อภินันทนาการ

สัญญาเลขที่ R2557B080

สำนักหอสมุด

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยี
ที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย

Application Tool Development for Energy Potential Analysis and
Technology Selection Suited with RE in Target Area

คณะผู้วิจัย สังกัดวิทยาลัยพลังงานทดแทน

1. ดร.สุขฤดี สุขใจ
2. ดร.ธวัช สุริวงษ์
3. นายวิสุทธิ์ แช่มสะอาด
4. นายไพฑูรย์ เหล่าดี
5. นางสาวปาณิสรา จันทร์แจ้ง

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 14 มิ.ย. 2558
เลขทะเบียน 1639708
เลขเรียกหนังสือ

ว TS
163.13
ส451
2557

สนับสนุนโดยงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือ (โปรแกรม) สำหรับวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทนและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย โดยผู้วิจัยเลือกใช้ Microsoft Visual Basic เป็นภาษาในการพัฒนาโปรแกรม ข้อมูลศักยภาพพลังงาน ชนิด และราคาของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน ถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลด้วยเทคนิค Data Warehouse การทำงานของโปรแกรมจะมีการประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน จากแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพในพื้นที่เป้าหมาย พร้อมทั้งประเมินค่าความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ผลการพัฒนาพบว่า เครื่องมือนี้สามารถวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมายได้ และนำมาใช้ช่วยในการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมายใดๆ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และรวดเร็ว โดยเครื่องมือดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนในชุมชนต่างๆ ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ : เครื่องมือวิเคราะห์ ศักยภาพพลังงานทดแทน เทคโนโลยีที่เหมาะสม พลังงานชุมชน

ABSTRACT

This paper presents a tool for renewable energy (RE) potential analysis and appropriate technology selection for the target area. Microsoft Visual Basic is used to develop the computer program. The database of RE potentiality, type and cost of RE technologies are managed by data warehouse technique. The program is able to evaluate the energy efficiency of RE system from each of potential RE sources in the target area. It is also able to evaluate economics parameters. The developed results can be found that the tool is relevance for analyzing of the RE potential in any target area and it can be used as a decision support system for RE technology selection accurately and fast. This tool is useful for RE development for any community in Thailand efficiently and sustainably.

Keywords: Analytical Tool, Renewable Energy Potential, Appropriate Technology, Community Energy

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2557 มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณอย่างยิ่งที่มหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีนโยบายในการสนับสนุนให้บุคคลากรทำการวิจัยอย่างต่อเนื่องและจริงจัง และขอขอบคุณ คุณยอดธง เม่นสิน ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือทั้งในส่วนของการออกแบบโปรแกรมและจัดทำรูปเล่มรายงาน รวมทั้งขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่วิทยาลัยพลังงานทดแทนที่มีส่วนช่วยเหลือทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2557

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... a

ABSTRACT ..... b

1. บทนำ 1

- ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย 1
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
- ขอบเขตโครงการวิจัย 2
- ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย 2
- แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย 3
- วิธีดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลองเก็บข้อมูล 3
- ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

- ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ 4
- โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก 5
- ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย 6
- โรงไฟฟ้าชุมชน 8
- การประเมินประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ 10
- การประเมินประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้า 11
- การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเตาแก๊สชีวมวล 12
- การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก 13
- การวิเคราะห์การลงทุนผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสม 13
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

3. วิธีดำเนินการการวิจัย 23

4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล 28

- การนำโปรแกรมไปใช้งานด้านการผลิตไฟฟ้า 28
- การนำโปรแกรมไปใช้งานด้านพลังงานความร้อน 36

5. สรุปผลการวิจัย 48

บรรณานุกรม 50

ภาคผนวก 51

- บทความเผยแพร่งานวิจัย (Journal & Proceeding)
- คู่มือการใช้งานโปรแกรมฯ

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542)..... 4
2.2 องค์ประกอบของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก..... 5
3.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านไฟฟ้า..... 25
3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านความร้อน..... 26
4.1 หน้าหลักของโปรแกรมฯ..... 28
4.2 หน้าจอหลักการนำเข้าข้อมูลของพื้นที่เป้าหมายที่มีความต้องการใช้งานโปรแกรม..... 29
4.3 แสดงข้อมูลศักยภาพของ ต.แก่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก..... 30
4.4 ลำดับเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมาย..... 30
4.5 ตัวอย่างผลการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของ ต.ตาชี อ.ยะหา จ.ยะลา..... 32
4.6 ผลการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของ ต.เมืองบัว อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด..... 33
4.7 ผลการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของ ต.เทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่..... 34
4.8 กราฟสมการเชิงเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์และค่าต้นทุนการผลิตพลังงาน..... 35
ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์
4.9 แสดงหน้าหลักของเทคโนโลยีด้านความร้อนที่ต้องการใช้งาน..... 36
4.10 แสดงชนิดของเทคโนโลยีด้านความร้อนที่โปรแกรมมีไว้ให้เลือกใช้งาน..... 36
4.11 แสดงฟอร์มการรับเข้าข้อมูลเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์..... 37
4.12 แสดงการนำเข้าข้อมูลประเภทผลไม้ คือ กล้วย จำนวน 80 กิโลกรัม..... 38
4.13 แสดงผลลัพธ์การคำนวณของการอบกล้วยจำนวน 80 กิโลกรัม..... 38
4.14 แสดงผลลัพธ์การคำนวณของการอบกล้วยจำนวน 150 กิโลกรัม..... 39
4.15 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์..... 40
4.16 แสดงผลลัพธ์การคำนวณเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องการใช้งาน..... 40
4.17 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลบ่อแก๊สชีวภาพ..... 41
4.18 แสดงผลลัพธ์ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้จากสัตว์เลี้ยงในพื้นที่เป้าหมาย..... 42
4.19 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์..... 43
4.20 แสดงจำนวนเวลาที่ใช้ในการประกอบอาหารของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์..... 44
4.21 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเครื่องสกัดสารกำจัดศัตรูพืชพลังงานแสงอาทิตย์..... 44
4.22 แสดงผลลัพธ์โปรแกรมของเครื่องสกัดสารกำจัดศัตรูพืชพลังงานแสงอาทิตย์..... 45
4.23 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์..... 46
4.24 แสดงผลลัพธ์ของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์..... 46

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.25 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเตาแก๊สชีวมวล..... 47
4.26 แสดงรายละเอียดของเตาแก๊สชีวมวล..... 48

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงรายละเอียดพื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี 2551 และ 2552..... 6
(หน่วย: พันไร่ / พันตัน)
2.2 แสดงศักยภาพชีวมวลเชิงพื้นที่ของประเทศไทยปี 2552..... 7
3.1 แสดงรายละเอียดการนำเข้าข้อมูลของเทคโนโลยีด้านความร้อน..... 24

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยทุกภาคส่วนยังคงต้องประสบปัญหาทางด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นทุกปีเนื่องจากการเติบโตของเศรษฐกิจ และประชากรในประเทศ ไม่ว่าจะเป็นน้ำมัน ไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิง สำหรับพลังงานความร้อนที่ใช้ในครัวเรือนหรือในภาคอุตสาหกรรม ล้วนต้องได้รับการพัฒนาในเรื่องของการใช้งาน การจัดการ และการจัดหา การเข้าถึงแหล่งพลังงานอย่างถูกต้อง เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน และขณะเดียวกันก็ยังคงต้องการการพัฒนาเพื่อจัดหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ ไว้รองรับกับความต้องการในอนาคตด้วย

