التخطيط الاقتصادي لنظام طاقة متجددة هجين لقرية نائية في المملكة العربية السعودية

باسم درويش ملحاني

إشراف

أ.د. عبدالعزيز محمد الشريف ـ مشرف رئيس

أ.د. سريراما كومار ـ مشرف مشارك

المستخلص

تتضمن هذه الرسالة دراسة تخطيط وتحسين لنظام هجين للطاقة المتجددة لقرية نائية في المنطقة الجنوبية من المملكة العربية السعودية. نظام الطاقة الهجين هو الحل المناسب لتغذية مثل هذه القرى الريفية النائية بالكهرباء حيث تمديد خطوط الشبكة الكهربائية غير مجدي اقتصاديا. في هذه الأطروحة تم دراسة نظام طاقة الخلايا الشمسية وطاقة الرياح لتغذية القرية النائية بشكل نموذج مستقل في المملكة العربية السعودية. علاوة على ذلك ، من أجل توفير الطلب على الحمل الكهربائي في حالة عدم وجود هذه الموارد الطبيعية ، تم اقتراح إضافة مولدات كهربائية تتغذى بالديزل وتم إضافة بطاريات احتياطية تغذي النظام الهجين. تم أولاً في هذي الأطروحة تحليل بيانات الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح المتاحة في الموقع لمعرفة إمكانات استخدامها كجزء من النظام الهجين. ثم تم إجراء المسح الميداني وزيارة القرية لمعرفة المزيد عن نوع المباني وعدد السكان ونمط حياتهم المعيشي. تتميز القرية النائية بكثافة سكانية منخفضة وانخفاض الطلب على الحمل الكهربائي. تقريبا ٩٠ ٪ من المنازل في القرية من النوع التقليدي ذات الدور الواحد. والباقي عبارة عن مباني خرسانية متعددة الطوابق. يبلغ متوسط عدد الأشخاص في كل بيت من ٤ إلى ٧ أشخاص.

يتم استخدام هذه المعلومات جنبًا إلى جنب مع طبيعة أحمال كهربائية مشابه لقرية تم إيصال خدمة التيار الكهربائي لها بالفعل في المنطقة لإيجاد وتكوين تصور للأحمال الكهربائية للقرية النائية المراد دراستها لنظام الطاقة الهجين. يعتمد معيار اختيار أفضل مزيج من أنظمة الطاقة الهجينة للقرية على المفاضلة بين الموثوقية للنظام والتكلفة الاقتصادية والحد الأدنى من استخدام مولدات الديزل وسعة أنظمة التخزين للبطاريات. تم دراسة وعمل مقارنات التكلفة الاقتصادية لمجموعات مختلفة من موارد الطاقة المتجددة ، وتم اختيار النظام الأكثر اقتصاديا والذي يضمن استمرارية إمدادات الطاقة للقرية لتوفر موارد الطاقة في الوقت الحالي ، وتوازن حمل العرض والطلب ، وحدود التشغيل الأدنى والحد الأقصى للوحدات هي القيود الرئيسية التي يجب أخذها في الاعتبار أثناء تقليل التكلفة الإجمالية لتوليد الطاقة من النظام الهجين. تم تحديد استراتيجية التشغيل المثلى وتكاليف دورة التشغيل السنوية لهذا النظام. بنفس الطريقة ، تم تكرار الإجراء بأكمله لجميع مكونات موارد الطاقة المختلفة. ثم تم اختيار المزيج مع أقل تكلفة ، واستخدام الحد الأدنى من مولدات الديزل وموثوقية الخدمة باعتباره الأمثل. لوحظ أن تكلفة التشغيل السنوية للنظام الهجين أقل بكثير من خيار مولد الديزل الوحيد المعتبر للقرية.

Techno-Economic Planning of Hybrid Renewable Energy System for a Remote Village in Saudi Arabia

By

Basem Darwesh Malhani

Supervised:

Prof. Abdulaziz M. J. Alshareef

Prof. Sreerama Kumar R

Abstract

This thesis involves the planning and optimization of a hybrid renewable energy system for a remote village in the Southern region of Saudi Arabia. Hybrid energy system is a suitable solution for electrification of such remote rural areas where the grid extension is not economical. In this thesis a stand-alone photovoltaic (PV) -Wind hybrid energy conversion system is investigated. Further, in order to supply the load demand in the absence of these resources, it is proposed to have a diesel generator supply and a battery backup feeding the hybrid system. The available solar irradiance and wind velocity data in the location is first analyzed to see its potential for utilization as a part of the hybrid system. Then the physical survey is performed to know more about the type of buildings, number of occupants and their life style. The remote village has a low population density and low load demand. Nearly 90% of the houses in the village are traditional type. The

remaining are concrete multi-storied buildings. There is an average of 4 to 7 persons in each house. This information along with the similar electrical load demand profile of an already electrified village in the region is utilized to generate the load profile of the identified village for the hybrid energy system. The criterion of selecting the best hybrid energy system combination for a proposed site is based on the trade-off between reliability, cost and minimum use of diesel generator sets and capacity of storage systems. From the cost comparisons of different combinations of renewable energy resources, the most economical system is selected which ensures power supply continuity. Timely availability of energy resources, load demand-supply balance, minimum–maximum operating limits of the units are the major constraints to be considered while minimizing the total cost of power generation from the hybrid Renewable Energy System (HRES). The optimal operating strategy and annual life cycle costs of this configuration are determined. In the same manner, the entire procedure is repeated for all combinations of various energy resources. The combination with lowest cost, minimal use of diesel generators and service reliability is selected as the optimal one. The annual operation cost of the hybrid system is observed to be significantly less than the only diesel generator option considered for the village.