

Streszczenie

W dobie rosnącego zapotrzebowania na energię kluczowe staje się opracowanie metod uwzględniających zarówno złożoność systemów energetycznych, jak i ich wpływ na środowisko naturalne. Znalezienie odpowiednich narzędzi jest szczególnie istotne w kontekście postępującej zmiany klimatu oraz potrzeby bardziej zrównoważonego gospodarowania zasobami. W odpowiedzi na te wyzwania w rozprawie doktorskiej pt. ***Thermo-Ecological Cost assessment for renewable energy systems*** zaproponowano nowe zastosowania Kosztu Termoeologicznego (TEC), który umożliwia kompleksową ocenę systemów energetycznych.

Badania przeprowadzono w kilku etapach, obejmujących różne implementacje analizy Termoeologicznej. Głównym przedmiotem badań był system oparty na odnawialnych źródłach energii, tj. turbina wiatrowa, systemy wykorzystujące energię słoneczną (panele fotowoltaiczne, kolektory słoneczne, systemy hybrydowe fotowoltaiczno-termiczne PV/T), kogeneracyjny silnik zasilany biogazem oraz pompy ciepła (gruntowe i powietrzne). W analizie uwzględniono również możliwość magazynowania energii elektrycznej. W pierwszym etapie opracowano zastosowanie analizy TEC dla jednego komponentu układu, jakim był system fotowoltaiczno-termiczny PV/T.

Następnie zaprojektowano mikrosieć opartą na odnawialnych źródłach energii. Analiza działania systemów energetycznych została oparta na rzeczywistych danych meteorologicznych dla wybranej lokalizacji. Zaprojektowana sieć była układem multigeneracyjnym, który produkował energię elektryczną, ciepło oraz chłód użytkowy. Układ odpowiadał rzeczywistym charakterystykom zapotrzebowania na poszczególne usługi energetyczne. W kolejnym etapie prac zbadano działanie opisanej mikrosieci za pomocą analizy termoeologicznej, koncentrując się początkowo na produkcji energii elektrycznej. W końcowym etapie rozszerzono analizę również na ciepło i chłód.

Wyniki badań wykazały, że Koszt Termoeologiczny umożliwia przekrojową ocenę systemów energetycznych. Lepiej niż inne standardowo stosowane wskaźniki, takie jak sprawność energetyczna, odzwierciedla wpływ systemu na środowisko. Ponadto pozwala na jednoznaczną ocenę wpływu systemów na wyczerpywanie zasobów i uwzględnia szerszy, globalny kontekst środowiskowy. Sprawia to, że TEC jest narzędziem odpowiadającym na potrzeby analizy systemów energetycznych w dobie globalnych wyzwań, takich jak zmiana klimatu czy degradacja zasobów.

Kolejnym istotnym wnioskiem z przeprowadzonych analiz jest możliwość wykorzystania analizy TEC do projektowania i badań mikrosieci. Dzięki niej możliwe było dobranie konfiguracji źródeł energii o najniższym zużyciu zasobów nieodnawialnych wraz z jednoczesnym zapewnieniem stabilności sieci. Wyniki pokazały również, że klasyczne metody, takie jak analiza termoeonomiczna (TEA), mogą błędnie sugerować korzystność układów intensywnie wykorzystujących zasoby zewnętrzne. Zastosowanie Kosztu Termoeologicznego pozwoliło na znacznie lepszą ocenę systemów pod kątem zrównoważonego wykorzystania zasobów, a także dostarczyło istotnych wskazówek dla projektowania stabilnych sieci. Zaprezentowane badania przyczyniają się do rozwoju wiedzy w zakresie zrównoważonego projektowania systemów energetycznych opartych na odnawialnych źródłach energii.

Koszt Termoeologiczny został zaadaptowany i rozwinięty jako narzędzie umożliwiające kompleksową ocenę wpływu systemów na zasoby nieodnawialne. Wyniki badań stanowią podstawę do zastosowań praktycznych, pozwalając na wskazanie optymalnych konfiguracji miksów odnawialnych źródeł energii oraz wspierając projektowanie zrównoważonych sieci energetycznych.