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย จากข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค [1] พบว่าประเทศไทยยังมีพื้นที่ที่ควรมีไฟฟ้าใช้แต่ยังไม่มีอยู่ที่ประมาณร้อยละหนึ่ง โดยพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นพื้นที่ห่างไกลไม่คุ้มค่ากับการลงทุนสายส่งไฟฟ้า ดังนั้นในแง่ของการจัดการพลังงาน การจัดตั้งโรงไฟฟ้าในพื้นที่ท้องถิ่นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความน่าสนใจ โดยในอดีตการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้เคยลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (โซล่าเซลล์) ที่เป็นระบบแบบไม่เชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Stand Alone) ไปยังท้องถิ่นในพื้นที่ห่างไกล แต่ในปัจจุบันระบบดังกล่าวบางระบบไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง แต่ทั้งนี้ได้ส่งผลให้เกิดประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างจิตสำนึก การสร้างการเรียนรู้ รวมถึงการมีส่วนร่วมในด้านการจัดหาพลังงานของประชาชนในท้องถิ่น

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นฐานด้านเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงมีผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ไบโอดีเซล และเอทานอล รวมถึงเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และขยะที่มีศักยภาพสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีศักยภาพจากพลังงานตามธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 18.2 $MJ/m^2/day$ และบางแหล่งมีศักยภาพพลังงานลมที่พอเพียง จึงทำให้ประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานทดแทนอยู่ในระดับดีมาก [2] และปัจจุบันยังนำมาใช้งานได้อย่างไม่เต็มศักยภาพ ดังนั้นจึงยังมีโอกาสที่จะส่งเสริมพลังงานทดแทนกลายเป็นพลังงานที่มีส่วนร่วมในการสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศได้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงขาดเครื่องมือที่จะช่วยพิจารณาศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่ หรือตัดสินใจในการเลือกใช้พลังงานทดแทนที่มีอยู่ในพื้นที่ให้เกิดความเหมาะสมกับเทคโนโลยี ดังนั้นหากมีเครื่องมือดังกล่าวจะช่วยให้ประเทศไทยเกิดความยั่งยืนทางด้านพลังงานเนื่องจากในพื้นที่ท้องถิ่นสามารถผลิต และใช้พลังงานได้เองอย่างเป็นรูปธรรม และสามารถนำไปสู่การสร้างชุมชนที่ก่อให้เกิดเครือข่าย (Net Work) ในการผลิตไฟฟ้าป้อนเข้าสู่สายส่งได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี เครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในพื้นที่ รวมถึงการจัดการพลังงานชุมชน ซึ่ง

พลังงาน เทคโนโลยี และรูปแบบของการจัดการมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะทางสังคม และภูมิประเทศ เพื่อนำไปสู่การผลิต และการใช้พลังงานในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน แต่ในปัจจุบันในการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนนั้น จะมาจากการกระตุ้นโดยภาครัฐเป็นส่วนใหญ่ ถึงแม้ว่าประชาชนในพื้นที่ต้องการใช้งานพลังงานทดแทนก็ยังไม่สามารถตัดสินใจหรือเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากยังคงต้องรอเชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถทางด้านพลังงานทดแทนที่มีอยู่อย่างจำกัดไปช่วยวิเคราะห์ ออกแบบ ดำเนินการจัดหาเทคโนโลยี โดยประชาชนหรือผู้นำท้องถิ่นไม่สามารถตัดสินใจ และจัดการได้ด้วยตนเอง เนื่องจากยังขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และขาดเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ จึงเป็นเรื่องที่มีความท้าทายอย่างยิ่ง ที่จะทำให้ประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมด้านพลังงานตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือกใน 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564) [2] สำหรับงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น เพื่อนำไปสู่การจัดหา จัดการ และการอนุรักษ์พลังงานที่ดี จึงเห็นความสำคัญของการพัฒนาเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน และเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของประชาชนในพื้นที่ที่จะเลือกใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลของเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพลังงานทดแทน
2. เพื่อสร้างเครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทน และเลือกเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศักยภาพของแหล่งพลังงานทดแทน ในงานวิจัยนี้ไม่รวมถึงพลังงานนิวเคลียร์
2. เทคโนโลยีที่ศึกษาและเก็บรวบรวมในงานวิจัยนี้ มีเฉพาะเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ท้องถิ่น

ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลประเมินศักยภาพพลังงาน และเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย โดยในการศึกษาจะเป็นการศึกษาศักยภาพพลังงานแต่ละชนิด (พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล และพลังงานลม เป็นต้น) รวมถึงเทคโนโลยีพลังงานในการผลิตไฟฟ้าและความร้อน จัดทำฐานข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเครื่องมือสำหรับเลือกพลังงาน รวมถึงเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับศักยภาพของแหล่งพลังงานในพื้นที่ชุมชนนั้นๆ ตัวอย่างเช่น *ชุมชนเข้มแข็ง* มีพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งค่อนข้างมากแต่ไม่ทราบว่าจะใช้เทคโนโลยีอะไรที่มีความเหมาะสม ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้จะช่วยบอกได้ว่า *ชุมชนเข้มแข็ง* มีความเหมาะสมที่จะใช้เทคโนโลยีอะไรในการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ดังจะเห็นได้ว่าการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพจาก

ข้อมูลแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับชุมชน จะก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน การใช้พลังงานอย่างมีส่วนร่วม และสามารถช่วยให้การจัดการด้านพลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

เมื่อได้ผลงานวิจัยเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยมีแผนในการเผยแพร่ผลการวิจัยสู่สาธารณชนดังนี้

1. นำเสนอผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการในระดับประเทศ หรือในต่างประเทศ
2. นำเสนอผลงานวิจัยแก่ผู้นำท้องถิ่นเพื่อนำไปสู่การใช้งานเครื่องมือดังกล่าว

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
2. ศึกษา และรวมรวมข้อมูลศักยภาพพลังงานทดแทน รายละเอียดของเทคโนโลยีแต่ละชนิด
3. ออกแบบฐานข้อมูลแหล่งพลังงาน และเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
4. วิเคราะห์ และออกแบบโปรแกรมที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งพลังงานทดแทน และเลือกเทคโนโลยี โดยมีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่ต้องพิจารณาในกระบวนการเลือกเทคโนโลยี
5. จัดทำฐานข้อมูลของแหล่งพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพในท้องถิ่น และจัดทำฐานข้อมูลในส่วนของเทคโนโลยีพลังงานทดแทน โดยใช้เทคนิค Data Warehouse
6. สร้างโปรแกรม (เครื่องมือ) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับชุมชน โดยใช้ Visual Basic เป็นภาษาในการพัฒนาโปรแกรม
7. ทดสอบการใช้งานเครื่องมือ และฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด
8. วิเคราะห์ และประเมินเครื่องมือที่ได้ออกแบบแล้ว
9. จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องมือ
10. สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงาน
11. เขียนบทความจากผลการวิจัยเพื่อนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ

