

## KONCEPCJA INFORMATYCZNEGO SYSTEMU POLIOPTYMALIZACJI WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU ENERGETYCZNEGO

Krzysztof Nalepa

*Katedra Elektrotechniki i Energetyki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

Paweł Pietkiewicz

*Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

**Streszczenie.** Praca przedstawia koncepcję systemu polioptymalizacji wykorzystania potencjału energetycznego gospodarstw rolniczych. Gospodarstwo rolnicze może być rozpatrywane jako konsument i producent energii. System polioptymalizacji wykorzystania energii pozwoli na dobór technologii wytwarzania energii z zasobów dostępnych w rozpatrywanym gospodarstwie.

**Słowa kluczowe:** polioptymalizacja, zintegrowane systemy energetyczne, potencjał energetyczny

### WSTĘP

Indywidualne gospodarstwo rolnicze jest złożoną strukturą funkcjonalną łączącą w sobie aspekty produkcji rolniczej oraz zużycia środków produkcji i energii. Z produkcją rolniczą nierozzerwalnie związane jest powstawanie pozostałości [Kapusta 2006]. Pozostałości mogą zostać spożytkowane wewnątrz gospodarstwa w celu wytworzenia energii. Jednocześnie otoczenie gospodarstwa oferuje możliwość pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.

Pewną trudność stanowi dobór technologii pozyskiwania energii z zasobów dostępnych w gospodarstwie lub jego bezpośrednim otoczeniu. Niniejsza praca przedstawia koncepcję polioptymalizacyjnego systemu doboru technologii umożliwiających wykorzystanie potencjału energetycznego gospodarstwa rolniczego.

W założeniach system polioptymalizacyjny działać ma w oparciu o bazę danych dostępnych urządzeń i technologii wytwarzania energii oraz informatyczny system analizy potencjału energetycznego gospodarstwa

#### Zasoby i potrzeby energetyczne gospodarstwa

Rozpatrując gospodarstwo rolnicze jak obiekt wymagający do swojej działalności dostarczania energii pojawia się aspekt istniejących w nim niewykorzystanych zasobów energetycznych. Przetwarzanie w procesie produkcyjnym środków technicznych i materiałów a także istniejąca w gospodarstwie infrastruktura, dają możliwość potraktowania ich

jako zasoby energetyczne, które po zastosowaniu odpowiednich technologii pozwolą na wytworzenie energii. Energia wytworzona z zasobów danego gospodarstwa rolniczego może zostać wykorzystana na pokrycie jego potrzeb, a w przypadku nadwyżek może stanowić dodatkowe źródło dochodu, poprawiając wynik ekonomiczny gospodarstwa [Bieranowski, Nalepa 2005a]

Oszacowanie wielkości potencjału energetycznego gospodarstwa jest zagadnieniem podstawowym dla sprawnego działania proponowanego systemu informatycznego i wymaga szczegółowej inwentaryzacji zarówno infrastruktury, odpadów powstających w wyniku działalności gospodarstwa jak i nadwyżek produkcyjnych. Proponowany system polioptymalizacji wykorzystania potencjału energetycznego musi zapewnić możliwość wprowadzenia danych informacyjnych, które posłużą do wyznaczenia ilości energii, możliwej do wyprodukowania w gospodarstwie.

Drugim aspektem zagadnienia są technologie wykorzystania zasobów energetycznych gospodarstwa. Istotnym dla optymalnego wykorzystania potencjału energetycznego jest zastosowanie odpowiedniej technologii umożliwiającej energetyczne wykorzystanie zidentyfikowanych w gospodarstwie zasobów energetycznych w postaci materiałów, surowców, środków produkcji i pozostałości poprodukcyjnych, które mogą zostać użyte do wytworzenia energii użytecznej w różnej formie (energia elektryczna, energia cieplna, paliwa stałe, ciekłe lub gazowe).

