

MODELLING OF ENERGETIC HYBRID SYSTEMS FOR REGIONAL USE

Summary

Problem of producing energy from sources other than conventional is generally known everywhere. In general, the problem consists in a choice of more useful energetic system configurations. In this paper the problem of modelling of hybrid energetic system to describe methods of evaluation their effectiveness has been considered. This method may be used to choose useful HSE configuration in special conditions

Key words: power systems; hybrid models; methods

MODELOWANIE HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW ENERGETYCZNYCH LOKALNEGO PRZEZNACZENIA

Streszczenie

Wspomaganie zasilania energetycznego energią pozyskiwaną – z innych niż konwencjonalne kopaliny – źródeł, jest koniecznością nie wymagającą uzasadniania. Pozostaje jedynie problem wyboru najkorzystniejszej konfiguracji systemu energetycznego zasilającego odbiorców w energię pochodzącą z takich źródeł. Najbardziej racjonalnym zdają się tu być konfiguracje z hybrydowym skojarzeniem źródeł konwencjonalnych i niekonwencjonalnych. W artykule zaprezentowana została procedura budowy modelu hybrydowego systemu energetycznego lokalnego przeznaczenia, jako podstawy do opracowania zmetryzowanej metody oceny ich efektywności.

Słowa kluczowe: systemy energetyczne; modele hybrydowe; metody

1. Wprowadzenie

Potrzeba poważnego traktowania możliwości wytwarzania energii ze źródeł innych niż konwencjonalne kopaliny, jest na tyle spopularyzowana i oświetlona ze wszystkich możliwych stron, że trudno cokolwiek oryginalnego na ten temat wyznać i mimo dużego wysiłku nie powtarzać ogólnie znanych komunałów i nie popaść w manierę swoistego „wwożenie drzewa do lasu”. Stało się to tak atrakcyjne, że pokusił się o wypowiedzenia na ten temat nie może się oprzeć niemal każdy mający po temu sposobność. Na ten temat więc opublikowano wiele artykułów, podręczników, książek, poradników, broszur, ulotek, prospektów, wykonano wiele prac dysercyjnych i opisano wiele zrealizowanych już instalacji. Jakkolwiek nie jest to monografia tej problematyki to stwierdzenia te warto podeprzeć chociażby kilkoma przykładami publikacji z przedmiotowego zakresu [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14]. A że tematem zajęli się nie tylko naukowcy i praktycy fachowcy, a więc profesjonalści, ale też jak to zwykle bywa, dyżurni propagatorzy, którzy wprawdzie z zapałem, ale niestety, nie zawsze z sensem wypowiadają się na ten temat, to pora najwyższa na stonowanie tych ekscytacji i na skoncentrowanie uwagi na poszukiwaniu form najracjonalniejszego substytuowania energii konwencjonalnie pozyskiwanej, energią uzyskiwaną z zasobów niekonwencjonalnych.

2. Problem

Ryzykując posądzenie o głoszenie truizmów wypada jednak na wstępie zauważyć, że kierunki poszukiwania ra-

cjonalnych rozwiązań w tym zakresie, to jest wykorzystywania energii generowanej z nośników zwanych niekonwencjonalnymi, zależą głównie od losowości ich występowania w czasie, jak i od miejsca występowania ich zasobów. Problemem zatem jest zarówno najefektywniejsze wykorzystanie losowo generowanych zasobów, jak i takie przechowywanie generowanych przez nie nośników energetycznych oraz losowo generowanej energii, by mogła być czerpana zgodnie z występującymi potrzebami.

Obszerność tematu, przy uniknięciu jego ogólnikowości, wymusza konieczność ograniczenia tych rozważań jedynie do kategorii małych systemów energetycznych, możliwych do realizacji i dostosowanych do lokalnych, występujących na danym terenie, potrzeb i możliwości ich zaspokajania.

Racjonalne podejście do zagadnienia nakazuje, jeżeli nie poniechanie w ogóle, to przynajmniej odłożenie, nadziei na substytuowanie w szeroko rozumianym zakresie, pozyskiwania energii z konwencjonalnych zasobów kopalnych, poprzez energię skrótowo mówiąc niekonwencjonalną i skoncentrowaniu się na konstytuowaniu hybrydowych systemów energetycznych o lokalnym charakterze.