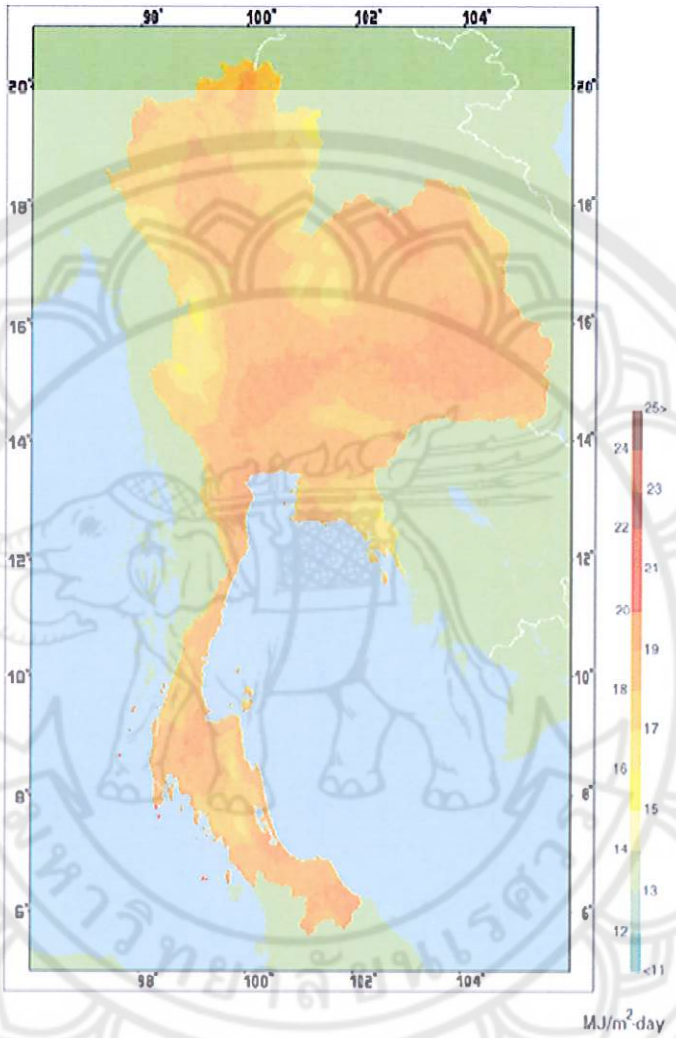
ผลสำเร็จ และความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องมือ (โปรแกรม) สำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นพร้อมคู่มือการใช้งานที่สามารถใช้งานได้โดยง่าย
2. ได้ผลงานวิจัยสำหรับการนำเสนอในงานประชุมวิชาการในระดับประเทศ หรือต่างประเทศ 1 ฉบับ ผลสำเร็จตามเป้าประสงค์ (G)
3. สามารถใช้เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนในระดับปริญญาโท ปริญญาเอก สาขาพลังงานทดแทน และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 2.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542)

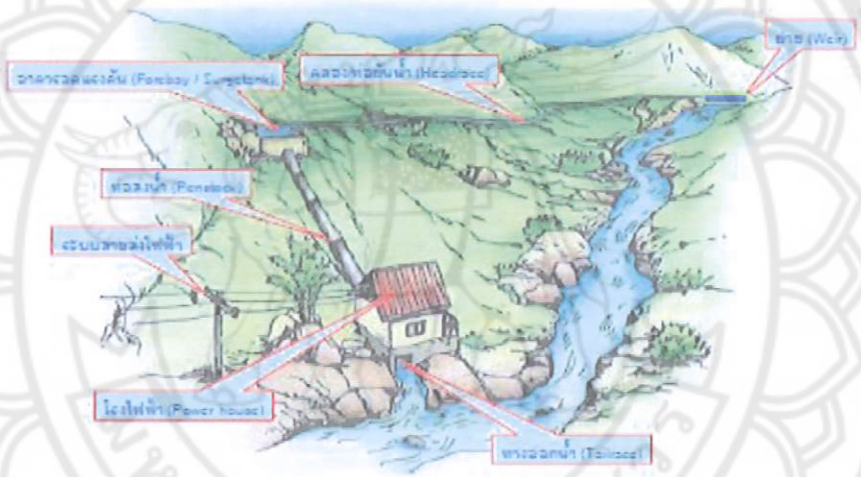
จากรูปที่ 2.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ. 2542) โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศ ได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 - 24 MJ/m^2 -day

เมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปี พบว่าบริเวณที่ได้รับรังสีอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท

อยุธยา และลพบุรี โดยได้รับรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 - 20 MJ/m^2-day พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า 50.2% ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ในช่วง 18 - 19 MJ/m^2 -day จากการคำนวณรังสีอาทิตย์รวมรายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2 MJ/m^2 –day ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์โดยรวมยังไม่เต็มศักยภาพที่มีอยู่

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จะก่อสร้างฝายทดน้ำหรือเขื่อนขนาดเล็ก กั้นลำน้ำ และผันน้ำจากเขื่อนหรือฝายดังกล่าวด้วยระบบส่งน้ำไปยังโรงไฟฟ้า แรงดันน้ำซึ่งไหลมาตามท่อจะไปหมุนเครื่องกังหันน้ำซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตกระแสไฟฟ้าจ่ายแบบแยกจ่ายอิสระ (Isolate / Off Grid) หรือแบบขนานจ่าย เข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (Parallel / On Grid) ซึ่งมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 200 – 6,000 กิโลวัตต์



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

โดยกำลังการผลิตติดตั้งของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จะขึ้นอยู่กับตัวแปรทางธรรมชาติ คือ ความสูงหัวน้ำ และอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งจะเป็นคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละสถานที่นั้นๆ ถ้าสถานที่ที่ถูกคัดเลือกเป็นลำน้ำใกล้ภูเขา ซึ่งท้องน้ำมีความลาดชันมาก อัตราการไหลของน้ำในลำน้ำส่วนมากจะมีปริมาณน้อยแต่จะไหลตลอดทั้งปี และสามารถพัฒนาให้มีความสูงของหัวน้ำได้มากกว่า ดังนั้นฝายน้ำล้นสำหรับทดน้ำเข้าระบบส่งน้ำ (Run of River) เป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมกว่า เพราะทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกกว่า แต่ถ้าหากสถานที่ที่เลือกอยู่ห่างจากภูเขา ซึ่งท้องน้ำมีความลาดชันน้อย อัตราการไหลของน้ำจะมีมาก แต่มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถกำหนดให้มีความสูงของหัวน้ำได้มาก และการไหลจะไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ดังนั้นเขื่อนที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กจะมีความเหมาะสม เพราะสามารถได้ความสูงของหัวน้ำเพิ่มขึ้น และสามารถใช้น้ำจากที่เก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง

โครงสร้างของฝายทดน้ำ หรือเขื่อนขนาดเล็กจะมีลักษณะเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก มีการออกแบบอย่างเหมาะสม มีความแข็งแรงถาวร สร้างกั้นลำน้ำเพื่อผันน้ำและควบคุมระดับน้ำที่เข้าสู่อาคารรับ

น้ำบริเวณส่วนปากท่อ ออกแบบให้สามารถรองรับการไหลของน้ำหลากในฤดูฝนได้อย่างปลอดภัย น้ำส่วนที่มากเกินจะล้นไปทางสันฝาย ลงสู่ลำน้ำเดิมทางท้ายฝายต่อไป

ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

ประเทศไทยนับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชากรมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย กากใย และทะลายปาล์ม เป็นต้น

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ ชีวมวลนับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร และของเสียจากชุมชน

ปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผัน และขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดพื้นที่ปลูกผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี 2551 และ 2552 (หน่วย: พันไร่ / พันตัน)

	2551		2552	
ชนิด	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต
อ้อย	6,588	73,502	6,023	66,816
ข้าว	66,772	31,651	68,519	31,508
ข้าวโพด	6,518	4,249	6,905	4,616
ปาล์มน้ำมัน	2,885	9,271	3,189	8,162
มันสำปะหลัง	7,397	25,156	8,584	30,088
ไม้ยางพารา	11,372	3,166	11,600	3,090

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร www.aoe.go.th

สำหรับศักยภาพของการผลิตชีวมวลในประเทศไทยจะประเมินจากผลคูณของปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลนั้นๆ กับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณชีวมวล

