

# PORÓWNANIE SYSTEMÓW OGRZEWANIA WYKORZYSTUJĄCYCH ENERGIĘ NIEKONWENCJONALNĄ

Streszczenie

Przedstawiono problem oceny efektywności energetycznej systemów energetycznych wykorzystujących niekonwencjonalne źródła ciepła. Na przykładzie domu jednorodzinnego dokonano porównania trzech różnych systemów energetycznych pokrywających w części lub w całości zapotrzebowanie cieplne domu ze źródeł niekonwencjonalnych. Do oceny zaproponowano metodę wykorzystującą wskaźniki efektywności, która została rozszerzona o dodatkowe wskaźniki umożliwiające pełniejsze porównanie systemów.

**Słowa kluczowe:** energia niekonwencjonalna, hybrydowy system energetyczny, efektywność energetyczna, wskaźniki efektywności

## Wprowadzenie

Zużycie energii w światowej gospodarce staje się coraz większe. W Polsce zapotrzebowanie na energię rośnie wraz z rozwojem gospodarczym kraju. Z szacunków dostępnych w literaturze wynika wyraźnie, że w 2020 roku zapotrzebowanie na energię całkowitą na całym świecie będzie około 4,5 razy większe w stosunku do roku 1960, a co pomimo postępu technicznego wiąże się ze wzrostem zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

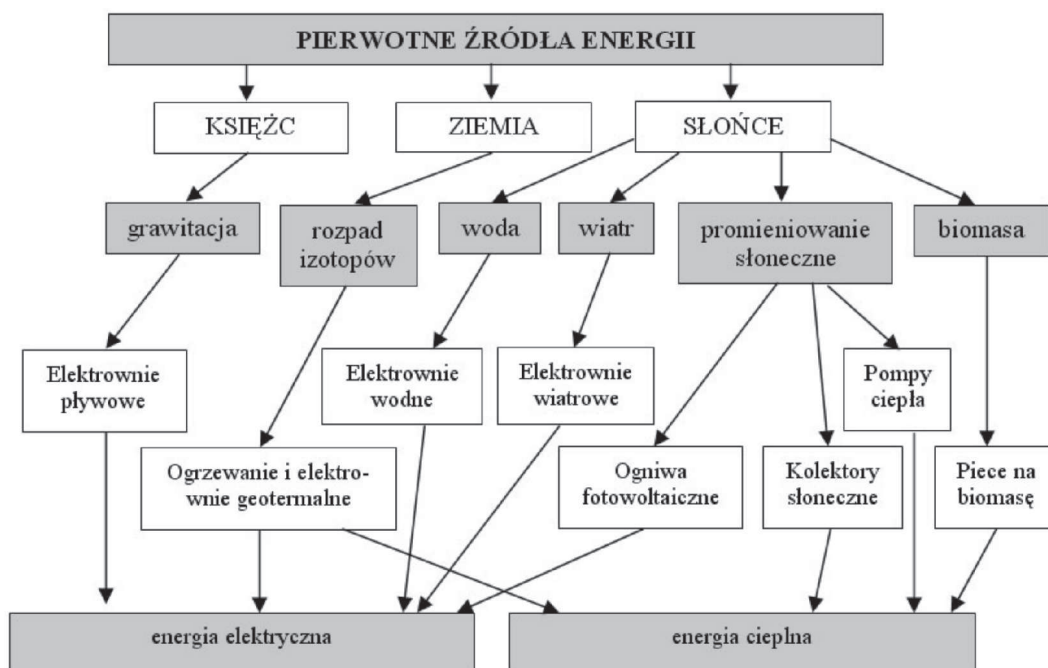
Wykorzystanie prawie wszystkich niekonwencjonalnych źródeł energii jest związane z minimalnym, bądź nawet żadnym szkodliwym wpływem na środowisko. Z tego względu stanowią one bardzo atrakcyjną alternatywę w stosunku do źródeł konwencjonalnych. Dlatego istnieje konieczność zastępowania energii pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych, energią pochodzącą ze źródeł niekonwencjonalnych.