To, co napisano na temat energetyki niekonwencjonalnej, jak i co w tym zakresie udało się zrealizować praktycznie, upoważnia nawet do zaryzykowania posłużenia się terminem inżynieria energetyki niekonwencjonalnej, jednak naukowo opracowanych podstaw takiej inżynierii jak dotąd nie ma. Brak jest też systemowych metod oceny ich przydatności użytkowej. Za pewną próbę tworzenia podstaw takiej inżynierii można uznać pracę [11], w której zarysowane zostały podstawy hybrydyzacji hybrydowych lokal-

nych systemów energetycznych. Te zaś rozważania, stanowią próbę rozwinięcia jednego z zarysowanych tam wątków, a mianowicie oceny przydatności użytkowej konstytuowanych w tym zakresie konfiguracji, do czego wstępnym krokiem jest zbudowanie odpowiedniego modelu strukturalnego potencjalnego systemu energetycznego.

Tak więc zarysowana tu została zatem problematyka modelowania hybrydowych systemów energetycznych lokalnego przeznaczenia, w aspekcie dokonywania zmetryzowanych metod oceny ich efektywności.

3. Podstawy merytoryczne i metodyczne

Interdyscyplinarny charakter tej problematyki, dla zapewnienia komunikatywności wywodu, wymusza potrzebę przywołania podstawowych terminów, jakie są niezbędne do jego artykulacji.

Z przyjmowanych zwykle bez definiowania takich fundamentalnych terminów jak: *materia, energia, informacja, czas i przestrzeń*, wypada z racji na przedmiot rozważań odnieść się jednak do terminu *energia*.

Energia. Energię w najbardziej ogólnym ujęciu można traktować jako czynnik wyrażający miarę stopnia zmiany stanu będących ze sobą w relacjach obiektów, w szczególności z uwagi na jej postacie, tj. na:

- energię cieplną – wyrażaną chaotycznym ruchem cząstek,
- energię elektryczną – wyrażaną ruchem ładunków elektrycznych,
- energię chemiczną – wyrażaną wiązaniami związków,
- energię mechaniczną – wyrażaną zmianą położenia.

Zasób. Fundamentalnym terminem tych rozważań jest też niewątpliwie *zasób* – rozumiany jako dający się zidentyfikować co do ilości i składu komponent składników substancjalnych, tj. materii, energii, informacji, czasu i kapitału.

W tych rozważaniach interesują nas dostępne zasoby energetyczne, przydatne w danych warunkach terenowych do przetwarzania ich w energię.

System. Kolejnym terminem występującym w tytule artykułu wymagającym skomentowania jest system, który tu z racji na swą rangę wymaga specjalnego potraktowania poprzez zaprezentowanie go w wersjach: werbalnej, symbolicznej i ikonicznej.

W wersji werbalnej system to funkcjonalna całość, czyli dająca się zidentyfikować, utworzona z powiązanych ze sobą elementów całość zdolna do realizacji zidentyfikowanej funkcji.

W wersji teorii mnogościowej, wg Wintgena [8], wyraża się to formułą:

$$S = \langle X, R \rangle,$$

gdzie: S – system,

$X = \{ X_i, i = 1, I \}$ - zbiór elementów,

$R = \{ R_j, j = 1, J \}$ - zbiór relacji systemotwórczych.

Natomiast w wersji ikonicznej, wg Hellera [8], system reprezentuje model ikoniczny (rys. 1) oraz zapis:

$$S = \langle X, R, Y \rangle,$$

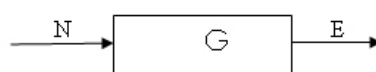
gdzie: X, Y i R oznaczają: wejście, wyjście i ich transformację.



Rys. 1. Model systemu wg Hellera [8]

Fig. 1. Model of system according to Heller [8]

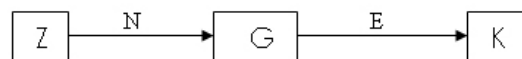
Generator energii. Do zdefiniowania generatora energii najlepiej skorzystać właśnie z definicji systemu wg M. Hellera. Przyjmując za możliwą transformację jednego składnika substancjalnego w inny, bądź w inną jego postać, możemy zakładając, że tym transformowanym - X, jest pewien potencjał energetyczny, który nazywać będziemy nośnikiem energetycznym - N, zaś efektem tej transformacji - Y, będzie energia - E określonej postaci, możemy generator energii zdefiniować jako system transformujący nośnik energetyczny do postaci energii określonego rodzaju i przedstawić w postaci ikonicznej (rys. 2).