ตารางที่ 2.2 แสดงศักยภาพชีวมวลเชิงพื้นที่ของประเทศไทยปี 2552

ชนิด	ผลผลิต (ตัน)	ชีวมวล	ปริมาณชีวมวลเหลือใช้ (ตัน)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน (TJ)	(ktoe)
อ้อย	66,816,446	ชานอ้อย	4,190,794.31	14.40	60,347.44	1,428.54
		ยอดและใบ	13,439,727.21	17.39	233,716.86	5,532.52
ข้าว	31,508,364	แกลบ	3,510,598.90	14.27	50,096.25	1,185.87
		ฟางข้าว	25,646,547.96	10.24	262,620.65	6,216.73
ถั่วเหลือง	190,480	ต้น/เปลือก/ใบ	170,383.17	19.44	3,312.35	78.41
ข้าวโพด	4,616,119	ซัง	584,539.15	18.04	10,545.09	249.62
		ลำต้น	2,758,777.36	18.04	49,768.34	1,178.11
ปาล์มน้ำมัน	8,162,379	ทะลายเปล่า	1,024,868.34	17.86	18,304.15	433.29
		ใย	162,970.06	17.62	2,871.53	67.97
		กะลา	38,959.04	18.46	719.18	17.02
		ก้าน	2,203,740	9.83	21,824.24	516.62
มันสำปะหลัง	30,088,025	ลำต้น	2,439,236.19	18.42	44,930.73	1,063.60
		เหง้า	1,834,466.88	18.42	33,790.88	799.89
มะพร้าว	1,380,980	ก้าน	628990.82	15.40	9686.46	229.30
		กาบ	464250.95	16.23	7534.79	178.36
		กะลา	128936.58	17.93	2311.83	54.73
ไม้ยางพารา	3,090,280	กิ่ง/ก้าน	312,118.28	14.98	4,675.53	110.68
รวม	**145,853,073**		**59,539,905.20**		**504,339.40**	**11,938.67**

เครื่องมือ และกลไกในการวางแผนพลังงานชุมชน

กระบวนการในการวางแผนทั่วๆ ไปก็คือ ต้องรู้ปัจจุบัน มองเห็นอนาคต และรู้ว่ามีทางเลือกอะไรบ้างที่จะทำให้ไม่เดินไปสู่อนาคตที่ไม่ต้องการ การวางแผนพลังงานจึงต้องการเครื่องมือและกลไกที่จะทำให้เกิดแนวทางเลือกอื่นๆ ซึ่งการวางแผนพลังงานชุมชน จะนำเอาเครื่องมือและกลไกที่สำคัญๆ มาประยุกต์ใช้งานดังนี้

สถานภาพพลังงาน (Energy Status) เป็นการศึกษารวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงานของท้องถิ่น ซึ่งประกอบด้วย

- การบริโภคพลังงานของภาคส่วนต่างๆ เช่น บ้านเรือน สถานประกอบการ และสถานที่ราชการ เป็นต้น
- ราคาค่าพลังงาน
- แหล่งผลิตพลังงานในท้องถิ่นนั้นๆ และศักยภาพของแหล่งพลังงานทดแทน
- ข้อมูลทั่วไปของท้องถิ่นนั้นๆ ด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม

สมดุลพลังงาน (Energy Balance) เป็นเครื่องมือที่ใช้อธิบายภาพรวมของการบริโภคพลังงานในท้องถิ่น ที่แสดงถึงการใช้พลังงานประเภทต่างๆ กับอุปกรณ์เครื่องใช้และกิจกรรมอะไรบ้าง และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานนั้นๆ ในด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร โดยอาศัยข้อมูลจากสถานภาพพลังงานเพื่อใช้วิเคราะห์หาทางเลือกหรือรูปแบบในการปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานให้ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

เทคโนโลยีพลังงานยั่งยืน (Sustainable Energy Technology) จากหลักการแห่งเทคโนโลยีพลังงานยั่งยืน (Sustainable Energy Technology) กล่าวคือ

- สะอาด เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่รบกวนสมดุลของระบบนิเวศ
- ทดแทนได้ใหม่ ใช้เชื้อเพลิงและวัตถุดิบที่สามารถจัดการหมุนเวียนผลิตและใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดไป
- พอดี กับความต้องการใช้งาน ศักยภาพแหล่งทรัพยากร และการเรียนรู้เพื่อการจัดการแบบพึ่งพาตนเองของท้องถิ่น บนฐานการคิดแบบเศรษฐกิจพอเพียง
- ประสิทธิภาพสูง ประหยัดทั้งทรัพยากร แรงงาน และค่าใช้จ่าย
- ง่าย เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน ชุมชนสามารถจัดการเองได้

ความพร้อมของชุมชน (Community)

ชุมชนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการวางแผนพลังงานชุมชน ดังนั้นชุมชนต้องมีความพร้อมที่จะเข้าร่วมในการวางแผนและดำเนินงานตามแผน ผู้เข้าร่วมวางแผนในระดับชุมชนจึงควรประกอบด้วยสมาชิกในชุมชน ผู้นำทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ กลุ่มแม่บ้าน และกลุ่มผู้ประกอบการในท้องถิ่นนั้นๆ นอกจากนั้น องค์กรบริหารส่วนตำบล ข้าราชการในท้องถิ่น และผู้มีอำนาจที่จะสนับสนุนการดำเนินงานของท้องถิ่นก็ควรจะได้มีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนนี้

โรงไฟฟ้าชุมชน [1]

โรงไฟฟ้าชุมชนเป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีศักยภาพในท้องถิ่น เช่น พลังงานลม น้ำ แสงอาทิตย์ หรือชีวมวล เป็นแหล่งพลังงานโดยมีชุมชนเป็นผู้บริหารจัดการโรงไฟฟ้าซึ่งควรจะอยู่ในรูปแบบสหกรณ์หรือวิสาหกิจชุมชน

โรงไฟฟ้าชุมชนสามารถแยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. โรงไฟฟ้าชุมชนที่ตั้งขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้าให้แก่ประชาชนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ มีทำเลที่ตั้งอยู่ในถิ่นทุรกันดาร ระบบสายส่งเข้าไปไม่ถึง และไม่คุ้มค่ากับการติดตั้งระบบสายส่งเข้าสู่พื้นที่ การผลิตไฟฟ้าของชุมชนจะเป็นแบบไม่เชื่อมต่อเข้ากับระบบสายส่ง ที่เรียกว่า Stand Alone เพื่อผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในชุมชนเท่านั้น ขนาดของโรงไฟฟ้าจะพิจารณาจากจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าภายในชุมชน

2. โรงไฟฟ้าชุมชนที่ตั้งขึ้นในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าใช้อยู่แล้ว แต่ยังมีทรัพยากรที่มีศักยภาพที่สามารถจะผลิตไฟฟ้าได้ เป็นการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด ไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเชื่อมต่อแบบ Grid connect กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง รายได้จากการขายไฟฟ้าจะนำมาพัฒนาชุมชน และสำรองไว้บำรุงรักษาระบบ โดยเน้นให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ ขนาดของโรงไฟฟ้าจะพิจารณาเต็มศักยภาพของแหล่งพลังงานที่มีในพื้นที่

ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงต่อการพัฒนาโรงไฟฟ้าชุมชน ได้แก่

1. ศักยภาพของแหล่งพลังงาน โดยพิจารณาจากศักยภาพที่มีอยู่ภายในชุมชน ซึ่งจะต้องมีปริมาณเพียงพอต่อการผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีจนครบอายุโครงการตัวอย่างเช่น กรณีของโรงไฟฟ้าชีวมวลเชื้อเพลิงได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่น หรือ จากไม้โตเร็วโดยการส่งเสริมสนับสนุนประชาชนรอบโรงไฟฟ้าให้ปลูกไม้โตเร็วส่งขายโรงไฟฟ้าเพื่อเสริมรายได้

