ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ผลของการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าในครัวเรือนชนบทต่อการเลือกขนาดระบบผลิตไฟฟ้า

ชื่อผู้เขียน นางสาวนฤมล กนกสิงห์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. วรวิทย์ ทายะติ ประธานกรรมการ
ศ.ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ กรรมการ
ผศ.ดร. สุทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ กรรมการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าในครัวเรือนชนบทต่อการเลือกขนาดระบบผลิตไฟฟ้า ระบบผลิตไฟฟ้าที่ศึกษาได้แก่ ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล/แบตเตอรี/อินเวอร์เตอร์ ระบบแผงเซลแสงอาทิตย์/เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล/แบตเตอรี/อินเวอร์เตอร์ และระบบแผงเซลแสงอาทิตย์/แบตเตอรี/อินเวอร์เตอร์ ทำการประมาณลักษณะภาระไฟฟ้าของหมู่บ้านจากสมมติฐานความต้องการไฟฟ้าของหมู่บ้าน ซึ่งลักษณะภาระไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบตามสัดส่วนภาระไฟฟ้าส่องสว่างต่อภาระไฟฟ้าทั้งหมด ได้แก่ สัดส่วนภาระไฟฟ้าส่องสว่างฯ 31.59% 50% 80% และ100% ทำการวิเคราะห์ขนาดระบบผลิตไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ กรณีพื้นฐานและกรณีมีการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าของลักษณะภาระไฟฟ้าที่มีสัดส่วนภาระไฟฟ้าส่องสว่างฯ ค่าต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรม Homer Pro รวมถึงวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน ตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ที่สำคัญคือ มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนตลอดอายุโครงการ และต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อมีการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า โดยพิจารณาเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 20 วัตต์ เป็นหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 7 วัตต์ ทำให้ความต้องการไฟฟ้าโดยรวมของหมู่บ้านลดลงประมาณ 20-65 % กล่าวคือ ยิ่งภาระไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นหลอดส่องสว่าง เมื่อมีการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าจะทำให้ความต้องการไฟฟ้าโดยรวมลดลง

ได้มาก การจัดการด้านความต้องการไฟฟ้ายังทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนลดลง สังเกตได้จากมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนตลอดอายุโครงการของระบบประเภทต่าง ๆ ลดลง 15-44% รวมถึงลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยลง ขนาดอุปกรณ์ในระบบส่วนใหญ่เล็กลง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง 13-48 % และในบางกรณีทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมที่ประกอบด้วยแผงเซลแสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล มีสัดส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้น การจัดการด้านความต้องการไฟฟ้ายังส่งเสริมให้ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบผสมมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน และต้นทุนการผลิตไฟฟ้าใกล้เคียงกับระบบที่มีเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ซึ่งทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมมีความน่าสนใจในการลงทุนมากขึ้น

นอกจากนี้งานวิจัยได้ศึกษากรณีศึกษาจริงในหมู่บ้านม้ง ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งยังไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากส่วนกลาง มีการออกพื้นที่สำรวจความต้องการพลังงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาประมาณลักษณะภาระไฟฟ้าโดยรวมของหมู่บ้าน ลักษณะภาระไฟฟ้าที่เป็นไปได้มี 2 ลักษณะคือ ลักษณะภาระไฟฟ้าแบบเป็นช่วงและลักษณะภาระไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง จากการวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกับกรณีหมู่บ้านตัวอย่างพบว่า การจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าทำให้ความต้องการไฟฟ้าโดยรวมลดลง ขนาดของอุปกรณ์ส่วนใหญ่ในระบบลดลง มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุนตลอดอายุโครงการลดลง และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลง ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับกรณีหมู่บ้านตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะภาระไฟฟ้ามีผลต่อประเภทระบบผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม กล่าวคือ กรณีลักษณะภาระไฟฟ้าแบบเป็นช่วง ระบบผลิตไฟฟ้าที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่ำสุดคือระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ส่วนกรณีลักษณะภาระไฟฟ้าแบบต่อเนื่องนั้น ระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่ำสุดคือ ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมที่ประกอบด้วยแผงเซลแสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

แม้ว่าในบางกรณีที่ศึกษา พบว่าระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยต่ำสุดจะเป็นระบบที่ไม่ได้ใช้แผงเซลแสงอาทิตย์ แต่การจัดการด้านความต้องการไฟฟ้าก็ทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบที่มีแผงเซลแสงอาทิตย์ลดลงอย่างมาก คาดว่าในอนาคตระบบดังกล่าวอาจมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น หากอุปกรณ์ เช่น แบตเตอรี แผงเซลแสงอาทิตย์มีราคาลดลง และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

Thesis Title	Effect of Demand Side Management in Rural Household on Electric Generation System Sizing	
Author	Miss Narumon Kanoksing	
M.Eng.	Energy Engineering	
Examining Committee	Assoc. Prof. Dr. Worawit Tayati	Chairman
	Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat	Member
	Asst. Prof. Dr. Suttichai Premrudeepreechacharn	Member

ABSTRACT

This thesis concerns with an investigation into the effects of demand side management in rural household on electric generation system sizing. Four electric generation systems were considered; diesel, diesel/battery/inverter, PV/diesel/battery/inverter and PV/battery/inverter. The overall household daily load profile of a sample village is estimated using the demand factor of electric appliance. Four typical load profiles were categorized according to their lighting load fraction; 31.59%, 50%, 80% and 100% of total daily load. For each load profile with and without demand side management, called base case and DSM case, the optimized system could be determined by using the Hybrid Optimization Model for Electric Renewables Program (Homer). For economic analysis, the life cycle net present cost (NPC) and the cost of energy (COE) for each system are determined.

The results have shown that demand side management (DSM), by replacing the 20 Watt fluorescent lamps with the 7 Watt compact fluorescent lamps, has effected positively. It could be seen that DSM can reduce daily load demand by about 20-60% depend on lighting load fraction, reduce the system's net present cost by about 15-44% and also reduce the cost of energy. Moreover, demand side management has resulted in reduction of the annual fuel consumption by

about 13-48%. DSM may improve the renewable energy fraction of a hybrid PV/diesel system. In addition, DSM has encouraged the feasibility of using the hybrid PV/diesel/batter/inverter system and the PV/battery/inverter system for rural electrification as their life cycle costs are lowered to nearly the same order as those of the diesel or diesel/battery/inverter system.

Besides the study on the sample village case, the work also involves the case study at Ban Mong village which is not yet electrified. There are two possible daily load profiles of the village which were estimated using data obtained from interviewing the villagers; the discontinuous load profile and the continuous load profile (or 24-hour load profile). By carrying out the similar analytic methodology of the sample village case, effects of demand side management on the daily load demand, NPC, system's size and fuel consumption are the same as those of the sample case. It should be noted that an optimized system type for both base case and DSM case is the same and depends significantly on the load profile. For the continuous load profile, the least cost system is the hybrid PV/diesel/battery/inverter system. And for the discontinuous load profile, the least cost system is the diesel generator system.

Though in some cases studied, the system with PV is not the optimized system, but DSM remarkably reduces it's life cycle cost. In the future, the hybrid system will be more attractive as the price of PV and battery decrease while the fuel price increases.