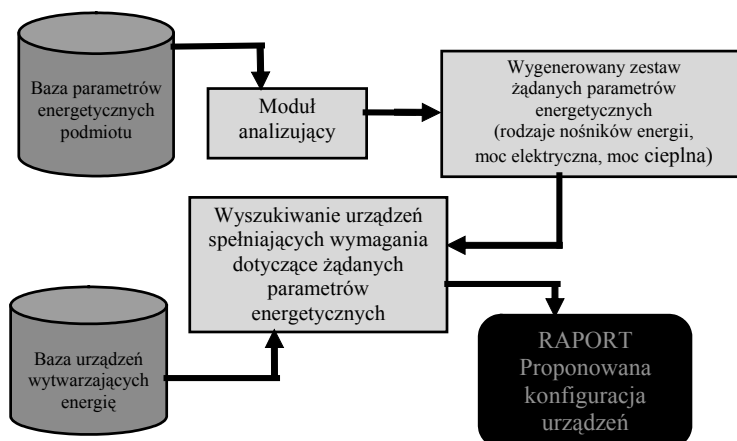
Dobór technologii wytwarzania energii możliwych do zastosowania w danym gospodarstwie wymaga tego, aby w systemie informatycznym istniała baza urządzeń wytwarzających energię z zasobów jakie mogą występować w gospodarstwach rolniczych. Niezbędnym do przeprowadzenia polioptymalizacji jest zastosowanie mechanizmów analizujących dane specyficzne dla rozpatrywanego gospodarstwa oraz wybierających z bazy urządzeń możliwe do wykorzystania technologie wytwarzania energii w sposób optymalny pod względem energetycznym i ekonomicznym.[Bieranowski, Nalepa 2005b]

### **Koncepcja systemu informatycznego**

Na rys. 1. zamieszczono schemat koncepcyjny projektowanego systemu informatycznego. Zakłada ona powstanie bazy danych dotyczących zarówno dostępnych na rynku urządzeń, mogących mieć zastosowanie w produkcji energii z odnawialnych źródeł, jak i urządzeń oraz innych obiektów wykorzystujących energię do wykonywania swoich funkcji. Niezależnie od bazy danych urządzeń, powstanie baza parametrów niezbędnych do sporządzenia charakterystyki analizowanych podmiotów. Podczas analizy potrzeb oraz potencjału energetycznego konkretnego podmiotu, system budować będzie kompletną informację o bilansie energetycznym gospodarstwa. Obie bazy danych uzupełniając się będą podstawą do konfiguracji zintegrowanego systemu energetycznego.

Ważnym aspektem algorytmu polioptymalizacyjnego jest możliwość uwzględniania czasowej zmienności zapotrzebowania podmiotu na energię. Moduł analizujący przedstawionego na rys. 1 systemu informatycznego, wykorzystując wprowadzone wcześniej informacje, generować będzie końcowy zestaw żądanych parametrów energetycznych (takich jak zapotrzebowanie na moc i ilość energii) niezbędnych do pokrycia potrzeb energetycznych gospodarstwa. W następnym etapie wyszukiwane będą urządzenia spełniające kryteria określone w wyniku działania modułu analizującego potrzeby i zasoby energetyczne

podmiotu. Efektem finalnym będzie raport zawierający proponowaną konfigurację urządzeń wykorzystanych do budowy zintegrowanego systemu energetycznego bazującego na dostępnych w gospodarstwie niewykorzystanych zasobach.



Rys. 1. Schemat koncepcji informatycznego systemu konfiguracyjnego  
 Fig. 1. Diagram showing the concept of an informatic configuration system

Z uwagi na złożoność problemu, w szczególności zmienność w czasie potencjału oraz potrzeb energetycznych, możliwe jest wygenerowanie wielu wariantów rozwiązań mogących znaleźć zastosowanie w budowie zintegrowanego systemu energetycznego. Jako kryterium oceny proponowanych przez system rozwiązań przyjęto czas zwrotu inwestycji  $T_i$ . W istocie, czas zwrotu inwestycji zależy od wielu czynników:

- koszt inwestycji -  $k_i$
  - koszty eksploatacji -  $k_e$
  - sprawność procesu przetwarzania energii -  $\eta$
  - stopień pokrycia zapotrzebowania podmiotu na energię -  $s_{pze}$
  - stopień wykorzystania potencjału energetycznego podmiotu -  $s_{wpe}$ ,
- co można zapisać w postaci zależności:

$$T_i = f(K_i, K_e, \eta, S_{PZE}, S_{WPE}) \quad (1)$$

Przy uwzględnieniu zależności (1), proces wyszukiwania najlepszych rozwiązań technicznych staje się procesem polioptymalizacyjnym, w którym każdy z argumentów funkcji (1) jest jednym z kryterium.

