

การจำลองแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ คุณภาพชีวิตที่เหมาะสมในพื้นที่ห่างไกล

Modeling Appropriate Solar Home System Operations for Optimal Quality of Life in Remote Areas

พิมพันธ์ เอี่ยมสมบูรณ์¹ นิพนธ์ ตั้งธรรม² สิริกร กาญจนสุนทร³ และ สุรัตน์ บัวเลิศ⁴
Pimnapat Iemsomboon¹ Nipon Tangtham² Sirikorn Kanjanasuntorn³ and Surat Bualert⁴

ABSTRACT

This article presents the results of modeling appropriate solar home system (SHS) operations for optimal quality of life (QOL) in a remote area by using qualitative, quantitative, and operations research methodologies. Mae Salong Nai sub-district, Chaing Rai province, where there is no electricity service using transmission lines was selected for this study. Evaluation was administered using the analytic hierarchy process (AHP) and goal programming (GP) techniques. The results showed that the appropriate SHS operations that met the optimal QOL for a remote area consisted of four 10-watt fluorescent lamps and a 21-inch television. The minimal capital investment cost for the SHS using 240 watt was about 58,952 baht to provide a satisfactory livelihood with a high environmental index. Thus, the SHS maintenance system should be developed by motivating community participation together with government organization for continuous monitoring and evaluation.

Keywords: solar home system, quality of life, optimization technique

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอผลการศึกษการจำลอง
แบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ
คุณภาพชีวิตที่เหมาะสมในพื้นที่ห่างไกล โดยใช้

ระเบียบวิธีวิจัยทั้งเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ และการ
วิจัยดำเนินงาน เพื่อศึกษาในพื้นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ด้วย
วิธีการปิกเสภาพดสายในตำบลแม่สลองใน อำเภอ
แม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย วิเคราะห์คำตอบด้วย
กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และเทคนิค

¹ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Thanyabure, Pathum Thani 12110, Thailand.

² ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

³ สาขาพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Social Development Program, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

⁴ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

College of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

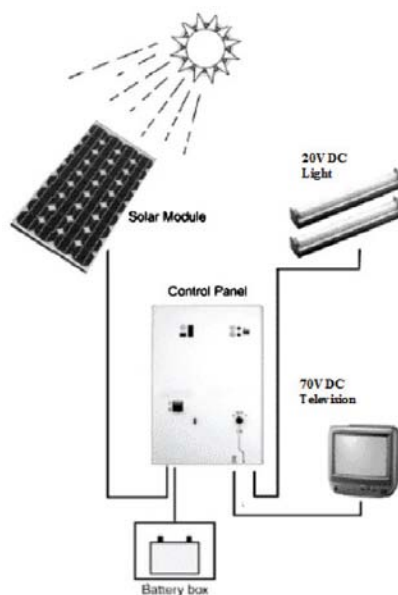
โปรแกรมเป้าหมาย ผลการวิจัย พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับคุณภาพชีวิตที่เหมาะสม คือ การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 4 หลอด และโทรทัศน์สี ขนาด 21 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง มีค่าลงทุนติดตั้ง SHS ขนาด 240 วัตต์ เริ่มต้นที่ 58,952 บาท ด้วยเงื่อนไขความพึงพอใจระดับมากที่สุดจนถึงแฉก่ล่้อม ทั้งนี้ ควรพัฒนาศักยภาพด้านการดูแลรักษา SHS ที่เหมาะสมกับบริบทชุมชน รวมถึงกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการพัฒนาของภาคประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยภาครัฐจะต้องมีการติดตามตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: คุณภาพชีวิต ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เทคนิคการหาค่าความเหมาะสม

บทนำ

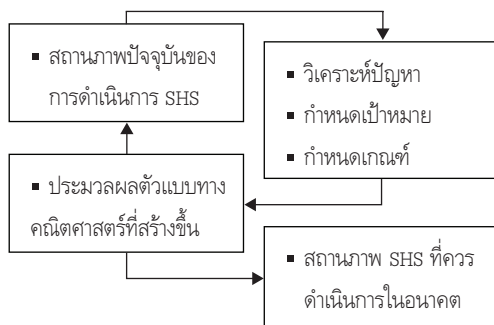
การจัดการด้านสาธารณูปโภคอันรวมถึงการมีไฟฟ้าใช้ ซึ่งบางพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีไฟฟ้าใช้จากการดำเนินการโดยวิธีปกติ ด้วยเหตุผลด้านการลงทุนและเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ จึงเป็นเหตุผลให้ภาครัฐเข้ามาดำเนินการให้กับประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว โดยระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System: SHS) เป็นระบบที่ถูกเลือกให้ดำเนินการเนื่องจากเป็นระบบที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อมลพิษและปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ซึ่งรัฐบาลโดยกระทรวงมหาดไทยได้มอบหมายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นผู้ดำเนินการโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดย SHS จำนวน 203,000 ครั้วเรือน ใน 73 จังหวัด ทั่วประเทศ มีโหลดของ SHS ประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ 10 วัตต์ จำนวน 2 หลอด และโทรทัศน์สี 14 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง (ภาพที่ 1) มีค่าลงทุนติดตั้ง SHS เริ่มต้นที่ 23,100 บาท จากผลการติดตามความสำเร็จภายหลังการดำเนินโครงการ พบว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าจาก SHS ความพึงพอใจต่อการใช้ไฟฟ้า