## Problem

Zaspokajanie potrzeb energetycznych domów w zakresie ogrzewania wiąże się z rozbudową sieci ciepłowniczej. W warunkach, gdy rozbudowa ta jest nieopłacalna - lub z innych względów niemożliwa - interesującą alternatywą dla tradycyjnych systemów energetycznych wydają się być systemy energetyczne wykorzystujące energię niekonwencjonalną.

Systemy energetyczne wyposażone w niekonwencjonalne źródła energii charakteryzują się dużą różnorodnością począwszy od źródła energii poprzez nośnik energii, sposób jej pozyskania aż do formy, w jakiej ją pozyskujemy (rys. 1).

Wynikiem tak dużego zróżnicowania jest problem w wyborze systemu energetycznego, który w sposób najbardziej efektywny zaspokajałby zapotrzebowanie budynku mieszkalnego na energię cieplną [1].



Rys. 1. Podział odnawialnych źródeł energii [2]

Fig. 1. Distribution of renewable energy sources [2]

## Rozwiązanie

Podczas projektowania domu wzięto pod uwagę jego następujące cechy: w jakim czasie został zbudowany, czy jest on ocieplony, czy jest to dom wolnostojący, ilość osób go zamieszkujących, sposób ogrzewania oraz również położenie geograficzne. Podczas doboru instalacji grzewczej założono, że energia niekonwencjonalna będzie pokrywać w stopniu maksymalnym całe zapotrzebowanie energetyczne domu.

Podczas doboru wszystkich instalacji wzięto pod uwagę najważniejszy czynnik wpływający na ogrzanie domów: koszty urządzeń oraz ich instalacji. Nie od dziś wiadomo, że koszty poszczególnych elementów układów ogrzewania energią niekonwencjonalną są bardzo wysokie i opłacalność ich montażu w wielu przypadkach jest bardzo niska. Koszt inwestycji może się zwrócić dopiero po 20 lub nawet po 30 latach. Końcowym efektem pracy będzie ocena efektywności trzech systemów i porównanie ich z tradycyjnym ogrzewaniem domów.

Do obliczeń wzięto następujący dom:

- rodzaj budynku - wolnostojący,
- izolacja cieplna budynku - stare budownictwo, brak docieplenia,
- powierzchnia ogrzewana - 120 m<sup>2</sup>.

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło: 41904 kWh/rok.

Efektywnością energetyczną systemu nazywamy iloraz użytecznych efektów (pozyskanej energii) do bezpośrednio poniesionych nakładów (zużytego nośnika energii), wyróżnionych jako funkcje czasu [4]:

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

gdzie:

- $E$  - efektywność energetyczna systemu,
- $U$  - użyteczne efekty energetyczne (pozyskana energia),
- $N$  - nakłady bezpośrednie nośnika energii,
- $t$  - czas.

Do oceny przyjęto trzy systemy wyposażone w możliwość pobierania energii z niekonwencjonalnego źródła ciepła:

1. system z kolektorem słonecznym,
2. system z elektrownią wiatrową,
3. system z pompą ciepła.

Nakładami instalacji są koszty związane z kupnem i montażem instalacji paneli słonecznych, zbiornika i systemu ogrzewania domu. Do kosztów doliczyć należy energię elektryczną pobieraną przez sterownik, piec na olej opałowy oraz zużycie oleju opałowego.

W przypadku elektrowni wiatrowej system sam całkowicie pokrywa zapotrzebowanie na energię potrzebną do jego eksploatacji.

W przypadku pompy ciepła musimy uwzględnić dodatkowo energię elektryczną niezbędną do jej eksploatacji.

Czas działania całego układu to 1 rok.

$$E_{KS} = 1,03 \frac{kWh}{zł}; \quad E_W = 0,70 \frac{kWh}{zł}; \quad E_{PC} = 0,95 \frac{kWh}{zł}.$$

W latach następnych koszty te powinny być niższe gdyż odejdą koszty zainwestowania w zakup generatora ciepła, jednak należy wziąć pod uwagę koszty związane z przeglądami tych urządzeń, ich konserwacją, czy ewentualnymi naprawami.