2. เทคโนโลยีต้องเหมาะสมกับระบบผลิตไฟฟ้า ต้องไม่ยุ่งยากซับซ้อนในการบริหารจัดการ และการซ่อมบำรุงรักษา ชุมชนสามารถดูแลบำรุงรักษา บริหารจัดการได้เอง

3. ควรศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) โดยเฉพาะความคุ้มค่าของการดำเนินโครงการ

4. ความเข้มแข็ง และความพร้อมของชุมชนในการบริหารจัดการโรงไฟฟ้า ชุมชนต้องมีบุคลากรที่สามารถเรียนรู้เข้าใจระบบการผลิต และการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าให้สามารถดำเนินงานได้ในระยะยาว

5. การมีส่วนร่วมของชุมชนต่อการบริหารจัดการโรงไฟฟ้า เพื่อให้ชุมชนได้มีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการตั้งแต่ต้นจนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของโรงไฟฟ้า ซึ่งจะนำมาสู่การร่วมมือในการดูแล และบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าอย่างยั่งยืนต่อไป

ข้อดีของโรงไฟฟ้าชุมชน

1. เพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรท้องถิ่นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. เสริมความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าในท้องถิ่น

3. สร้างความเข้มแข็ง และการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของชุมชน ด้วยการเพิ่มคุณภาพชีวิตให้แก่ชุมชนที่ไม่มีไฟฟ้าได้มีไฟฟ้าใช้

4. เป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อมลพิษ ช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการใช้พลังงานทดแทนผลิตไฟฟ้าแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล จึงช่วยลดการพึ่งพา และการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ

5. สามารถเข้าร่วมโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) เพิ่มรายได้แก่ชุมชนด้วยการขายคาร์บอนเครดิตอีกทางหนึ่ง

ข้อเสียของโรงไฟฟ้าชุมชน

1. ปริมาณกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าชุมชนมักมีจำนวนไม่มากเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน ชีวมวลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงมักมีน้ำหนักเบาอยู่กระจัดกระจาย การเก็บรวบรวมอาจอยู่ในรัศมีไม่เกิน 20 - 25 กิโลเมตร ทำให้รวบรวมได้ในปริมาณไม่มากนัก หากเกินกว่านี้จะทำให้ค่าขนส่งสูงไม่คุ้มกับการดำเนินงาน

2. หาแหล่งเงินทุนลำบากเนื่องจากปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้น้อย ส่งผลให้ผลตอบแทนน้อย ไม่เกิดแรงจูงใจต่อการลงทุน เว้นแต่ภาครัฐจะเข้ามาลงทุนโดยไม่คำนึงถึงผลตอบแทนโครงการในรูปของตัวเงิน นอกจากนี้เงินทุนหมุนเวียนอาจขาดสภาพคล่องเนื่องจากมีเงินทุนน้อย อนึ่งโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมักมีค่าใช้จ่ายในการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักรสูงกว่าโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่

3. การขาดแคลนบุคลากรที่จะดำเนินการซ่อมบำรุง และเข้าใจระบบอย่างแท้จริงเมื่อประสบปัญหาด้านเทคนิค ทำให้เกิดความล่าช้าในการแก้ไข และกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

4. ในระยะยาว เมื่อต้องมีการเปลี่ยนซ่อมอะไหล่ที่ชำรุด และอะไหล่ที่มีราคาแพง จากผลตอบแทนโครงการที่ต่ำ ทำให้ขาดเงินทุนสำรอง อาจส่งผลให้โรงไฟฟ้าหยุดดำเนินการ และถูกปล่อยทิ้งร้างในที่สุด

5. หากทำเลที่ตั้งโรงไฟฟ้าอยู่ไกลมาก อาจทำให้การบำรุงรักษา และให้บริการจากผู้ติดตั้งไม่สะดวกเนื่องจากการเดินทางที่ยากลำบาก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการผลิตไฟฟ้า

6. มักถูกคัดค้านจากประชาชนต่อการสร้างโรงไฟฟ้า เนื่องจากความไม่เข้าใจหรือมีความเข้าใจในแง่ลบต่อการดำเนินโครงการ

7. ความเสี่ยงต่อความไม่แน่นอนของปริมาณเชื้อเพลิงบางชนิดที่ใช้ในโรงไฟฟ้าที่ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ น้ำ ลม และแสงอาทิตย์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือฯ ดังกล่าว จำเป็นจะต้องอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากศักยภาพพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ เช่น เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ เทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล (Gasifier System) และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น พร้อมกับการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่ง 2 ส่วนนี้จะมีความสำคัญสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในพื้นที่เป้าหมายต่อไป

การประเมินประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค โดยอ้างอิงจาก International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (IEA PVPS Task 2) [3] ซึ่งได้กำหนดให้มีการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (Reference Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_r = H_i/G_{STC} \quad (1)$$

Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้งในทางทฤษฎี (kWh/kWp)

H_i คือ พลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/m^2)

G_{STC} คือ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ STC = 1 kW/m^2

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_A = E_A/P_O \quad (2)$$

Y_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp)

E_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (kWh)

P_O คือ กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Wp)

ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Efficiency) หาได้จากสมการ

$$\eta_A = E_A/H_iA_A \quad (3)$$

η_A คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

A_A คือ พื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (m^2)

การประเมินประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกังหันลมทางเทคนิคสามารถคำนวณได้จากการเคลื่อนที่ของลม ซึ่งจะเกิดพลังงานสะสมเรียกว่า พลังงานจลน์ เมื่อมีการเคลื่อนที่ผ่านกังหันลมจะเกิดการหมุน ในการคำนวณจะใช้หลักการของทฤษฎีโมเมนตัม ดังสมการต่อไปนี้ [4]

$$W = \frac{1}{2}\rho A V^3 \eta \quad (4)$$

W คือ พลังงานลม (Watt)

ρ คือ ความหนาแน่นของลมที่อุณหภูมิ 25 °C (1.225 kg/m^3)

A คือ พื้นที่กวาดของใบพัด (m^2)

V คือ ความเร็วลม (m/s)

η คือ ประสิทธิภาพของกังหันลม

การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเตาแก๊สชีวมวล (Gasifier)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าเตาแก๊สชีวมวล จะสามารถคำนวณได้จากการทำงานของส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนของเตาแก๊สชีวมวล (Gasification System) ซึ่งจะมีหน้าที่เผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลให้เป็นแก๊ส โดยจะมีการจัดเก็บ และถูกส่งต่อให้กับส่วนของชุดกำเนิดไฟฟ้า (Engine Generator) เพื่อทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าต่อไป โดยทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพได้จากสมการดังต่อไปนี้ [5]

$$\eta_e = \eta_{gasifier} \times \eta_{gas\ engine\text{-}generator} \quad (5)$$

η_e คือ ประสิทธิภาพรวมทั้งหมดของระบบ (%)

$\eta_{gasifier}$ คือ ประสิทธิภาพของเตาแก๊สซิไฟเออร์ (%)

$\eta_{gas\ engine\text{-}generator}$ คือ ประสิทธิภาพของชุดกำเนิดไฟฟ้า (%)

$$\eta_{gasifier} = \frac{H_g \times Q_g}{H_s \times M_s} \times 100\% \quad (6)$$

$\eta_{gasifier}$ คือ ประสิทธิภาพของเตาแก๊สซิไฟเออร์ (%)

H_g คือ ค่าความร้อนของแก๊สชีวมวล (kJ m^{-3})

Q_g คือ ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^{-3} s^{-1})