จาก SHS ในทุกด้านระดับปานกลาง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 2550) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ประยุกต์ใช้แนวความคิดการสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าความเหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขหรือจำกัดของระบบพลังงานทดแทนประเทศต่างๆ พบว่าส่วนใหญ่เน้นศึกษาความเหมาะสมทางด้านเทคโนโลยีและด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบผสมผสาน (Diaf, Notton, Belhamel, & Haddadi, 2008, pp. 968–987) ศึกษาแบบจำลองการวางแผนด้านพลังงานและต้นทุนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Hamidreza, 2009, pp. 4339–4346) และศึกษาการวางแผนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในพื้นที่ชนบทที่เหมาะสม (Silva & Nakata, 2009, pp. 3096–3108) เป็นต้น ซึ่งพบว่ายังขาดการศึกษาด้านคุณภาพชีวิตที่เหมาะสมของชุมชนผู้ใช้ประโยชน์จากระบบพลังงานทดแทน อันเป็นเป้าหมายหลักของการพัฒนาอย่างแท้จริง



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบ SHS สำหรับบ้านพักอาศัย
ที่มา: ดัดแปลงจาก Purohit (2009, p. 1016)

ดังนั้น การศึกษาแบบจำลองคุณภาพชีวิตของชุมชนในพื้นที่ห่างไกลเพื่อพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแสวงหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการ SHS โดยเริ่มจากศึกษาสถานภาพปัจจุบันของการดำเนินการ SHS เปรียบเทียบกับกรณีที่ยังไม่มีการดำเนินการ SHS ศึกษาคุณภาพชีวิตที่ชุมชนคาดหวังในอนาคต เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประเมินและหาตัวชี้วัดด้านการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคการหาค่าความเหมาะสม (Optimization Technique) สำหรับการพัฒนา SHS ด้วยการหาค่าตัวแปรตัดสินใจด้านคุณภาพชีวิต เพื่อการพัฒนา SHS แบบบูรณาการ ภายใต้การกำหนดขอบข่ายและข้อจำกัด (constraints) ต่างๆ ที่มีผล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ การวิจัยเชิงปริมาณ และการวิจัยดำเนินการดังนี้

กระบวนการวิจัย

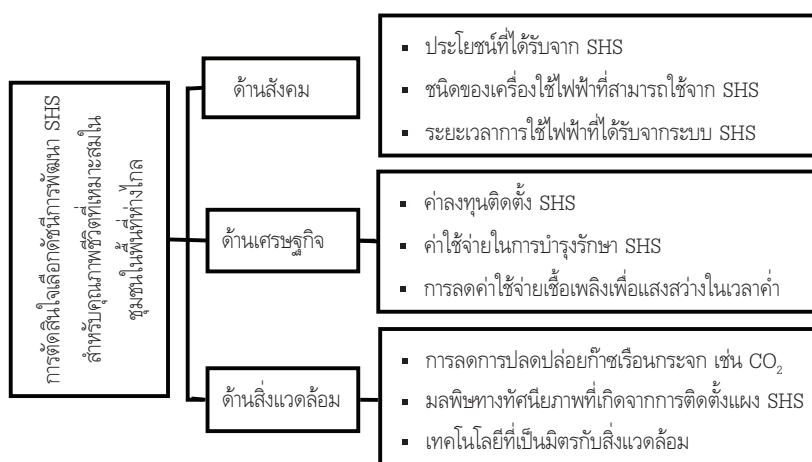
ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1. ขั้นตอนการศึกษาสถานภาพของการดำเนินการ SHS ในพื้นที่ห่างไกล เก็บข้อมูลโดยการ

สำรวจสถานภาพเบื้องต้นของการดำเนินการ SHS และสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (in-depth interview) เกี่ยวกับตัวชี้วัดเพื่อการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมกับตัวแทนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants)

2. ขั้นตอนการประเมินคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ใช้ไฟฟ้าจาก SHS โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอน 1 มาประกอบ การออกแบบสัมภาษณ์ ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความเที่ยงตรง (validity) ตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง นำไปทดลองใช้กับครัวเรือนที่ไม่ใช่พื้นที่ศึกษา เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีการครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่น (reliability) รวมของแบบสัมภาษณ์ เท่ากับ 0.802 โดยโครงสร้างแบบสัมภาษณ์ที่สำคัญประกอบด้วย 1) คุณภาพชีวิตของชุมชนก่อนการติดตั้ง SHS ภายหลังการติดตั้ง SHS และความต้องการได้รับการพัฒนาคุณภาพชีวิตในอนาคต โดยกำหนดให้ค่าตัวแปรในการศึกษาความพึงพอใจและ/หรือความต้องการพัฒนา คือ มาก = 3, ปานกลาง = 2, น้อย = 1 และนำมากำหนดช่วง (range) คะแนนเพื่อบ่งบอกระดับความพึงพอใจและ/หรือระดับความต้องการพัฒนาเป็น 3 ระดับ คือ มาก มีช่วงคะแนน = 2.34 – 3, ปานกลาง มีช่วงคะแนน = 1.67 – 2.33, น้อย มีช่วงคะแนน = 1.00 – 1.66 และ 2) การเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของดัชนีคุณภาพชีวิตและตัวชี้วัดการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมโดยการเปรียบเทียบที่ละคู่

3. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองฯ สำหรับวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดกรอบมโนทัศน์การจำลองแบบการตัดสินใจเลือกดัชนีการพัฒนา SHS สำหรับคุณภาพชีวิตที่เหมาะสมในชุมชนพื้นที่ห่างไกล (ภาพที่ 3) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ตัวแทนผู้ให้ข้อมูลสำคัญในขั้นตอนที่ 1 และนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของดัชนีการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมในลำดับต่อไป 2) นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างมากำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์



ภาพที่ 3 กรอบโมเดลการจำลองแบบการตัดสินใจเลือกดัชนีการพัฒนา SHS สำหรับคุณภาพชีวิตที่เหมาะสมในชุมชนพื้นที่ห่างไกล