Koszt inwestycji jest jedną z wielkości decydujących o opłacalności przedsięwzięcia. Wysokość nakładów związanych z inwestycją ustalają poziom kosztów, na podstawie których można obliczać długość okresu zwrotu inwestycji, w skład których wchodzi:

- zakup elementów systemu,
- instalacja,
- szkolenia w zakresie eksploatacji.

Należy pamiętać, że na koszt inwestycji mogą składać się tzw. nakłady własne oraz różnego rodzaju dopłaty, subwencje, kredyty oraz środki z funduszy strukturalnych. W przypadku finansowania tak złożonego przedsięwzięcia, budowany system polioptymalizacyjny, będzie wymagał określenia, która ze składowych kosztu inwestycyjnego ma wpływać na okres całkowitego zwrotu inwestycji.

Koszty eksploatacji są obok wysokości nakładów inwestycyjnych podstawowym kryterium doboru urządzeń wykorzystujących potencjał energetyczny gospodarstwa lub zespołu gospodarstw. Jest to jednocześnie jeden z najtrudniejszych do określenia czynników wpływających na opłacalność przedsięwzięcia. W przypadku gospodarstwa indywidualnego, wysokość wydatków na eksploatację zależeć będzie głównie od posiadanych możliwości wytwórczych surowców energetycznych, potencjału magazynowego oraz - w przypadku zakupu niektórych surowców - ich ceny i kosztów transportu. W przypadku wykorzystania systemu polioptymalizacji do budowy bazy energetycznej dla zespołu gospodarstw lub nawet większych jednostek terytorialnych (np. gmin), koszt eksploatacji będzie dodatkowo zależał od odpowiedniej organizacji gospodarstw współpracujących. Szczególną rolę będzie miało tutaj planowanie upraw, z uwzględnieniem uwarunkowań naturalnych (jakość gleb i płodozmianowość) w przypadku produkcji roślinnej, oraz organizacja zagospodarowania surowców energetycznych pochodzących z produkcji zwierzęcej. Współpraca wielu gospodarstw może spowodować znaczące obniżenie kosztów eksploatacji oraz ich rozłożenie na wszystkie z nich. Przy przewidywaniu nakładów na eksploatację istnieje dodatkowa trudność, która w zasadzie powoduje, że wszelkie prognozy na ich temat mają charakter bardzo przybliżony. Jest to zmienność kosztów produkcji surowców w czasie. Zależać ona bowiem będzie od kosztów głównej produkcji gospodarstw rolnych (w przypadku wykorzystywania produktów ubocznych), ale również od ogólnie pojętej kondycji gospodarki kraju i świata.

Sprawność procesu przetwarzania energii zależy od wielu czynników. Odpowiedni dobór urządzeń do posiadanego potencjału energetycznego oraz prawidłowe ich sprzężenie i montaż ma wpływ na sprawność procesu pozyskiwania energii przez cały zespół urządzeń. Na sprawność procesu ma wpływ odpowiednia organizacja logistyczna, mająca szczególne znaczenie przy projektowaniu systemu służącego wielu gospodarstwom i zależna od produkcji surowców energetycznych pochodzących od wielu podmiotów. Zapewnienie nieprawidłowej ilości przestrzeni magazynowej, co za tym idzie płynności w dostępności surowców energetycznych do produkcji energii jest warunkiem koniecznym do sprawnej produkcji energii.

Stopień pokrycia zapotrzebowania podmiotu na energię wpływa wprost na okres zwrotu kosztów inwestycji. Przy częściowym zaspokojeniu potrzeb energetycznych gospodarstwa lub grupy gospodarstw, należy liczyć się z nakładami finansowymi na pozyskanie różnicy potrzeb całkowitych i ilości energii pozyskanej z projektowanego systemu.

Stopień wykorzystania potencjału energetycznego podmiotu jest czynnikiem dodatkowym, posiadającym wpływ na ogólne koszty i opłacalności inwestycji związanych z pozyskiwaniem energii ze źródeł odnawialnych. Przy nieprawidłowym zaplanowaniu urządzeń wytwarzających energię w gospodarstwie, jest możliwe tylko częściowe wykorzystanie możliwości surowcowych gospodarstwa. W przypadku zespołu gospodarstw, znaczenie tego czynnika jest wyraźniejsze. Bardzo ważne zatem jest dokładne przeanalizowanie nie tylko zasobów surowcowych pojedynczych gospodarstw, ale także możliwości ich współpracy i pewnego rodzaju wymiany surowców lub wprost efektów produkcji energii.