H_s คือ ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิงแก๊ส (kJ kg^{-1})

M_s คือ อัตราการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวล (kg s^{-1})

$$\eta_{gas\ engine\text{-}generator} = \frac{\text{Power output}}{\text{Power input}} \times 100\% = \frac{3 \times V_p \times I_p \times pf}{H_g \times Q_g} \times 100\% \quad (7)$$

$\eta_{gas\ engine\text{-}generator}$ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

V_p คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)

I_p คือ ค่ากระแสไฟฟ้า (A)

pf คือ ค่า power factor (%)

H_g คือ ค่าความร้อนของแก๊สชีวมวล (kJ m^{-3})

Q_g คือ ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^{-3} s^{-1})

การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก สามารถคำนวณได้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำจากสถานะพลังงานศักย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยความแตกต่างของระดับน้ำเหนือเขื่อน และท้ายเขื่อนมาใช้หมุนกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ [6]

$$P = 9.807QH \quad (8)$$

P คือ กำลังไฟฟ้า (W)

Q คือ อัตราการไหลของน้ำผ่านเครื่องกังหันน้ำ (m^3/s)

H คือ ความสูงของน้ำ หรือ พลังงานศักย์สุทธิ (m)

$$W = Pt\eta f \quad (9)$$

W คือ พลังงานไฟฟ้า (kWh)

P คือ กำลังไฟฟ้า (kW)

T คือ ระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้า (hr)

η คือ ประสิทธิภาพรวมของกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ปกติค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.9)

f คือ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับความผันผวนของการไหลของน้ำในลำน้ำ

การวิเคราะห์การลงทุนผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย และระยะเวลาคืนทุน โดยมีข้อมูล และสมมุติฐานในการวิเคราะห์ คือ เงินลงทุนเริ่มในการสร้างระบบจะขึ้นอยู่กับชนิด และขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าของแต่ละเทคโนโลยี ซึ่งจะคำนวณได้จากศักยภาพพลังงานในพื้นที่ท้องถิ่นนั้นๆ รวมถึงค่าโครงสร้าง ค่าติดตั้ง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อายุการใช้งานของระบบ และคิดค่าประสิทธิภาพการลดลงของเทคโนโลยีในช่วงอายุการทำงาน โดยในการคำนวณระยะคืนทุนจะกำหนดให้มูลค่าพลังงานต่อหน่วยเท่ากับ 3.90 บาท โดยงานวิจัยนี้จะเป็นการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้เองภายในท้องถิ่น จะไม่มีการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรี ศรีพนม และคณะ [7] ศึกษารูปแบบการพัฒนาการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานสู่ท้องถิ่น ณ ตำบลสำนักตะคร้อ อำเภอเทพารักษ์ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งได้ประยุกต์จากการดำเนินตามขั้นตอนบัญญัติ 10 ประการของกระทรวงพลังงาน จำนวน 80 และ 162 ชุมชน เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาศักยภาพการพัฒนาการส่งเสริมเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนสำหรับท้องถิ่น โดยการเข้าไปร่วมดำเนินการพัฒนา และศึกษาศักยภาพด้านพลังงานทดแทน และเทคโนโลยีกับทางชุมชน ดำเนินการเก็บข้อมูลของชุมชนมาเพื่อวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อน (SWOT analysis) ร่วมกับกระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้แบบกลุ่ม (Focus group) เพื่อหาตัวแปรที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการพัฒนาภายในชุมชน แล้วนำมาแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางสังคม (Anthropological method) และเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนมาออกแบบตัวอย่างเพื่อนำมาเป็นต้นแบบ แล้วนำไปทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผล โดยเปรียบเทียบกับการดำเนินตามขั้นตอนบัญญัติ 10 ประการของกระทรวงพลังงาน จากผลการดำเนินการพบว่ากระบวนการพัฒนาตามรูปแบบการพัฒนานี้ทำให้ได้ผลลัพธ์ดีในด้านความร่วมมือ ความเข้าใจ และยังช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนา และส่งเสริมทางด้านพลังงานทดแทนของแต่ละชุมชนให้สั้นลง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งๆ ขึ้น

พิพัฒน์ นนทนาธรณ์ และคณะ [8] ได้ศึกษาโครงสร้างระบบพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย เสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับโครงสร้างพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมกับประเทศไทย ในระยะสั้นควรกำหนดนโยบาย และมาตรการที่จะรักษาผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นไปที่มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน บทบาทของสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ข้อตกลงด้านการซื้อพลังงาน และป้องกันไม่ให้มีการเลือกปฏิบัติสำหรับการเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายของผู้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทางเลือกในระยะยาว องค์กรที่กำกับดูแลจะต้องกำหนดมาตรฐาน RPS สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า และกำหนดการลงทุนขั้นต่ำให้แก่องค์กร หรือผู้ประกอบการด้านระบบจำหน่ายต้องลงทุนเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานโดยอาศัยกลไกสนับสนุนในรูปแบบของกองทุน นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะในเรื่องของโครงสร้างกิจการไฟฟ้าที่เหมาะสม นโยบายการใช้พลังงานทดแทนในการขนส่งทางบก รูปแบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับชุมชน การจัดหารวมถึงการจัดแบ่งพื้นที่ (Zoning) เพื่อส่งเสริมให้เกิดระบบการจัดการธุรกิจพลังงานทดแทนในระดับท้องถิ่น และการจัดการพลังงานชุมชนด้วยพลังงานหมุนเวียนโดยในรายงานฉบับนี้ยังได้นำเสนอรูปแบบขององค์กรมหาชนที่จะทำหน้าที่ดูแล ประสานงาน จัดหากองทุน และให้ความรู้ความเข้าใจกับคนในท้องถิ่นเพื่อให้การจัดการพลังงานชุมชนสามารถเกิดขึ้นได้จริง และมีความยั่งยืน

รสริน วงศ์คำปัน [9] ได้ทำการศึกษา 1) เพื่อศึกษาสภาพการดำเนินงาน ปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชนตำบลห้วงน้ำขาว 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชนตำบลห้วงน้ำขาว 3) เพื่อศึกษาแนวทางการส่งเสริม และขยายผลการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชนตำบลห้วงน้ำขาว ภายใต้แนวคิดประสิทธิผลของโครงการตามปัจจัยที่ส่งเสริมการดำเนินงาน

โครงการ คือ ภาวะผู้นำ กระบวนการจูงใจ การมีส่วนร่วมภาคประชาชน การทำงานเป็นทีม ความผูกพัน และการยอมรับสภาวะแวดล้อม โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยประเภทเชิงบรรยาย (Descriptive Research) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 111 กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย บุคลากรองค์การบริหารส่วนตำบลห้วงน้ำขาว ตัวแทนภาคประชาชน และตัวแทนหน่วยงานภาครัฐ ในตำบลที่ร่วมเป็นคณะดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ในหัวข้อคำถามแบบปลายเปิด จากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In Depth Interview) และแบบสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยทำการวิเคราะห์ค่าสถิติ การหาค่าความถี่ (F) ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตสำหรับการศึกษาปัจจัยเป็นลักษณะคำถามปลายเปิดได้นำมาจัดกลุ่มหาค่าความถี่ (F) และค่าร้อยละค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ผลการศึกษาพบว่า สภาพการณ์การดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ได้มีขั้นตอนการจัดตั้งโครงการจากการเข้าร่วมโครงการสนับสนุนการวางแผนจัดการพลังงานระดับท้องถิ่นของกระทรวงพลังงาน โดยคัดเลือกองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 80 องค์กรทั่วประเทศที่มีศักยภาพโดยการลงนามบันทึกข้อตกลงร่วมมือระหว่างองค์การบริหารส่วนตำบลห้วงน้ำขาว และสำนักงานพลังงานภูมิภาคที่ 3 จากนั้นจึงได้จัดตั้งคณะดำเนินงานโครงการที่มาจากการคัดเลือกตัวแทนของประชาชน บุคลากรองค์การบริหารส่วนตำบล และหน่วยงานภาครัฐ จากกระบวนการประชาคมระดับตำบล และหมู่บ้าน ขั้นตอนกระบวนการกลุ่มของคณะดำเนินงานตามระยะเวลาของแผนพลังงานชุมชน วิธีการดำเนินงานโครงการกระบวนการขั้นตอนการวางแผนซึ่งพบปัญหา และอุปสรรค 5 ประเด็นแรก ได้แก่ ด้านการประชาสัมพันธ์โครงการ ประเด็นที่ 2 ด้านการประเมินผลการดำเนินโครงการ ประเด็นที่ 3 ด้านกระบวนการกลุ่มของคณะดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ประเด็นที่ 4 ด้านการเสริมสร้างศักยภาพต่อการดำเนินงานของคณะดำเนินงาน และประเด็นสุดท้าย ด้านการส่งเสริมการตลาดของโครงการ