Rys. 2. Model generatora energii. N, E, G – nośnik energii, energia, generator

Fig. 2. Model of energetic generator. N, E, G – energetic carrier, energy, generator

System energetyczny. Pojęcie system energetycznego pojawia się w sytuacji wystąpienia określonego zapotrzebowania na energię, czyli pojawienia się odbiorcy energii implikujące poszukiwanie jej dostawcy, czyli generatora czerpiącego z określonego jej zasobu. Tak zatem system energetyczny – SE, można postrzegać jako funkcjonalną całość utworzoną z odbiornika energii – K, jej generatora - G i zasobu energetycznego – Z, połączonych relacjami, którymi są strumienie nośnika – N i energii – E (rys. 3).

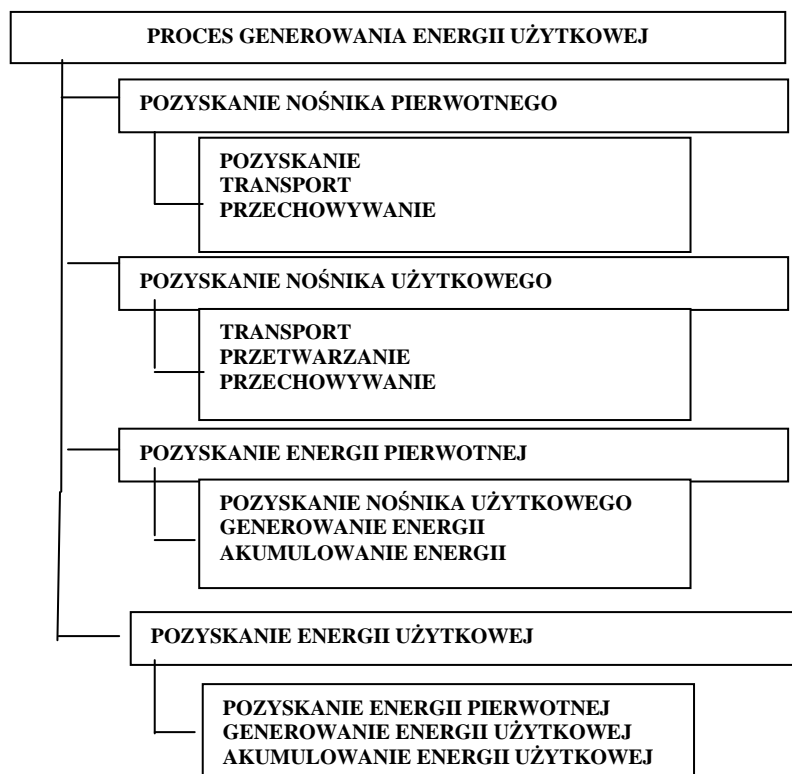


Rys. 3. Model systemu energetycznego. E, G, K, N, Z – energia, generator, odbiornik, nośnik energetyczny oraz zasób tego nośnika

Fig. Model of energetic system. E, G, K, N, Z – energy, generator, recipient, energetic relay, energetic resources

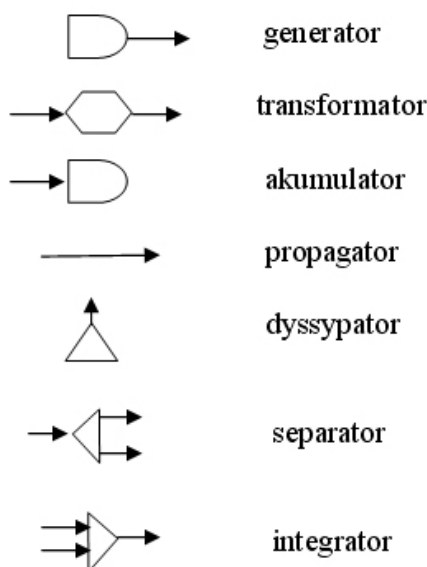
Proces generowania energii - to dokonująca się pod wpływem wielu czynników sekwencja zmian stanu relacji zachodzących pomiędzy: zasobem energii - Z, jej generatorem – G i odbiorcą – K.

