

Streszczenie rozprawy

Model zarządzania portfelem surowców odnawialnych w procesach logistycznych

mgr inż. Grzegorz Kunikowski

Promotor: prof. dr hab. inż. Tadeusz Krupa

U podstaw rozważań pracy, które doprowadziły do sformułowania problemu badawczego i opracowania modelu teoretycznego, leży znaczenie zarządzania dostawami surowców odnawialnych dla rozwoju sektora energetycznego. Z punktu widzenia producenta energii i technologii wykorzystania surowców odnawialnych, zarządzanie ich dostawami wpływa na decyzje i plany strategiczne, taktyczne i operacyjne. Przyjęcie perspektywy producentów energii umożliwiło sformułowanie problemu badawczego, który następnie zawężony został do zagadnienia organizacji i zarządzania dostawami surowców.

Celem rozprawy było opracowanie modelu zarządzania portfelem surowców odnawialnych, implementacja modelu do postaci wykonywalnej i wykazanie przez realizację eksperymentów obliczeniowych poprawności jego działania. Potrzeba opracowania modelu wynika z realizowanej polityki energetyczno-klimatycznej, która powoduje, że producenci energii wprowadzają surowce odnawialne jako paliwo alternatywne i uzupełniające dla tradycyjnie stosowanych paliw kopalnych. Wiąże się z tym liczne wyzwania organizacyjne. Zmieniają się również zasady wsparcia produkcji tego rodzaju energii, co powoduje trudności w szacowaniu wysokości przychodów i stanowi znaczący czynnik ryzyka dla działających i planowanych instalacji.

W opracowanym modelu portfel surowców odnawialnych tworzą obiekty, współpracujący dostawcy surowców oraz pośrednicy, z którymi przedsiębiorstwo energetyczne wchodzi w relacje biznesowe. Przyjęto, że ich strategie (oferty wolumen-cena) są znane, a zarządzanie portfelem polega na wyborze obiektów wg kryteriów stanu równowagi Pareto-Nasha. Trafiające do portfela obiekty tworzą strukturę organizacyjno-funkcjonalną łańcucha dostaw, w której realizowany jest fizyczny przepływ surowców.

Głównym elementem modelu jest zadanie optymalizacyjne sformułowane jako problem programowania liniowego lub programowania całkowitoliczbowego mieszanego. Koszty portfela opisuje funkcja celu, które odwzorowuje również rodzaj struktury łańcucha dostaw wg przyjętej klasyfikacji. Zmienne decyzyjne wskazują na aktywne obiekty oraz wielkości kontraktowanych wolumenów w cenach wynikających z realizowanej strategii. W zależności od stosowanego kryterium funkcja celu, czyli całkowity koszt portfela, jest minimalizowana (portfel Pareto-

optymalny) lub maksymalizowana z dodatkowym ograniczeniem dopuszczalnego całkowitego kosztu (portfel w równowadze Nasha).

Optymalność w sensie Pareto oznacza taki podział dóbr, w którym nie można poprawić sytuacji jednego obiektu, nie pogarszając sytuacji któregośkolwiek z pozostałych. Wyznaczenie portfela Pareto-optymalnego dotyczy poziomu strategicznego i stosowane jest dla przypadku poszukiwania wielkości produkcji. W zastosowaniu wiąże się z wielokrotnym rozwiązywaniem zadania optymalizacyjnego dla zakresu zapotrzebowania na surowce.

Równowaga Nasha oznacza w teorii gier taki profil strategii uczestników, w którym strategia każdego z graczy jest optymalna, przyjmuje się więc wybór jego oponentów za ustalony. W równowadze żaden z graczy nie ma powodów jednostronnie odstępować od strategii równowagi. Portfel w równowadze Nasha dotyczy poziomu taktyczno-operacyjnego. Wielkości produkcji jest znana, poszukiwany jest portfel wg preferencji związanych z relacjami biznesowymi pomiędzy obiektami portfela, np. dla założonej liczby dostawców.

Na poziomie operacyjnym, gdy struktura organizacyjno-funkcjonalna łańcucha dostaw jest znana a kontrakty są zawarte, zaproponowano realizację symulacji przepływu surowców w czasie, stosując dostosowaną teorię sieci transformującej (t-sieci). Analiza wyników symulacji pozwala w sposób szczegółowy ocenić funkcjonowanie struktur, np. przy dostępnych zasobach technicznych w postaci środków transportu i dostępnych powierzchni magazynowych.

Zaproponowane podejście odzwierciedla sekwencję poziomów zarządzania, począwszy od strategicznego, aż do operacyjnego. Pozwala na poszczególnych poziomach wspomagać procesy decyzyjne w zakresie: organizacji łańcuchów dostaw (portfele Pareto-optymalne); zarządzania relacjami z dostawcami i pośrednikami na podstawie znajomości ich strategii (portfele w równowadze Nasha); operacyjnej koordynacji wykorzystania zasobów technicznych na podstawie analiz harmonogramów wynikowych symulacji przepływu surowców (za pomocą t-sieci).