(objective function) และสมการเงื่อนไข (subjective function) ในเป้าหมายการดำเนินการ SHS เพื่อสร้างตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายหรือ Goal Programming (GP) ในการศึกษา (สุเมศวร, 2549, หน้า 13) โดยได้กำหนดน้ำหนัก (weight) และจัดลำดับความสำคัญ (priority) ของวัตถุประสงค์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์หรือ Analytic Hierarchy Process (AHP) ที่พัฒนาขึ้นโดยซาตี (Saaty, 1990, pp. 9–26) ซึ่งสามารถเขียนตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของ GP ได้ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\min Z_k = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m P_k (W_{ik}^+ d_i^+ + W_{ik}^- d_i^-) \quad (1)$$

สมการเงื่อนไข

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (2)$$

$$\text{โดย } x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \text{ และ } i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

เมื่อ Z_k คือ ค่าของตัวแปรวัตถุประสงค์การ

ดำเนินการ SHS สำหรับคุณภาพชีวิตที่เหมาะสมที่มีความเบี่ยงเบน, P_k คือ ลำดับความสำคัญของเป้าหมายที่ k , W_{ik}^+ คือ ค่าน้ำหนักสำหรับตัวแปรเบี่ยงเบน d_i^+ ในลำดับความสำคัญที่ k , W_{ik}^- คือ ค่าน้ำหนักสำหรับตัวแปรเบี่ยงเบน d_i^- ในลำดับความสำคัญที่ k , d_i^+ คือ ตัวแปรเบี่ยงเบนในทิศทางสูงกว่าของเงื่อนไขที่ i , d_i^- คือ ตัวแปรเบี่ยงเบนในทิศทางต่ำกว่าของเงื่อนไขที่ i , a_{ij} คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจในเงื่อนไขที่ i , x_j คือ หน่วยของกิจกรรมต่างๆ ในการดำเนินการ SHS, b_i คือ ปริมาณของปัจจัยการดำเนินงาน SHS ที่ i ที่มีอย่างจำกัดและข้อจำกัดต่างๆ

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็น 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ที่กำหนดขนาดตัวอย่างของผู้ให้ข้อมูลสำคัญจากผู้ที่มีความรู้ต่อ SHS และ/หรือเข้าใจถึงคุณภาพชีวิตและความต้องการพัฒนา SHS ของชุมชนในอนาคດจำนวน 17 คน ประกอบด้วย นักวิชาการด้านไฟฟ้า

และนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 คน เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) แม่สลองใน จำนวน 3 คน และตัวแทนหรือแกนนำหมู่บ้านที่ได้รับการติดตั้ง SHS จำนวน 12 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการสัมภาษณ์เชิงปริมาณ ได้คำนวณหาครัวเรือนตัวอย่างที่เหมาะสมด้วยสูตรของ Yamane (1973, p. 276) ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เท่ากับ 97 ครัวเรือน และได้ทำการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) เพื่อหาจำนวนประชากรที่ต้องการสุ่มในแต่ละหมู่บ้านที่ได้รับการติดตั้ง SHS และในแต่ละชั้นภูมิได้ทำการสุ่มตัวอย่างแบบสัดส่วน (proportional stratified random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับจาก SHS การพัฒนา SHS ที่เหมาะสม และข้อเสนอแนะในอนาคต

2. แบบสัมภาษณ์เชิงปริมาณเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของชุมชน และการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญด้านคุณภาพชีวิตและดัชนีการพัฒนา SHS ที่เหมาะสม

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยลงพื้นที่เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับ SHS ความหมายและตัวชี้วัดคุณภาพชีวิตแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) เพื่อหาค่าความเหมาะสม และวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

2. ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงลึกทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา (descriptive statistics) และการวิเคราะห์เนื้อหา

3. ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครัวเรือนตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนา วิเคราะห์ค่าตอบการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อคุณภาพชีวิตด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ ค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยคุณภาพชีวิตและปัจจัยการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมด้วยวิธี AHP ประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบ GP เพื่อหาผลลัพธ์การพัฒนา SHS ที่เหมาะสม และการวิเคราะห์เนื้อหา

4. การหาแบบจำลองฯ มีขั้นตอนดังนี้ 1) สังเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาคสนามมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธี AHP และ GP ในการแก้ปัญหาการพัฒนา SHS ที่เหมาะสม 2) นำค่าจัดลำดับความสำคัญ (priority) ของปัจจัยรองดัชนีเพื่อการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมมาเป็นสัมประสิทธิ์ในสมการเป้าหมายแบบ Preemptive ที่เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ละเอียดเป้าหมาย (อัญชลี, 2547, หน้า 22) และ 3) ประมวลผลตัวแบบเพื่อหาผลเฉลยการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมโดยใช้คำสั่ง solver ในโปรแกรม Microsoft Excel

ผลการวิจัย

สถานภาพพื้นที่ศึกษาและการดำเนินการ SHS ในพื้นที่ห่างไกล

ทุกหมู่บ้านที่เลือกศึกษามีความเหมือนกันในด้านเชื้อชาติ สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม กล่าวคือประชากรตัวอย่างทั้งหมดเป็นชาวเขาเผ่าอาข่า ให้ความสำคัญกับผู้นำทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ มีวิถีการดำรงชีวิตที่เรียบง่ายพึ่งพาระบบนิเวศท้องถิ่น พบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมกายภาพน้อย มีการตั้งถิ่นฐานอยู่ตามไหล่เขาในเขตป่าสงวนเสื่อมโทรม ไม่มีไฟฟ้าใช้จากการดำเนินการด้วยวิธีปกติ ได้รับการติดตั้ง SHS จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคระหว่างปี พ.ศ. 2548-2549 จำนวน 127 ครัวเรือน

การประเมินคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ใช้ไฟฟ้าจาก SHS มีผลการวิจัยดังนี้