ปัจจัยที่ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน จำนวน 7 ประเด็น ประเด็นแรกได้แก่ ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ร้อยละ 98.80 ประเด็นที่ 2 ปัจจัยด้านกระบวนการจูงใจ ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ร้อยละ 83.78 ประเด็นที่ 3 ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ร้อยละ 89.19 ประเด็นที่ 4 ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีม ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ร้อยละ 87.08 ประเด็นที่ 5 ปัจจัยด้านความผูกพัน และการยอมรับส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ร้อยละ 91.45 ประเด็นที่ 6 ปัจจัยด้านสภาวะแวดล้อม ส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ร้อยละ 63.36

แนวทางการส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ควรมีการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ บุคลากร งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ และการจัดการวิเคราะห์กระบวนการ ได้แก่ กรรมวิธีในการดำเนินโครงการ เช่น กิจกรรม กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของโครงการ เช่น ผลผลิตในเชิงปริมาณ และคุณภาพเมื่อเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วิสาขา ภู่จินดา [10] ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการพลังงานในระดับชุมชน ผลการศึกษาพบว่าหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับท้องถิ่นเพราะเป็นหน่วยเล็กที่สามารถบริหารจัดการได้ง่าย และทางภาครัฐเองก็ได้มีการสนับสนุนนโยบาย และแผนในการจัดการพลังงานชุมชนอยู่แล้ว รวมทั้งสนับสนุนการผลิตพลังงานใช้เองในระดับท้องถิ่น และในภาคอุตสาหกรรมทั้งด้านเทคโนโลยี อุปกรณ์ บุคลากร และงบประมาณ และมีการรับซื้อพลังงานที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียนในราคาที่เพิ่มขึ้น หลักสำคัญของการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการพลังงานของประเทศ คือ การลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ โดยการผลิตพลังงานใช้เอง และใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดและใช้อย่างคุ้มค่า รู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น การหาแหล่งพลังงานให้มีความหลากหลาย เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งเดียว และเพื่อแก้ปัญหาปริมาณพลังงานสำรองจำพวกพลังงานฟอสซิลที่ลดลง การสร้างการมีส่วนร่วม และความตระหนักของประชาชนในการจัดการพลังงาน การพึ่งแรงงานแทนการใช้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสร้างงานให้กับชุมชนก็เป็นการน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้

ศราพร ไกรยะปักษ์ [11] การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาสภาพการจัดการพลังงานชุมชนในประเทศไทย 2) เพื่อศึกษาถึงปัญหา และอุปสรรคในการจัดการพลังงานในชุมชนของประทศไทย 3) เพื่อเสนอรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชนในประเทศไทย เพื่อให้ชุมชนสามารถจัดการพลังงานภายในชุมชนของตนเอง และสามารถพึ่งพาตนเองได้ในด้านพลังงาน การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพควบคู่ไปกับเชิงปริมาณ ใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ในชุมชนที่มีการใช้พลังงานทางเลือก (Alternative Energy) พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) หรืออุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ร่วมกับพลังงานสิ้นเปลือง จำนวน 91 คนใน 5 ชุมชน และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการพลังงานชุมชน ผู้นำชุมชนที่เกี่ยวข้องจำนวน 11 คน ผลการศึกษาพบว่าในด้านการนำพลังงานหมุนเวียน พลังงานทางเลือก และอุปกรณ์พลังงานมาใช้ในชุมชน บางชุมชนเห็นว่ายังมีปริมาณพลังงานไม่เพียงพอเพื่อใช้บริโภคประจำวัน ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าการจัดการพลังงานในชุมชนไม่มีผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน สาเหตุเพราะ ไม่มีการใช้หรือมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานหรืออุปกรณ์เหล่านั้นน้อย เนื่องจากว่าอุปกรณ์ชำรุดใช้งานไม่ได้ ปัญหาประชาชนในชุมชนไม่สามารถจัดการบำรุงรักษาอุปกรณ์เองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประชาชนตื่นตัวกับการจัดการพลังงานในช่วงแรกของโครงการเท่านั้น กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเรื่องพลังงานอยู่ในระดับสูง และมีความตระหนักเรื่องพลังงานอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน การมีส่วนร่วมเรื่องการจัดการพลังงานในชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง แต่ส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในลักษณะการรับฟัง และสนับสนุนโครงการ

รูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชนนั้น ประชาชนในชุมชนต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักในเรื่องพลังงาน ซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการพลังงานชุมชน และการวางแผนพลังงานชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม และผลที่ได้จากการวางแผนพลังงานคือการลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน และการมีพลังงานเพียงพอต่อความต้องการพื้นฐานของคนในชุมชน นอกจากนั้นยังต้องมีการศึกษาปรับปรุงเทคโนโลยี และกระบวนการจัดการที่เหมาะสม และการติดตามประเมินผลอย่างต่อเนื่องอีกด้วย อัน

จะนำมาซึ่งการจัดการพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนได้ นอกจากนั้นยังต้องสามารถขยายผลไปสู่ชุมชนอื่นๆได้ด้วย การจัดการพลังงานในชุมชนหากต้องการให้ได้ประสิทธิผลที่ดีต้องมีการนำเอาหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเข้ามาบูรณาการจัดการด้วย และต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานอีกด้วย

ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์ และคณะ [12] ได้ศึกษาแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างง่ายที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของชุมชนในชนบท โดยมีพื้นที่ศึกษาที่ บ้านบุ่งแก้ว ต.บุ่งแก้ว อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี เริ่มศึกษาบริบทชุมชนเพื่อให้เห็นศักยภาพของชุมชน และวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงและอุปกรณ์ในการผลิตพลังงานเพื่อนำมาใช้ทดแทนพลังงานจากน้ำมันที่มีราคาสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ได้เสนอแนวคิดว่าพลังงานทางเลือกควรเป็นพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน โดยสำรวจทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ผลผลิตทางการเกษตร และวัสดุเหลือใช้ และภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์แทนการปล่อยทรัพยากรเหล่านั้นทิ้งให้สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ การจัดการพลังงานในชุมชนควรดำเนินการแบบมีส่วนร่วม มีการประสานงานกันกับหน่วยงานในท้องถิ่น มีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อเสริมสร้างปัญญาเพื่อการแก้ไขปัญหา และการตัดสินใจในอนาคต