W eksperymentach obliczeniowych model zastosowano dla przypadku elektrowni (portfel Pareto-optymalny) i elektrociepłowni (portfel Pareto-optymalny i portfel w równowadze Nasha). Wykonane zostały symulacje funkcjonowania przykładowej struktury logistycznej za pomocą teorii t-sieci. Uzyskane wyniki pozwalają formułować rekomendacje dla producenta energii. Zastosowanie modelu w eksperymentach obliczeniowych w kontekście planowanych zmian systemu wsparcia produkcji energii elektrycznej z surowców odnawialnych, który ma zawierać elementy aukcji, dowodzi możliwości adaptacji modelu do wspierania procesów decyzyjnych w warunkach ryzyka regulacyjnego i tym samym praktycznej użyteczności modelu.

Układ rozprawy

Rozprawa składa się z pięciu rozdziałów i siedmiu załączników.

W rozdziale 1 zaprezentowana została geneza pracy, która doprowadziła do sformułowania celów poznawczych, teoretycznych i praktycznych. Następnie przedstawiono i opisano realizację programu badań.

Rozdział 2 stanowi analizę problemu wykorzystywania surowców odnawialnych przez przedsiębiorstwa energetyczne. Wykorzystano literaturę i wyniki projektów realizowanych przez zespoły badawcze zajmujące się podobną tematyką, w tym projekty, w których autor brał bezpośredni udział. W szczególności przedstawiono problematykę dostępności surowców, organizacji i zarządzania łańcuchami dostaw, technologii konwersji oraz wpływu polityki energetyczno-klimatycznej na przedsiębiorstwa energetyczne. Omówiono zagadnienia analiz przestrzennych i teorii lokalizacji, koncepcje zarządzania łańcuchami dostaw i metod optymalizacji.

Rozdział 3 jest poświęcony autorskiemu modelowi zarządzania portfelem surowców odnawialnych. Przedstawiono koncepcję modelu wraz z opisem jej ewolucji w toku realizacji problemu badawczego oraz zaprezentowano szczegółowy opis modelu i procedurę jego realizacji. Opisano klasyfikację struktur organizacyjno-funkcjonalnych portfela i ich odwzorowanie za pomocą sieci transformującej na potrzeby wspierania procesów zarządzania operacyjnego. Przedstawiono ogólne sformułowanie zadania optymalizacyjnego, na które składa się funkcja celu, ograniczenia oraz kryteria optymalizacji. Kryteria dotyczą strategicznej sytuacji decyzyjnej (poszukiwany portfel Pareto-optymalny) oraz taktyczno-operacyjnego zarządzania dostawami (portfel w stanie równowagi Nasha).

Rozdział 4 zawiera opis implementacji i weryfikacji modelu w eksperymentach obliczeniowych. Pierwszy przykład obliczeniowy dotyczy zastosowania modelu w zarządzaniu strategicznym, gdy poszukiwana jest moc instalacji spalania biomasy w elektrowni. Drugi rozważany przypadek to elektrociepłownia produkująca energię elektryczną i ciepło, dla której zastosowano model do wyznaczenia mocy instalacji (zarządzanie strategiczne) oraz badano dywersyfikację portfela (zarządzanie taktyczno-operacyjne). W trzecim przypadku przedstawiono przykład zastosowania teorii t-sieci do modelowania funkcjonowania struktur logistycznych (zarządzanie operacyjne).

Rozdział 5 jest podsumowaniem wyników badań zawartych w pracy. Obejmuje wnioski metodyczne i praktyczne sformułowane na podstawie zrealizowanego programu badań i oceny poprawności działania zaimplementowanego modelu teoretycznego w eksperymentach obliczeniowych. Na zakończenie przedstawiono propozycję kontynuacji prac badawczych.

Załącznik A zawiera charakterystykę technologii konwersji surowców odnawialnych, stanowiąc uzupełnienie analizy literatury. W załączniku B zaprezentowano przegląd modeli lokalizacji. Załącznik C obejmuje opis teorii sieci transformujących. Załącznik D to synteza przeglądu wybranych projektów badawczych. Załącznik E zawiera kod implementacji modelu teoretycznego w programie GAMS na potrzeby eksperymentów obliczeniowych. W załączniku F przedstawiono schematy obiektów portfela: dostawców, obiektów logi-stycznych i producenta energii odwzorowane w sieci transformującej. Załącznik G przedstawia analizę stanów równowagi dla portfela Pareto-optimalnego i portfela w równowadze Nasha na przykładzie gry dwóch graczy.