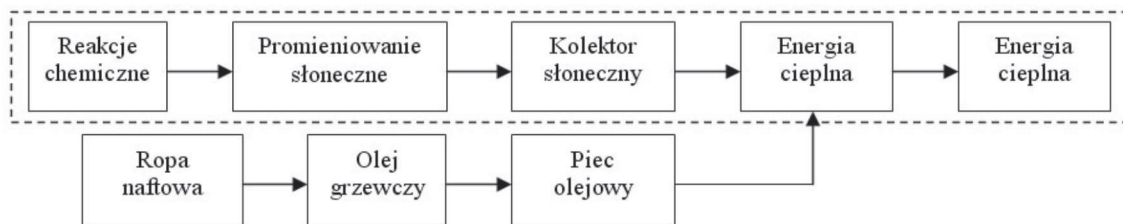
System zasilania w energię (ciepło) domu możemy zdekomponować zgodnie z metodą zaproponowaną przez L. Powierzę [3], a do oceny efektywności lokalnych systemów energetycznych mogą posłużyć wskaźniki efektywności. Zgodnie z tą metodą zbiór zmiennych systemu przyjmuje postać:

$$S = \{NP_K, NU_K, NP_N, NU_N, EP, EU\}, \quad (2)$$

gdzie:

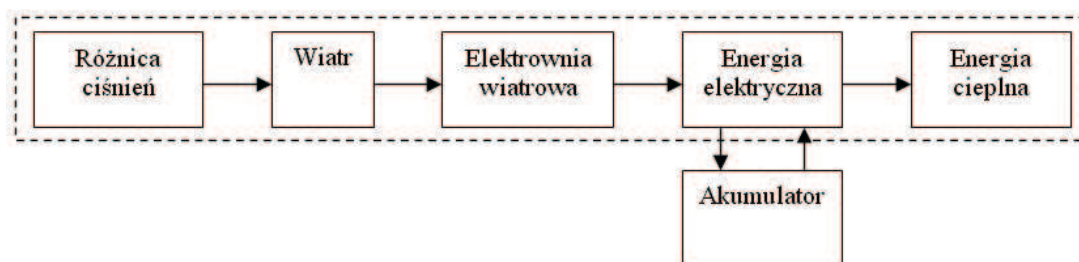
- $NP_K$  - nośnik pierwotny energii konwencjonalnej,
- $NU_K$  - nośnik użyteczny energii konwencjonalnej,
- $NP_N$  - nośnik pierwotny energii niekonwencjonalnej,
- $NU_N$  - nośnik użyteczny energii niekonwencjonalnej,
- $EP$  - energia pierwotna,
- $EU$  - energia użyteczna.

W ten sposób możemy dokonać dekompozycji systemu zasilania domu z wykorzystaniem kolektora słonecznego (rys. 2). Ze względu na specyfikę warunków klimatycznych w Polsce system ten powinien być wyposażony w dodatkowy piec stanowiący uzupełniające źródło energii, w tym przypadku piec olejowy.



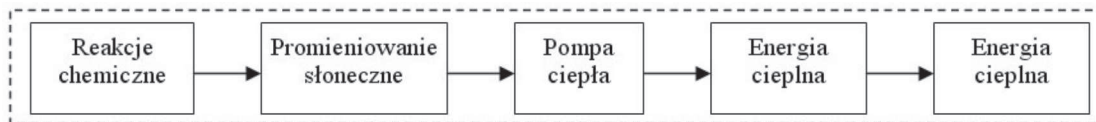
Rys. 2. Dekompozycja systemu zasilania domu wyposażonego w kolektor słoneczny

Fig. 2. Decomposition of the power system of the house equipped with solar collector



Rys. 3. Dekompozycja systemu zasilania domu wyposażonego w elektrownię wiatrową

Fig. 3. Decomposition of the power system of the house equipped with wind power station



Rys. 4. Dekompozycja systemu zasilania domu wyposażonego w pompę ciepła  
 Fig. 4. Decomposition of the power system of the house equipped with heat pump

Podobnie możemy dokonać dekompozycji systemu zasilanego elektrownią wiatrową, przy czym przyjęto, że nadmiar energii elektrycznej będzie akumulowany w celu zaspokojenia potrzeb budynku w okresie, kiedy elektrownia nie będzie pracowała (rys. 3).