Projektowany system informatyczny pracuje w kilku trybach funkcjonalnych:

- polioptymalizacja wg funkcji celu predefiniowanej w systemie.
- polioptymalizacja wg wielomianu budowanego przez użytkownika poprzez dobór wag i wykładników potęg między kryteriami.
- optymalizacja, przy wyborze jednej wagi różnej od zera przy jednoczesnym pominięciu oceny wariantów proponowanych przez system pod względem pozostały argumentów funkcji (1).

Tak zaprojektowany system pozwala na inteligentne – automatyczne dopasowanie się do potrzeb każdej analizy. Funkcja predefiniowana w systemie, jest propozycją autorów na sposób prowadzenia obliczeń. Metoda ta oparta jest na prowadzonych w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim badaniach dotyczących zasobów energetycznych poszczególnych regionów Polski, możliwości wykorzystania ich w różnych technologiach, warunków upraw roślin energetycznych, warunków produkcji zwierzęcej. Funkcja modyfikowalnego wielomianu, budowana jest w oparciu o wprowadzone przez użytkownika systemu informacje. Pozwala to z kolei na dopasowanie sposobu obliczeń do indywidualnych potrzeb planowanej inwestycji. Dodatkowa funkcja optymalizacji pod względem wybranego kryterium pozwala na uzyskanie efektów najlepszych pod względem zakładanych kryteriów oceny [Nikiel 2004]

#### **Spodziewane efekty zastosowania budowanego systemu informatycznego**

- Ogólna dostępność do danych na temat urządzeń energetycznych dostępnych na rynku.
- Współpraca z producentami urządzeń w celu utrzymania aktualnej bazy danych.
- Możliwość szybkiej polioptymalizacji doboru systemu kogeneracji energii.
- Możliwość gromadzenia informacji nt. wykorzystania odnawialnych źródeł energii w regionach, podstawa do szybkich analiz na skalę kraju.
- Upowszechnianie informacji o odnawialnych źródłach energii.
- Obniżenie kosztów inwestycji związanych z wykorzystaniem potencjału energetycznego gospodarstw.

#### **Podsumowanie**

Zintegrowany system zarządzania bazą danych dostępnych urządzeń kogeneracyjnych, wyposażony w moduły wnioskowania oraz algorytmy polioptymalizacji systemu dedykowanego konkretnemu podmiotowi, ma szansę przyczynić się do upowszechnienia wiedzy na temat dostępnych urządzeń przetwarzania energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii oraz ułatwić znalezienie optymalnych lub polioptymalnych rozwiązań dedykowanych dla konkretnych podmiotów, z uwzględnieniem indywidualnych uwarunkowań.

## **Bibliografia**

- Bieranowski J., Nalepa K. 2005a. Model relacyjny zintegrowanego systemu energetycznego w wiejskim budynku mieszkalnym. Inżynieria Rolnicza. Nr 1 (61). s. 23-31
- Bieranowski J., Nalepa K. 2005b. Model matematyczny zintegrowanego systemu energetycznego w wiejskim budynku mieszkalnym. Inżynieria Rolnicza. Nr 6 (66). s. 41-48
- Kapusta F., 2006, Logistyka pozostałości jako determinanta zrównoważonego rozwoju rolnictwa i wsi. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXVII nr 540. s. 215-220.
- Nikiel G., 2004, Optymalizacja wielokryterialna w projektowaniu procesów wytwarzania – wybrane zagadnienia. AT-H w Bielsku-Białej. Raport z badań własnych. Bielsko Biała. Maszynopis.

## **CONCEPTION FOR INFORMATICAL SYSTEM POLYOPTIMIZATION OF THE ENERGETIC POTENTIAL USAGE**

**Abstract.** The paper presents conception of the polyoptimization system for the usage of the energetic potential of the rural farm. The farm can be treated as an energy consumer and producer. Described system allows selection of technology of fabricating energy from available resources in treated farm.

**Key words:** polyoptimization, integrated energy systems, energy potential

### **Adres do korespondencji:**

Krzysztof Nalepa; e-mail: nalepka@uwm.edu.pl  
Katedra Elektrotechniki i Energetyki  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
ul. Oczapowskiego 11  
10-957 Olsztyn