Generowanie energii. Generowanie energii to działanie będące zinstrumentalizowanym sterowanym procesem składającym się z sekwencji działań, polegających na generowaniu, transformowaniu, akumulowaniu, propagowaniu, dyssypowaniu, integrowaniu i dystrybuowaniu medium, tj. energii i jej nośnika. Generowanie energii można zatem traktować jako proces technologiczny, którego elementami są wymienione działania technologiczne, w modelowaniu reprezentowane przez odpowiadające im modele elementarne.



Rys. 4. Proces generowania energii
Fig. 4. Energy generating process

Modele działań technologicznych. Przyjmujemy, że elementami modelującymi działania technologiczne są: generatory, transformatory, akumulatory, propagatory, dyssypatory, integratory i dystrybutory, symbolizowane przez ikony:

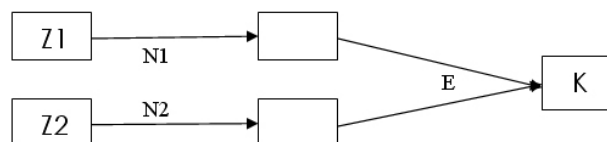


Rys. 5. Modele elementów funkcjonalnych systemu działaniowego
Fig. 5. Elementary models of active system

Hybrydowy system energetyczny. Za hybrydowy system energetyczny uważa się system skojarzony z co najmniej dwóch różnych generatorów generujący

energię zaspokajającą występujące na nią zapotrzebowanie z co najmniej dwóch różnych zasobów.

Charakterystyka różnych spotykanych i potencjalnych hybrydowych systemów energetycznych jest dość szeroko rozpowszechniona więc odwołać się tu można jedynie syntetycznego jej omówienia zawartego w pracy [11].



Rys. 6. Model elementarnego hybrydowego systemu energetycznego
Fig. 6. Elementary model of hybrid energetic system

4. Identyfikacja elementów hybrydowego systemu energetycznego

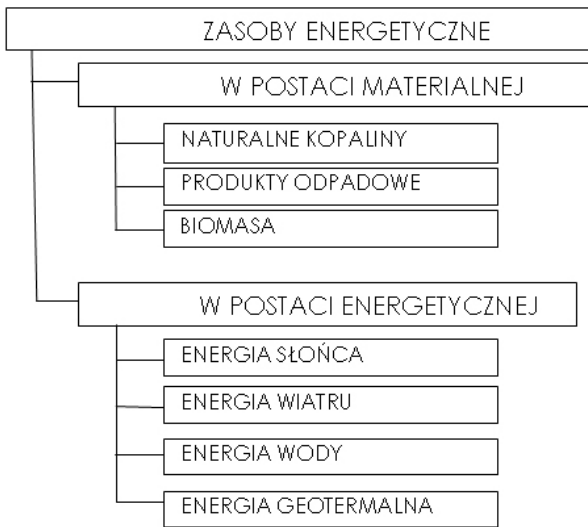
Do zaistnienia systemu energetycznego niezbędne są trzy byty: potrzeby, czyli odbiornik energii, jej generator oraz zasób surowca do jej wygenerowania.

Potrzeby. Identyfikacja potrzeb, czyli zapotrzebowania na określoną ilość energii określonego rodzaju, czyli odpowiedniego odbiornika lub odbiorcy energii stanowi podstawę do dalszego postępowania. Z racji na przyjęty zakres rozważań jest to zapotrzebowanie na energię do:

- zasilania procesów technologicznych,
- zasilania urządzeń gospodarstwa domowego,
- napędu urządzeń mechanicznych,
- suszenia materiałów roślinnych i spożywczych,
- podgrzewania wody użytkowej oraz wody w basenie,
- podgrzewania szklarni,

- ogrzewania pomieszczeń,
 - zasilania urządzeń sygnalizacyjnych i oświetleniowych.
- W najbardziej ogólnym ujęciu jest to zapotrzebowanie na energię: mechaniczną, elektryczną i ciepłą.