1. ก่อนการติดตั้ง SHS พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารจากผู้นำหมู่บ้าน สัปดาห์ละครั้ง ได้รับความบันเทิงจากการฟังวิทยุ มีค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่างประมาณ 220 บาทต่อเดือน คือ ซื้อเทียนไข เดือนละ 120 บาท และซื้อน้ำมันก๊าด เดือนละ 100 บาท ดังนั้น การติดตั้ง SHS จะช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับการซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่างครัวเรือนละ 2,640 บาท/ปี หรือ 13,200 บาท/5 ปี

2. ภายหลังการติดตั้ง SHS พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดมีความเป็นอยู่ในการดำรงชีวิตดีขึ้น และได้ดูแล SHS โดยการเติมน้ำกลั่นในแบตเตอรี่ ราคาขวดละ 10 บาท จำนวน 1 ขวด/เดือน ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อการดูแล SHS ครัวเรือนละ 600 บาท/5 ปี ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการจัดเก็บค่าใช้จ่ายเดือนละ 50 บาท เพื่อค่าบำรุงรักษา SHS ให้ อบต. ส่งผลให้ SHS ส่วนใหญ่ยังคงใช้งานได้ดีระดับน้อย เมื่อพิจารณาความพึงพอใจด้านการใช้ประโยชน์จาก SHS ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 2 หลอด พบว่า มีความพึงพอใจระดับน้อย ($\bar{X}=1.73$) และ โทรทัศน์สี 14 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.09$) ส่วนด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า มีความพึงพอใจระดับปานกลางต่อมลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้ง SHS ($\bar{X}=2.28$) มีความพึงพอใจระดับมากต่อการช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($\bar{X}=2.44$) และ SHS เป็นเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}=2.59$)

3. ความต้องการพัฒนา SHS ในอนาคตเพื่อการมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ ต้องการเพิ่มขนาดโทรทัศน์เป็น 21 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง เพื่อการรับรู้ข้อมูลข่าวสารวันละ 4 ชั่วโมง รองลงมา ต้องการเพิ่มจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ เป็น 4 หลอด เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างและความสะดวกสบายในยามค่ำ

วันละ 5 ชั่วโมง โดยต้องการให้รัฐบาลเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด แต่หากต้องมีการจัดเก็บค่าใช้จ่ายเพื่อการพัฒนา SHS ในอนาคต กลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าควรจัดเก็บครัวเรือนละ 800 บาท

4. การเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อคุณภาพชีวิต พบว่า ก่อนการติดตั้ง SHS ผู้ให้สัมภาษณ์มีความพึงพอใจต่อคุณภาพชีวิตในภาพรวม ระดับปานกลาง โดยมีความพึงพอใจระดับมากด้านสิ่งแวดล้อม ระดับปานกลางด้านเศรษฐกิจ และระดับน้อยด้านสังคม ภายหลังการติดตั้ง SHS พบว่า มีความพึงพอใจระดับมากต่อคุณภาพชีวิตในภาพรวมที่ได้รับจากการใช้ไฟฟ้าจาก SHS โดยมีความพึงพอใจระดับมากด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคม ส่วนด้านเศรษฐกิจมีความพึงพอใจระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาถึงความต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตในอนาคต พบว่า มีความต้องการพัฒนาในภาพรวมระดับปานกลาง โดยมีความต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตระดับมากด้านสังคม ระดับปานกลางด้านเศรษฐกิจ และระดับน้อยด้านสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

5. การเปรียบเทียบค่าลำดับความสำคัญคุณภาพชีวิตและดัชนีการพัฒนา SHS เหมาะสมเป็นรายกลุ่ม มีผลการคำนวณด้วยวิธี AHP พบว่า กลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์จำนวน 97 ครัวเรือน ให้ค่าลำดับความสำคัญในปัจจัยหลักด้านสังคมมากที่สุด รองลงมา ด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในปัจจัยรองที่ให้ความสำคัญจากมากไปน้อย ได้แก่ ปัจจัยด้านสังคม พบค่าน้ำหนักความสำคัญ ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้รับจาก SHS ระยะเวลาการใช้ไฟฟ้าที่ได้รับจาก SHS และชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้จาก SHS ตามลำดับ สำหรับปัจจัยด้านเศรษฐกิจ พบว่า ค่าลงทุนติดตั้ง SHS คือดัชนีที่ให้ความสำคัญมากที่สุด รองลงมาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา SHS และการลดค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่าง ตามลำดับ ส่วนปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือดัชนีที่ให้ความสำคัญมากที่สุด รองลงมา คือ เทคโนโลยีที่

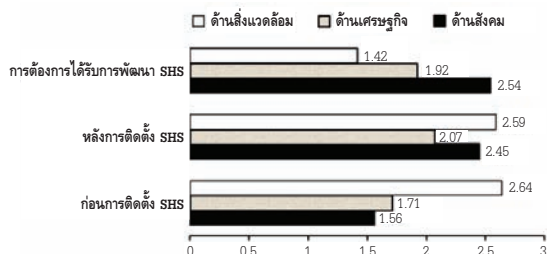
เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้งแผง SHS ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งเมื่อทำการคำนวณค่าความสอดคล้องของเหตุผล (ศึกษาวิธีการคำนวณเพิ่มเติมได้จาก สุเมศวร (2549 หน้า 12-13)) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลการตัดสินใจที่วัดได้ พบว่า มีค่าตอบที่ถูกต้อง กล่าวคือ ค่าความสอดคล้องของเหตุผล ($C.R.) \leq 0.05$ ถือที่ยอมรับได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านสังคม ประกอบด้วย

เป้าหมายด้านสังคม กำหนดให้ P_1 : แทนเป้าหมายที่ 1 ประโยชน์ที่ได้รับจาก SHS ให้ P_2 : แทนเป้าหมายที่ 2 ระยะเวลาการใช้ไฟฟ้าที่ได้รับจาก SHS และ P_3 : แทนเป้าหมายที่ 3 ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้จาก SHS

การเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อคุณภาพชีวิตของชุมชน (ระดับความพึงพอใจ)



