
KOMITET TECHNIKI ROLNICZEJ PAN
POLSKIE TOWARZYSTWO INŻYNIERII ROLNICZEJ

INŻYNIERIA ROLNICZA

Rok **XI**

1(89)

Kraków 2007

RADA PROGRAMOWA

czł. rzecz. PAN prof. dr hab. inż. Janusz Haman – przewodniczący
czł. rzecz. PAN prof. dr hab. inż. Rudolf Michałek – wiceprzewodniczący
prof. dr hab. inż. Małgorzata Bzowska-Bakalarz
prof. dr hab. inż. Stanisław Pabis
prof. dr hab. inż. Robert Rowiński
prof. dr hab. inż. Józef Szlachta
prof. dr hab. inż. Zdzisław Wójcicki
prof. dr hab. inż. Jan Dawidowski
prof. dr hab. inż. Jerzy Weres

CZŁONKOWIE ZAGRANICZNI

prof. Gerard Wiliam Isaacs (USA) – czł. zagr. PAN
prof. Stefan Cenkowski (Kanada)
prof. Jürgen Hahn (Niemcy)
prof. Radomir Adamovsky (Rep. Czeska)
prof. Oleg Sidorczuk (Ukraina)

KOMITET REDAKCYJNY

czł. rzecz. PAN prof. dr hab. inż. Rudolf Michałek – redaktor naczelny
czł. rzecz. PAN prof. dr hab. inż. Janusz Haman
prof. dr hab. inż. Janusz Laskowski
dr hab. inż. Sławomir Kurpaska – sekretarz

RECENZENCI

Prof. dr hab. inż. Andrzej Chochowski – SGGW Warszawa
Doc dr hab. inż. Anna Grzybek – IBMER Warszawa

Wydawca

Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej

Praca wykonana

w Katedrze Ogrzewnictwa, Wentylacji i Automatyizacji Politechniki Lubelskiej

Druk i oprawa:

S.C. DRUKROL (Kraków, al. 29 Listopada 46)

Nakład: 100 egzemplarzy

Rozprawy habilitacyjne

Nr 24

Dorota Wójcicka-Migasiuk

**Modelowanie
zintegrowanych systemów ogrzewania
na obszarach wiejskich**

(rozprawa habilitacyjna)

Spis treści

WYKAZ SYMBOLI	7
WYKAZ OZNACZEŃ	9
OBJAŚNIENIA STOSOWANYCH POJĘĆ	11
1. WSTĘP	13
2. PRZEGLĄD STANU WIEDZY	15
2.1. Systemy zintegrowane jako układy dynamiczne	15
2.2. Wybrane aspekty pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych w układach zintegrowanych	16
2.3. Uzasadnienie potrzeby badań	30
3. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU BADAWCZEGO	39
4. CEL, PRZEDMIOT I ZAKRES PRACY	41
4.1. Cel pracy	41
4.2. Przedmiot	41
4.3. Zakres	41
5. METODYKA BADAŃ	43
5.1. Opis obiektów badawczych	43
5.2. Metodyka pomiarów	46
5.3. Modelowanie za pomocą zastępczej sieci cieplnej	47
6. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ	61
6.1. Wyniki pomiarów	61
6.2. Wyniki symulacji	65
6.3. Analiza porównawcza	88
7. PODSUMOWANIE	95
8. STWIERDZENIA I WNIOSKI	97
STRESZCZENIE	99
SUMMARY	100
BIBLIOGRAFIA	101
ZAŁĄCZNIK	105

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono metodę wspomagającą projektowanie zintegrowanych systemów ogrzewania o strukturze odpowiadającej zapotrzebowaniu i możliwościach występujących na obszarach wiejskich. Niniejsza praca jest także odpowiedzią na zapotrzebowanie dla narzędzi projektowych zintegrowanych z programami symulacyjnymi, które podawałyby użytkownikowi oczekiwaną ilość i rozkład zapotrzebowania na energię przez obiekt w połączeniu z efektami pracy systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. W przypadku systemów zintegrowanych istotny jest także rozkład tych efektów z jednoczesną możliwością dostosowywania do lokalnych warunków klimatycznych, bezpośredniego otoczenia obiektu, danego typu produkcji rolniczej czy sposobu użytkowania obiektu zarówno planowanego jak i poddawanego modernizacji. Warunki te zostały uwzględnione w przeprowadzonych symulacjach poprzez odpowiedni dobór wartości wprowadzanych danych.