Zasoby. Zidentyfikowane dotąd zasoby przydatne energetycznie można sklasyfikować z substancjalnego punktu widzenia na: materialne i energetyczne, a więc na energię w czystej postaci i na energię zmaterializowaną w postaci pewnego nośnika. Zgodnie z klasyfikacją podaną w pracy [11], można to zaprezentować w postaci podanej na rys. 7.



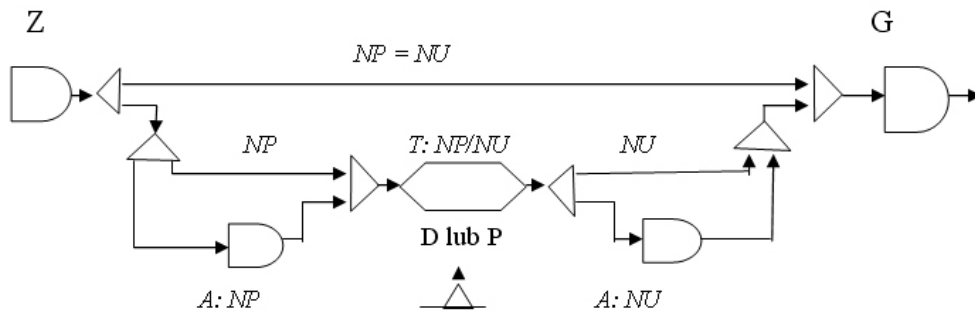
Rys. 7. Zasoby energetyczne
Fig. 7. Energetic resources

Generatory. Uwzględnia się, że do pozyskiwania energii w modelowanym systemie mogą być zastosowane różne generatory o obudowie i emitowanej energii adekwatnymi do rodzaju i specyfiki nośnika energetycznego pozyskiwanego z dostępnych zasobów lokalnych i konwencjonalnych.

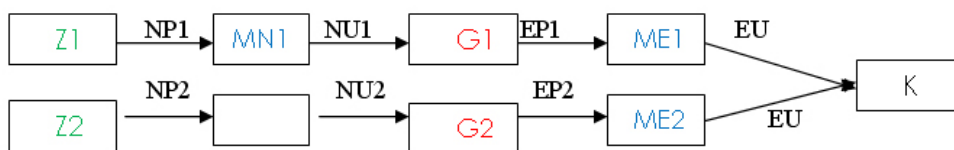
5. Ogólny model HSE do wyznaczania efektywności

Ze względu na przeznaczenie modelu, jakim jest identyfikacja elementów procesu technologicznego generowania energii przez różne konfiguracje hybrydowego systemu energetycznego, w aspekcie opracowania metody szacowania jego efektywności przyjmujemy najbardziej ogólną jego konfigurację. Pozwoli to, poprzez założenia upraszczające generować różne konfiguracje specyficzne dla danych warunków odniesienia i stosownie do tego upraszczać procedurę obliczeniową. Do tego właściwą formą będzie model procesu technologicznego generowania energii w postaci sekwencji ikon reprezentujących elementy funkcjonalne tego procesu, występujące pomiędzy: zasobami (Z), generatorem (G) a odbiornikiem (K) energii (rys. 8).

Model zaprezentowany na rys. 8, z racji na celowo zaprojektowaną uniwersalną strukturę może być po zmianie oznaczeń wykorzystany do modelowania fazy zasilania innego dowolnego generatora, innym nośnikiem z innego zasobu, jak też do modelowania fazy zasilania energią innego dowolnego odbiorcy. Tak zatem dowolną konfigurację hybrydowego systemu energetycznego można konfigurować z odpowiednio skojarzonych modeli o strukturze zaprezentowanej na rys. 8, wg przykładu podanego na rys. 9.



Rys. 8. Model modułu zasilania systemu energetycznego. Z, G, T, A, NP., NU – zasób, generator, transformator, akumulator, nośnik pierwotny, nośnik użytkowy
Fig. 8. Model of module of supplying process of energetic system. Z, G, T, A, NP, NU – resources, generator, transformer, accumulator, primary carrier, usable carrier



Rys. 9. Modułowy model HSE. Z1, Z2, G1, G2, K, NP1, NP2, NU1, NU2, EP1, EP2, EU – jak na rys. 8, MN1, MN2, ME1, ME2 – moduły zasilania w nośniki i energię wg struktury z rys. 8.
Fig. 9. Module model HSE. Z1, Z2, G1, G2, K, NP1, NP2, NU1, NU2, EP1, EP2, EU – according to fig. 8, MN1, MN2, ME1, ME2 – according to structure from fig. 8.