โดยที่ มีรายละเอียดการแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้คือ

ต่ำกว่า 1.00 ไม่มีความพึงพอใจ/ไม่ต้องการพัฒนาใดๆ ต่อดัชนีคุณภาพชีวิต
 1.00-1.66 มีความพึงพอใจ/ความต้องการพัฒนาต่อดัชนีคุณภาพชีวิตระดับน้อย
 1.67-2.33 มีความพึงพอใจ/ความต้องการพัฒนาต่อดัชนีคุณภาพชีวิตระดับปานกลาง
 2.34-3.00 มีความพึงพอใจ/ความต้องการพัฒนาต่อดัชนีคุณภาพชีวิตระดับมาก

ภาพที่ 4 กราฟการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพชีวิตของชุมชน

ตารางที่ 1 ค่าลำดับความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยหลักและปัจจัยรองเพื่อการพัฒนา SHS

ปัจจัยหลัก	น้ำหนักความสำคัญ	ปัจจัยรอง	น้ำหนักความสำคัญ
Z_1 : ด้านสังคม	0.4698	P_1 : ประโยชน์ที่ได้รับจาก SHS	0.5032
		P_2 : ระยะเวลาการใช้ไฟฟ้าที่ได้รับจาก SHS	0.2536
		P_3 : ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้จาก SHS	0.2432
			1.0000
Z_2 : ด้านเศรษฐกิจ	0.3881	P_4 : ค่าลงทุนติดตั้ง SHS เริ่มต้น	0.6352
		P_5 : ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา SHS	0.2425
		P_6 : การลดค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่าง	0.1223
			1.0000
Z_3 : ด้านสิ่งแวดล้อม	0.1421	P_7 : การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	0.5306
		P_8 : เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0.2882
		P_9 : มลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้ง SHS	0.1812
			1.0000

หมายเหตุ: เมื่อ Z คือ ค่าลำดับความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์การดำเนินการ SHS

P คือ ค่าลำดับความสำคัญของแต่ละเป้าหมายการดำเนินการ SHS

ตารางที่ 2 การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลในปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

ค่าแสดงความสอดคล้อง	ความสอดคล้อง ของข้อมูลปัจจัยหลัก	ความสอดคล้องของข้อมูลปัจจัยรอง		
		ด้านสังคม	ด้านเศรษฐกิจ	ด้านสิ่งแวดล้อม
ค่า $\lambda_{\max}$	3.0013	3.0032	3.0569	3.0511
ค่าความสอดคล้องของเหตุผล (C.R.)	0.0014	0.0028	0.0490	0.0440
ค่าดัชนีความสอดคล้องข้อมูล (C.I.)	0.0008	0.0016	0.0284	0.0255
ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงกลุ่ม (R.I.)	0.58	0.58	0.58	0.58

ตัวแปรการตัดสินใจด้านสังคม กำหนดให้ X_1 :
 แทนชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทแสงสว่าง และ
 X_2 : แทนชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้ความ
 บันทึงและ/หรือข้อมูลข่าวสาร

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ด้านสังคม

$$\min Z_1 = 0.5032d^- + 0.2536d_2^+ + 0.2432d_3^+ \quad (4)$$

ฟังก์ชันข้อจำกัดด้านสังคม ปัจจุบันและ
 อนาคต ได้แก่

1) ประโยชน์การใช้ไฟฟ้าจาก SHS ควรมี
 ความพึงพอใจรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 6

(ปัจจุบัน: ความพึงพอใจต่อการใช้หลอด
 ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 2 หลอด มีค่า
 $\bar{X} = 1.73$ และโทรทัศน์สี 14 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง มี
 ค่า $\bar{X} = 2.09$)

$$\text{ปัจจุบัน: } 1.73X_1 + 2.09X_2 + d_1^- - d_1^+ \geq 6 \quad (5)$$

(อนาคต: ความพึงพอใจต่อการใช้หลอด
 ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 4 หลอด มีค่า
 $\bar{X} = 3$ และโทรทัศน์สี 21 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง มีค่า
 $\bar{X} = 3$)

$$\text{อนาคต: } 3X_1 + 3X_2 + d_1^- - d_1^+ \geq 6 \quad (6)$$

2) ระยะเวลาการใช้ไฟฟ้าของครัวเรือนควร
 น้อยกว่าหรือเท่ากับประสิทธิภาพการผลิตกระแส
 ไฟฟ้าของ SHS คือ 5 ชั่วโมงต่อวัน

(ปัจจุบัน: ครัวเรือนมีเวลาการใช้ไฟฟ้าจาก
 หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 2 หลอด
 วันละ 3 ชั่วโมง และโทรทัศน์สี 14 นิ้ว จำนวน 1
 เครื่อง วันละ 2 ชั่วโมง)

$$\text{ปัจจุบัน: } 3X_1 + 2X_2 + d_2^- - d_2^+ \leq 5 \quad (7)$$

(อนาคต: ครัวเรือนมีระยะเวลาการใช้ไฟฟ้า
 จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 4
 หลอด วันละ 5 ชั่วโมง และโทรทัศน์สี 21 นิ้ว จำนวน
 1 เครื่อง วันละ 4 ชั่วโมง)

$$\text{อนาคต: } 5X_1 + 4X_2 + d_2^- - d_2^+ \leq 5 \quad (8)$$

3) กำลังวัตต์รวมที่ครัวเรือนสามารถใช้
 ไฟฟ้าจาก SHS ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังวัตต์
 ของขนาดแผงที่ติดตั้ง

(ปัจจุบัน: เท่ากับ 120 วัตต์ และมีการใช้ไฟฟ้า
 จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 2
 หลอด และโทรทัศน์สี 14 นิ้ว ขนาด 70 วัตต์ จำนวน
 1 เครื่อง)

$$\text{ปัจจุบัน: } 20X_1 + 70X_2 + d_3^- - d_3^+ \leq 120 \quad (9)$$

(อนาคต: เท่ากับ 240 วัตต์ โดยกำหนดให้
 มากกว่าขนาดของแผง SHS ที่ควรติดตั้งในอนาคต
 ทั้งนี้ได้คำนึงถึงการมีพลังงานสำรองไว้ใช้ในกรณีที่
 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า