Przedstawiono modele układów zintegrowanych, w oparciu o analogię pomiędzy instalacjami ogrzewania a obwodami elektrycznymi zawierającymi rezystancje, elementy indukcyjne oraz pojemnościowe (RLC). Dokonano identyfikacji parametrów istotnych dla oceny pracy takich podsystemów jak: instalacje kolektorów słonecznych płaskich lub próżniowych, pompy ciepła wraz z różnymi źródłami dolnymi, kotły opalane paliwem konwencjonalnym lub biopaliwem, bierne systemy słoneczne, wspomaganie zasilania w energię elektryczną z systemów fotowoltaicznych, które mogą wchodzić w skład układów hybrydowych. Do tych parametrów należą: temperatura czynników, natężenie przepływu, stałe czasu nagrzewania.

Zakres pracy obejmuje przedstawienie modeli zastępczych sieci cieplnych dla różnych rozwiązań systemów zintegrowanych w obiektach zlokalizowanych na terenach wiejskich, tj.: obiektu agroturystycznego pełniącego również funkcję centrum szkoleniowego w Budach Grabskich, Domu Pomocy Społecznej dla gospodyń wiejskich w Jadwinowie k. Lubartowa, masarni w Księżpolu k. Tomaszowa Lubelskiego oraz szklarni modelowej wyspecjalizowanej w produkcji pomidorów we wsi Bogate k. Przasnysza. Przeprowadzono i przedstawiono analizy symulacyjne stanów pracy tych systemów, wykonano analizy porównawcze pomiędzy wynikami symulacji a wynikami pomiarów w obiekcie rzeczywistym.

Wyniki przeprowadzonych symulacji dają podstawy do oceny efektów energetycznych przedsięwzięcia, które bezspornie znajduje wykorzystanie w obiektach przetwórstwa rolniczego oraz innych, na terenach wiejskich, w których cykl poboru ciepła pokrywa się z dostępnością energii odnawialnej. Porównanie wyników przeprowadzonych obliczeń i pomiarów wykazuje, że na etapie projektowania za pomocą zastępczej sieci cieplnej można określić efekty energetyczne planowanej inwestycji przed przystąpieniem do jej realizacji, jak i obliczenia szacunkowe pozwalające na pobieżną ocenę efektów energetycznych przed przystąpieniem do wykonania projektu, czyli w procesie przygotowania oferty.

Słowa kluczowe: energia odnawialna, systemy zintegrowane, zastępcza sieć cieplna, modelowanie stanów dynamicznych, ocena efektów energetycznych

Summary

The thesis describes an aid design method that can be applied to integrated heating systems of an appropriate structure relevant to demands and possibilities specific to rural regions. This monograph aims to respond to the increasing demand for design tools integrated with simulation software that could provide, to its users, expected quantity and the distribution of energy within the object and in connection to the effects of incorporated heating and air conditioning systems. In the case of the integrated energy systems, the distribution of these effects with mutual flexible capability to adapt local climatic conditions, environmental features, a particular type of agricultural production and the way in which the object is used belong also to the general aim.

The presented models of integrated systems are based on the fundamental theory of analogy between heating systems and electric systems that include RLC elements (resistance, inductive elements, capacitors). The thesis presents identification of parameters substantial to evaluate performance of the following sub-systems: flat plate solar collectors, vacuum collectors, heat pumps together with different bottom sources, boilers fuelled by conventional fuel or bio-fuels, passive solar systems, electric energy supply aided from photovoltaic panels. All of them can be combined in one hybride system. These parameters are: medium temperatures, medium flow intensity, time constants.

The scope of work consists of the presentation of equivalent network models for different systems localized in rural objects at different stage of advance, such as: an agro-tourist center with educational features in Budy Grabskie, an elderly house for women in Jadwinów near Lubartów (occupied by women from surrounding country region), a meat processing plant in Książpol near Tomaszów Lubelski, glasshouses specialized in tomato production in Bogate near Przasnysz. Moreover, anticipated operation of these systems has been presented in the form of simulation analyses for steady states and transients, comparative analyses. The thesis has been summarized and the final statements and conclusions are presented in a suitable way to synthesize modeling of different hybride systems adapted particularly for rural regions.

The results of performed analyses give the basis to evaluate the energy effectiveness of planned enterprise, where the cycle of heat and other energy demand is in some coincidence with the availability. The comparison between the computation results and taken measurements indicates that at the stage of design process, the energy effects can be evaluated by mean of a suitable equivalent network for particular planned investment process before it is realized. The other advantage of this method is that it enables also estimate calculations which, in turn, let us estimate energy effects at the stage of a tender process.

Key words: renewable energy, integrated systems, equivalent thermal network, transient model, energy effectieness evaluation