Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych, Instytut Technologii Eksploatacji, Radom 1997.
3. Dzierżanowski R.: Analiza różnych konfiguracji suszarek daszkowych z hybrydowym generatorem ciepła. Inżynieria Systemów Bioagrotechnicznych, Zeszyt 5(14), Płock 2005, 31–38.

Recenzent:
Ryszard BARTNIK

The concept of estimating hybrid energy systems

Key words

Hybrid energy system, Associated energy system, Generator of energy, effectiveness.

Summary

The article suggests a way of estimating the effectiveness of an energy hybrid system. The method is presented based on a solar collector and an oil store that can be used for evaluating individual configurations of energy systems and choosing the most beneficial form in given conditions.