ได้ เช่น เวลาที่ฝนตกหรือไม่มีแสงอาทิตย์ และเพื่อประโยชน์ในด้านการคำนวณรายจ่ายค่าลงทุนเริ่มต้นเพื่อการติดตั้ง SHS ทั้งนี้พบว่า คริวเรือนมีความต้องการใช้ไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 4 หลอด และโทรทัศน์สี 21 นิ้ว ขนาด 110 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง)

$$\text{อนาคต: } 40X_1 + 110X_2 + d_3^- - d_3^+ \leq 240 \quad (10)$$

$$\text{ตัวแปร } X_1, X_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+ \geq 0 \quad (11)$$

2. ด้านเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย

เป้าหมายด้านเศรษฐศาสตร์ กำหนดให้ P_4 :

แทนเป้าหมายที่ 4 ค่าลงทุนติดตั้ง SHS เริ่มต้น P_5 : แทนเป้าหมายที่ 5 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา SHS และ P_6 : แทนเป้าหมายที่ 6 การลดค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่าง

ตัวแปรการตัดสินใจด้านเศรษฐศาสตร์ กำหนดให้ C_1 : แทนรายจ่ายของรัฐและชาวบ้านเพื่อการดำเนินการ SHS ระยะเวลา 5 ปี และ C_2 : แทนรายรับของชาวบ้านที่ได้รับจากการดำเนินการ SHS ระยะเวลา 5 ปี

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐศาสตร์

$$\min Z_2 = 0.6352d_4^+ + 0.2425d_5^+ + 0.1223d_6^+ \quad (12)$$

ฟังก์ชันข้อจำกัดด้านเศรษฐศาสตร์ ปัจจุบันและอนาคต ได้แก่

1) รายจ่ายค่าลงทุนเริ่มต้นเพื่อการติดตั้ง SHS ขนาด 120 วัตต์ ในปัจจุบันเท่ากับ 23,100 บาท รายจ่ายค่าลงทุนเริ่มต้นเพื่อการติดตั้ง SHS ขนาด 240 วัตต์ ในอนาคตเท่ากับ 46,200 บาท

$$\text{ปัจจุบัน: } C_1 + d_4^- - d_4^+ = 23,100 \quad (13)$$

$$\text{อนาคต: } C_1 + d_4^- - d_4^+ = 46,200 \quad (14)$$

2) รายจ่ายค่าดำเนินงาน SHS ระยะเวลา 5 ปี (กรณีที่ 1 ไม่จ่ายค่าบำรุงให้ อบต. เดือนละ 50 บาท) ปัจจุบันเท่ากับ 10,500 บาท และอนาคต เท่ากับ 34,200 บาท โดยคำนวณจากรายจ่ายค่าติดตั้ง SHS (C_1) ปัจจุบัน เท่ากับ 23,100 บาท อนาคต เท่ากับ 46,200 บาท, รายรับจากการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่าง (C_2) ปัจจุบันและอนาคต เท่ากับ 13,200 บาท และรายจ่ายค่าบำรุงรักษา SHS (C_3) ปัจจุบัน เท่ากับ 600 บาท อนาคต เท่ากับ 1,200 บาท

ปัจจุบัน:

$$C_1 + C_3 - C_2 + d_4^- - d_4^+ + d_5^- - d_5^+ + d_6^- - d_6^+ = 10,500 \quad (15)$$

อนาคต:

$$C_1 + C_3 - C_2 + d_4^- - d_4^+ + d_5^- - d_5^+ + d_6^- - d_6^+ = 34,200 \quad (16)$$

3) รายจ่ายค่าดำเนินงาน SHS ระยะเวลา 5 ปี (กรณีที่ 2 จ่ายค่าบำรุงให้ อบต. เดือนละ 50 บาท) ปัจจุบันเท่ากับ 13,500 บาท และอนาคต เท่ากับ 37,200 บาท โดยคำนวณจากรายจ่ายค่าติดตั้ง SHS (C_1) ปัจจุบัน เท่ากับ 23,100 บาท อนาคต เท่ากับ 46,200 บาท, รายรับจากการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงเพื่อแสงสว่าง (C_2) ปัจจุบันและอนาคต เท่ากับ 13,200 บาท และรายจ่ายค่าบำรุงรักษา SHS (C_3) ปัจจุบัน เท่ากับ 3,600 บาท อนาคต เท่ากับ 4,200 บาท

ปัจจุบัน:

$$C_1 + C_3 - C_2 + d_4^- - d_4^+ + d_5^- - d_5^+ + d_6^- - d_6^+ = 13,500 \quad (17)$$

อนาคต:

$$C_1 + C_3 - C_2 + d_4^- - d_4^+ + d_5^- - d_5^+ + d_6^- - d_6^+ = 37,200 \quad (18)$$

ตัวแปร

$$C_1, C_2, C_3, d_4^-, d_4^+, d_5^-, d_5^+, d_6^-, d_6^+ \geq 0 \quad (19)$$

3. ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

เป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม กำหนดให้ P_7 : แทนเป้าหมายที่ 7 การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก P_8 : แทนเป้าหมายที่ 8 เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ P_9 : แทนเป้าหมายที่ 9 มลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้ง SHS

ตัวแปรการตัดสินใจด้านสิ่งแวดล้อม กำหนดให้ S_1 : แทนความพึงพอใจต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก S_2 : แทนความพึงพอใจต่อความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ S_3 : แทนมลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้ง SHS