Zbiory zmiennych systemów przyjmą postać:

$$S^{KS} = \{NP_K^{KS}, NU_K^{KS}, NP_N^{KS}, NU_N^{KS}, EP^{KS}, EU^{KS}\}, \quad (3)$$

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

$$S^{PC} = \{NP_K^{PC}, NU_K^{PC}, NP_N^{PC}, NU_N^{PC}, EP^{PC}, EU^{PC}\}. \quad (5)$$

Przy doborze wskaźników należy wziąć pod uwagę, że w zaproponowanym hybrydowym systemie energetycznym wyposażonym w kolektor słoneczny, jak i w systemie wyposażonym w pompę ciepła, energia pierwotna, jaką uzyskujemy z generatora, jest wykorzystywana do ogrzania domu, nie ulega dalszemu przetworzeniu na inną formę energii, a więc równa jest energii użytecznej.

Ponadto w przypadku systemów wyposażonych w elektrownię wiatrową i pompę ciepła brak jest nośników energii pierwotnej i użytecznej ze źródła konwencjonalnego.

Z punktu widzenia oceny efektywności energetycznej zaproponowanego systemu hybrydowego, 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,

$\frac{EU}{EP}$  - energia użyteczna do energii pierwotnej.

Zaproponowaną w metodzie macierz wskaźników dla hybrydowych systemów energetycznych można rozszerzyć o nowe wskaźniki, które umożliwią pełniejszą ocenę systemów i bezpośrednio ich porównanie.

Tab. 1. Wyniki obliczeń

Table 1. Results of calculations

$\frac{EU}{NP_K}$	$\frac{EU}{NU_K}$	$\frac{NU_K}{NP_K}$	$\frac{EU}{NU_N}$	$\frac{NU_N}{NP_K}$	$\frac{NU_N}{NU_K}$	$\frac{EU}{EP}$
Kolektor słoneczny						
66,62	66,62	1	63,38	1,05	1,05	0,99
Elektrownia wiatrowa						
-	-	-	-	-	-	0,47
Pompa ciepła						
6,98	11,64	0,60	11,64	0,60	1	0,60

## Wnioski

W przypadku elektrowni wiatrowej trudno jest określić ilość nośnika pierwotnego, a co się z tym wiąże także ilość nośnika użytecznego dla energii niekonwencjonalnej. Także w przypadku elektrowni wiatrowej niemożliwe jest obliczenie wartości niektórych wskaźników gdyż zapotrzebowanie na energię konwencjonalną w jej przypadku jest zerowe.

Z zaproponowanych systemów najlepszym wydaje się być elektrownia wiatrowa, która zaspokaja potrzeby energetyczne domu, a także i swoje własne. Elektrownia wiatrowa ma także najniższy koszt wytworzenia 1 kWh energii w pierwszym roku po zakupie. Należy przeanalizować jeszcze koszty wytwarzania energii w latach dalszych, gdy ponoszone będą tylko koszty związane z przeglądami tych urządzeń, ich konserwacją i ewentualnymi naprawami.

## Bibliografia

- [1] Dzierżanowski R.: Analiza różnych konfiguracji suszarek daszkowych z hybrydowym generatorem ciepła. Inżynieria Systemów Bioagrotechnicznych. Zeszyt 5(14), Płock, 2005, s. 31-38.
- [2] Lewandowski W.: Proekologiczne źródła energii odnawialnej. WNT, Warszawa, 2002.
- [3] Powierża L.: Podstawy hybrydyzacji lokalnych systemów energetycznych. Wybrane zagadnienia mechaniki w budowie urządzeń technicznych. Płock, 2008, s. 37-49.
- [4] Powierża L.: Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych. Instytut Technologii Eksploatacji, Radom, 1997.

## COMPARISON OF HEATING SYSTEMS EXPLOITING THE UNCONVENTIONAL ENERGY

### Summary

A problem of the evaluation of the energy efficiency of power systems using unconventional sources of the warm weather was presented. On the example of a detached house they effected comparison of three different power systems satisfying entirely or in part the thermal demand of the house for unconventional sources. For the evaluation the method of using efficiency indices was suggested, widened by additional indicators enabling fuller comparing systems.

**Key words:** unconventional energy, hybrid power systems, effectiveness indicators, efficiency indices