6. Zakończenie

W zaproponowanym w pracy modelu o modułowej strukturze, pomiędzy zasobami – Z, generatorem – G i odbiornikiem energii – K występują moduły, w których reprezentowane są wszystkie możliwe do zaistnienia sytuacje związane z: transportem nośnika i energii ze stratami i bez (dyssypacja, propagacja), przetwarzaniem nośnika i energii z pierwotnej do użytkowej postaci (transformacja), przechowywanie nośników i energii w obu wymienionych postaciach (akumulacja) oraz elementy symbolizujące alternatywne drogi transportu mediów pozwalające uwzględnić zarówno te sytuacje, kiedy istnieje konieczność transformacji i przechowywania ich lub, kiedy takiej potrzeby nie ma.

Zaproponowana modułowa struktura modelu HSE, w której moduły funkcjonalne MN I ME opisują realizowane elementarne procesy technologiczne składające się na sekwencje zasilania w nośniki energetyczne różnych rodzajów i energię różnych rodzajów, po zaadaptowaniu do pożądanej danej konfiguracji, może służyć do identyfikowania zmiennych potrzebnych do obliczenia składowych efektów - U i nakładów – N, poniesionych na wytworzenie i dostarczenie energii do odbiorcy. Ich znajomość jest niezbędna do wyznaczenia zestawu wskaźników efektywności F:

$$F = \frac{U}{N}$$

w postaci macierzy ilorazów utworzonych z elementów zbiorów: U i N, wg koncepcji podanej w pracy [8].

To obszerne zagadnienie stanowi już przedmiot osobnych rozważań i temat do omówienia w osobnym innym artykule.

7. Bibliografia

- [1] Bogdanienko J.: Odnawialne źródła energii. Warszawa: PWN, 1989.
- [2] Chochowski A. (red.): Techniczne, ekologiczne i ekonomiczne aspekty energetyki odnawialnej. Warszawa: Wyd. SGGW, 2001.
- [3] Dewnisiuk H., Piechocki J.: Techniczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele grzewcze. Olsztyn: Wyd. UWM, 2005.
- [4] Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A.: Energia odnawialna – możliwości jej pozyskania i wykorzystania w rolnictwie. Kraków: Wyd. PTIR, 2003.
- [5] Górzyński J., Urbaniec K.: Wytwarzanie i użytkowanie energii w przemyśle. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2000.
- [6] Grzybek A., Gradziuk P.: Słoma energetyczne paliwo. Wyd. Wieś Jutra, 2001.
- [7] Kotowski W.: Rozwój technologii efektywnego przetwarzania biomasy w media energetyczne. Gospodarka. Paliwa. Energia, nr 7, s. 22-26.
- [8] Powierża L.: Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych. Cz. Podstawy. Radom: Wyd. ITE, 1997.
- [9] Powierża L.: Model energetyczny systemu bioagrotechnicznego. Inżynieria Systemów Bioagrotechnicznych, 1999, z. 7, s. 34-44.
- [10] Powierża L.: Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych. Cz. 2, Cz. 3a, Cz. 3b, Płock: Wyd. PW, 2007.
- [11] Powierża L.: Podstawy hybrydyzacji lokalnych systemów energetycznych. Wybrane zagadnienia mechaniki w budowie maszyn. Płock: Wyd. PW, 2008, s. 37-49.
- [12] Skrobaczi Z.: Od ogólnej idei zrównoważonego rozwoju do zasad zrównoważonego rozwoju transportu. Autobusy. Technika. Eksploatacja. Systemy transportowe, nr 12 (144). ISSN 1509-5878.
- [13] Wiśniewski G.: Kolektory słoneczne. Poradnik wykorzystania energii słonecznej. COIB, Warszawa, 1992.
- [14] Kolektory słoneczne, problemy budowy i eksploatacji. Materiały seminarium. IBMER, Warszawa, 1992.