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม

$$\min Z_3 = 0.5306d_7 + 0.2882d_8 + 0.1812d_9 \quad (20)$$

ฟังก์ชันข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันและอนาคต ได้แก่ ความพึงพอใจด้านสิ่งแวดล้อมต่อการติดตั้ง SHS มีผลรวมในทุกด้านมากกว่าหรือเท่ากับ 7.31 (ปัจจุบัน: ความพึงพอใจต่อการช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีค่า $\bar{X}=2.44$ SHS เป็น

มิตรกับสิ่งแวดล้อม มีค่า $\bar{X}=2.59$ และมลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้ง SHS มีค่า $\bar{X}=2.28$)

ปัจจุบันและอนาคต:

$$S_1 + S_2 + S_3 + d_7^- - d_7^+ + d_8^- - d_8^+ + d_9^- - d_9^+ \geq 7.31 \quad (21)$$

ตัวแปร

$$S_1, S_2, S_3, d_7^-, d_7^+, d_8^-, d_8^+, d_9^-, d_9^+ \geq 0 \quad (22)$$

คำตอบจากการประมวลผล ด้วยตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่ (4)-(23) ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าผลลัพธ์ที่ได้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด กล่าวคือ เป็นผลลัพธ์ที่ดีเพียงพอสำหรับการดำเนินการ SHS ในปัจจุบันและอนาคต

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. การพัฒนาระบบ SHS สำหรับคุณภาพชีวิตที่เหมาะสมในปัจจุบัน พบว่า 1) ด้านสังคม ควรติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์จำนวน 6

ตารางที่ 3 แนวทางการดำเนินงาน SHS ที่เหมาะสมในปัจจุบันและอนาคต

ตัวแปรในการตัดสินใจดำเนินการระบบ SHS		การดำเนินงาน SHS ที่เหมาะสมในปัจจุบัน		การดำเนินงาน SHS ที่เหมาะสมในอนาคต
		ผลลัพธ์ที่คำนวณได้	ผลลัพธ์ที่มีอยู่จริง	ผลลัพธ์ที่คำนวณได้
ด้านสังคม	X_1 : หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์	6 (หลอด)	2 (หลอด)	4 (หลอด)
	X_2 : โทรทัศน์สีขนาด 14 นิ้ว	1 (เครื่อง)	1 (เครื่อง)	-
	X_2 : โทรทัศน์สีขนาด 21 นิ้ว	-	-	1 (เครื่อง)
ด้านเศรษฐศาสตร์	C_1 : รายจ่ายเริ่มต้นเพื่อดำเนินการ SHS ที่รัฐและชาวบ้านจะต้องร่วมจ่าย	23,100 (บาท)	23,100 (บาท)	46,200 (บาท)
	C_2 : รายรับเริ่มต้นที่ชาวบ้านได้รับจากใช้ไฟฟ้าจาก SHS	0 (บาท)	2,640 (บาท)	0 (บาท)
ด้านสิ่งแวดล้อม	S_1 : ความพึงพอใจต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	3 (ระดับมาก)	2.44 (ระดับมาก)	3 (ระดับมาก)
	S_2 : ความพึงพอใจต่อความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	3 (ระดับมาก)	2.59 (ระดับมาก)	3 (ระดับมาก)
	S_3 : ความพึงพอใจต่อมลพิษทางทัศนียภาพที่เกิดจากการติดตั้ง SHS	1.31 (ระดับน้อย)	2.28 (ระดับปานกลาง)	1.31 (ระดับน้อย)

หลอด ในขณะที่ปัจจุบันมีเพียง 2 หลอดเท่านั้น โดยที่โทรทัศน์สี ขนาด 14 นิ้ว ควรมีจำนวนเท่าเดิมคือ 1 เครื่อง 2) ด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ รายจ่ายค่าดำเนินการ SHS ที่รัฐและชาวบ้านต้องร่วมจ่าย คือ 23,100 บาท ในขณะที่ปัจจุบัน พบว่า ภาครัฐเป็นผู้ออกค่าติดตั้ง SHS แต่เพียงผู้เดียว ส่วนรายรับที่ชาวบ้านควรได้รับจากใช้ไฟฟ้าจาก SHS ยังไม่ควรคำนึงถึง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Mondal and Klein (2011, p. 20) ที่พบว่า การใช้ไฟฟ้าจาก SHS แทบไม่ก่อให้เกิดอาชีพหรือการทำงานใดๆ เพื่อการเพิ่มรายได้ และ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า มีค่าความพึงพอใจระดับมากในด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และด้านความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์การดำเนินการในปัจจุบัน ในขณะที่ด้านมลพิษทางทัศนียภาพมีความพึงพอใจระดับน้อย ซึ่งแตกต่างจากผลการคำนวณด้วยโปรแกรมเป้าหมาย ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐควรส่งเสริมความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องด้านการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มระดับความพึงพอใจตามผลลัพธ์ที่คำนวณได้

2. แนวทางการพัฒนาระบบ SHS สำหรับคุณภาพชีวิตเหมาะสมในอนาคต พบว่า 1) ด้านสังคม ควรติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 10 วัตต์ 4 หลอด โดยที่สามารถดูโทรทัศน์สี ขนาด 21 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง 2) ด้านเศรษฐกิจ พบว่า รายจ่ายเพื่อการลงทุนติดตั้ง SHS เริ่มต้นที่รัฐควรสนับสนุนค่าใช้จ่าย เป็นเงิน 45,400 บาท ร่วมกับชาวบ้านมีความเต็มใจที่จะจ่าย (willingness to pay) จำนวน 800 บาท หรือเมื่อพิจารณาในกรณี ปรับค่าเงินตามเวลา 5 ปี ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 5 ต่อปี รัฐควรต้องสนับสนุนเงินทุนเริ่มต้นดำเนินการ จำนวน 58,952 บาท และ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ควรมีค่าความพึงพอใจระดับมากด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและด้านความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ส่วนด้านมลพิษทางทัศนียภาพ ควรมีค่าความพึงพอใจระดับน้อย โดยในเบื้องต้นชาวบ้านหรือผู้ดำเนินการไม่ควรคำนึงถึง

รายรับที่จะได้รับจากการใช้ไฟฟ้าจาก SHS ดังที่ Mondal and Klein (2011, p.1) ได้ศึกษาการใช้ไฟฟ้าจาก SHS ที่พบว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าจาก SHS จะได้รับประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม เช่น ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำมันก๊าด ช่วยลดการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม และช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เป็นต้น

สรุป

การจำลองแบบคุณภาพชีวิตของชุมชนในพื้นที่ห่างไกลเพื่อพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม เป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมนำมาพิจารณาพร้อมกับปัจจัยด้านราคาค่าติดตั้ง SHS ด้วยความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเพิ่มโอกาสความเท่าเทียมกันในด้านการมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นอันเนื่องมาจากการมีไฟฟ้าใช้ ดังเช่น การพัฒนา SHS ที่เหมาะสมบนพื้นฐานความต้องการด้านคุณภาพชีวิตของชุมชนเพื่อการมีไฟฟ้าใช้จาก SHS ขนาด 240 วัตต์ มีต้นทุนค่าติดตั้ง SHS ประมาณ 58,952 บาท เมื่อประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณการปลดปล่อย CO₂ ของ จีนด์ และคณะ (2552, หน้า 36) พบว่า SHS ขนาด 240 วัตต์ สามารถช่วยลดการปลดปล่อย CO₂ ได้ถึง 1.325 ตันคาร์บอนต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้างดกล่าวด้วยเชื้อเพลิงชนิดอื่นในประเทศไทย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้เป็นคำตอบเฉพาะที่ เฉพาะแห่ง และเฉพาะระยะเวลาที่ศึกษา ดังนั้น การประยุกต์ใช้ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบริบททางสังคม ลักษณะภูมิประเทศ และช่วงเวลาที่นำไปใช้ด้วย
2. กระทรวงมหาดไทย ควรเพิ่มความต่อเนื่องในนโยบายการส่งเสริมการใช้ไฟฟ้า SHS ที่

ยั่งยืนไปสู่ อบต. โดยมอบหมายให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นพี่เลี้ยงในระยะเริ่มแรกหรือจนกว่า อบต. จะสามารถดำเนินการดูแลรักษา SHS เองได้ อันจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำพาให้ชุมชนมีการจัดการพลังงานไฟฟ้าจาก SHS ได้อย่างยั่งยืน

3. ควรเน้นการพัฒนาแนวนิเวศ (Eco-development) ควบคู่กับการพัฒนา SHS ที่เหมาะสมแบบยั่งยืน กล่าวคือ เป็นการผสมผสานเป้าหมายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมร่วมกับเป้าหมายการจัดการสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ประจำปีงบประมาณ 2552

เอกสารอ้างอิง

จินต์ พันธุ์ชัย ธีรการย์ วงศ์ทองเหลือ นราทิพย์ ณระนอง พสุพร สมบูรณ์ชนสาร อริศรา พรหมังมาส และรุธิร์ พนมยงค์. (2552). การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการรีไซเคิลของอุตสาหกรรมขวดแก้ว กรณีศึกษาบริษัทบางกอกกล๊าส จำกัด. *วารสารบริหารธุรกิจ*, 122(32), 32–44.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์. (2550). *การประเมินผลโครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์*. (รายงานฉบับสมบูรณ์), นนทบุรี.

สุเมศวร จันทะ. (2549). *การประยุกต์ใช้กระบวนการ AHP และ Goal Programming เพื่อพยากรณ์การตั้งข้อวัตรอุปกรณในงานอุตสาหกรรมและการ*

เลือกผู้จัดหาสินค้าที่เหมาะสม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

อัญชลี ทองกำเนิด. (2547). *การใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายในการจัดสรรสายบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Diaf S., Notton, G., Belhamel M., Haddadi M., & Haddadi A. (2008). Design and techno-economical optimization for hybrid PV/wind system under various meteorological conditions. *Applied Energy*, 10(85), 968–987.

Hamidreza, M. (2009). A multi-period optimization model for energy planning with CO₂ emission consideration. *Energy Procedia*, 1(1), 4339–4346.

Mondal, A. H., & Klein, D. (2011). Impacts of solar home systems on social development in rural Bangladesh. *Energy for Sustainable Development*, 1(15), 17–20.

Purohit, P. (2009). CO₂ emissions mitigation potential of solar home systems under clean development mechanism in India. *Energy* 8(34), 1014–1023.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 1(48), 9–26.

Silva, D., & Nakata, T. (2009). Multi-objective assessment of rural electrification in remote areas with poverty considerations. *Energy Policy*, 8(37), 3096–3108.

Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis*, Singapore: Harper International Edition.

TRANSLATED THAI REFERENCES

- Chanta, S. (2006). *Application of AHP and goal programming to forecast industrial equipment for purchasing and identify supplier* (Unpublished master's thesis). King Mongkut's Institute of Technology North, Bangkok. [in Thai]
- Panchaiyo J., Wongthonglua N., Naranong N., Somboontanasan P., Ponmingmas I., & Panomyong S. (2009). Evaluation of carbon dioxide emissions in industrial processes, recycling of glass bottles, a case study of Bangkok Glass Industry Company Limited. *Journal of Business Administration*, 122(32), 32–44. [in Thai]
- Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, (2007). *Evaluation of electrical service acceleration project by solar home system: SHS*. (Project Final Report), Nonthaburi. [in Thai]
- Tonggumnead, U. (2004). *Using goal programming in human resource allocation of Rajamangala institute of technology Pathumthani campus* (Unpublished master's thesis). Kasetsart University, Bangkok. [in Thai]