สุริชาติ จงจิตต์ [13] ได้ศึกษาเรื่องพลังงานลม: นโยบายการเรียนรู้ และการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์เพื่อศึกษาถึงนโยบายด้านการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจของประชาชนในการสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) โดยทำการถอดบทเรียนจากการวิเคราะห์เอกสาร และการวิจัยภาคสนามจากประสบการณ์ใช้พลังงานลมในพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ ประเทศเดนมาร์ค ประเทศฝรั่งเศส และประเทศอังกฤษ เพื่อที่จะนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปเป็นแนวทางในการจัดทำนโยบายด้านการเรียนรู้ต่อไป พบว่ารูปแบบ (Model) ของการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในด้านของการใช้พลังงานหมุนเวียนนั้นจะต้องเป็นการบูรณาการระหว่างความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และความปรารถนาของสังคมเข้าด้วยกัน

อนันตญา ศิริรัตน์ [14] ได้ทำการศึกษาศักยภาพในการวางแผนพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลหินโคน อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพในการวางแผนพลังงานชุมชนในด้านผู้นำ ด้านทรัพยากรของชุมชน ด้านการมีส่วนร่วม และด้านการติดต่อประสานงาน และแนวทางแก้ไขปัญหาในการวางแผนพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลหินโคน ในด้านผู้นำ ด้านทรัพยากรของชุมชน โดยเก็บข้อมูลจากเอกสารต่างๆ การสัมภาษณ์ในเชิงลึก การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และไม่มีส่วนร่วม การสนทนากลุ่มของผู้มีส่วนได้เสีย ผลการศึกษาพบว่า ศักยภาพในการวางแผนพลังงานชุมชน ได้พบว่า 1) ด้านผู้นำไม่มีบทบาทหน้าที่ ไม่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการตามแผนพลังงานชุมชนตำบลหินโคน 2) ด้านทรัพยากรของชุมชน ใช้ทรัพยากรของชุมชนอย่างคุ้มค่า มีวัตถุดิบเพียงพอ 3) ด้านการมีส่วนร่วม มีการร่วมมือด้วยดีระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับองค์การบริหารส่วนตำบลหินโคน บุคลากรที่เกี่ยวข้องขาดความรู้ความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจน และ 4) ด้านการติดต่อประสานงาน มีการประสานงานอย่างเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการวางแผน

พลังงานชุมชน 1) ด้านผู้นำ ควรมีบทบาทในการสนับสนุนงบประมาณ และส่งเสริมแผนพลังงานชุมชนตำบลหินโคน เช่น แผนด้านการเพิ่มศักยภาพของการใช้พลังงานทดแทน โดยดำเนินโครงการทำเตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร เพื่อใช้ในครัวเรือนจำนวน 11 หมู่บ้านๆ ละ 1 เตา รวมทำเตาเผาถ่านเพิ่มทุกปีๆ ละ 11 เตา 2) ด้านทรัพยากรของชุมชน ควรจัดกิจกรรมโครงการปลูกต้นไม้ทุกปี โครงการรณรงค์ประหยัดทรัพยากรในชุมชนให้กับประชาชน และเยาวชนในตำบลหินโคน และโครงการรณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างประหยัด ตามแผนด้านการอนุรักษ์พลังงาน รณรงค์สร้างจิตสำนึก 3) ด้านการมีส่วนร่วม ควรมีความรู้ความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ควรจัดให้มีการประชุมอย่างสม่ำเสมอเพื่อรับฟังปัญหาและหาแนวทางแก้ไข 4) ด้านการติดต่อประสานงาน ควรมีการประสานงานอย่างเป็นทางการ

ออนลี่ มวบกลาง [15] ได้ทำการศึกษาสภาพ และแนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลสำโรง อำเภอสำโรง จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วย คณะผู้บริหาร พนักงานส่วนตำบล พนักงานจ้าง และคณะทำงานกรรมการบริหารโครงการจัดทำแผนพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลสำโรง จำนวน 15 คน และการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาการศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนพลังงานชุมชน ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านผู้นำ ด้านทรัพยากรของชุมชน ด้านการมีส่วนร่วม และด้านการติดต่อประสานงาน

ด้านผู้นำ ผู้บริหารมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้นำการจัดองค์กรในการวางแผนพลังงานชุมชนผู้บริหารขาดความรู้ความเข้าใจในการวางแผนพลังงานชุมชน ผู้บริหารไม่มีการกำหนดนโยบายแผนงาน / โครงการในการวางแผนพลังงานชุมชน และผู้บริหารไม่มีการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการวางแผนพลังงานชุมชน **ด้านทรัพยากรของชุมชน** ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจในการนำทรัพยากรของชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตประจำวัน ทรัพยากรของชุมชนที่มีอยู่อย่างจำกัดเริ่มสูญหาย และมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนให้มีความยั่งยืน **ด้านการมีส่วนร่วม** มีคำสั่งแต่งตั้ง และแจ้งบทบาทหน้าที่ของคณะทำงานกรรมการบริหารโครงการจัดทำแผนพลังงานชุมชนไม่ชัดเจน ไม่เป็นลายลักษณ์อักษร ไม่มีการประชุมคณะทำงานกรรมการบริหารโครงการจัดทำแผนพลังงานชุมชน และไม่มีการแต่งตั้งตัวแทนจากภาคประชาชนร่วมในการวางแผนพลังงานชุมชน และ**ด้านการติดต่อประสานงาน** มีการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีการประชาสัมพันธ์ให้ชาวบ้านทราบอย่างไม่เป็นทางการ และไม่มีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนพลังงานชุมชนโดยตรง

แนวทางการแก้ไขปัญหา ด้านผู้นำ ผู้บริหารควรแสดงบทบาทหน้าที่เป็นผู้นำการจัดองค์การ (Organizing) คือ การรวบรวมกำลังคน งบประมาณ วิธีการ วัสดุอุปกรณ์ และสิ่งอำนวยประโยชน์อื่นๆ ของหน่วยงานเข้าด้วยกัน เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้บริหารควรมีความรู้ความเข้าใจในการวางแผนพลังงานชุมชน ผู้บริหารควรกำหนดนโยบาย มีแผนงาน / โครงการในการวางแผนพลังงานชุมชน และควรมีการตั้งงบประมาณสนับสนุนการวางแผนพลังงานชุมชนไว้ในข้อบัญญัติงบประมาณรายจ่ายทุกปี ด้านทรัพยากรของชุมชน ควรมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนให้มีความยั่งยืน ควรมีการจัดการกิจกรรมปลูกต้นไม้ในที่สาธารณะของแต่ละหมู่บ้านประจำทุกปีอย่างต่อเนื่อง ด้านการมีส่วนร่วมควรมีการแจ้งคำสั่ง

แต่งตั้ง และบทบาทหน้าที่ของคณะทำงานกรรมการบริหารอย่างชัดเจน เป็นลายลักษณ์อักษรควรมีการประชุมคณะทำงานกรรมการบริหารโครงการจัดทำแผนพลังงานชุมชนอย่างสม่ำเสมอเพื่อติดตามผล ประเมินผล และนำเสนอผลการปฏิบัติงาน ควรประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนเข้าร่วมวางแผนพลังงานชุมชนอย่างเป็นทางการ และควรมีการแต่งตั้งตัวแทนจากภาคประชาชนร่วมในการวางแผนพลังงานชุมชน และด้านการติดต่อประสานงานควรมีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารทั้งอย่างเป็นทางการ ควรมีเอกสารแผ่นพับประชาสัมพันธ์ และควรมีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนพลังงานชุมชนโดยตรง

Carla Alvial-Palavicino, et al. [16] งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคโนโลยีใหม่สำหรับการผลิตไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญในการช่วยเปลี่ยนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในสังคม และวัฒนธรรม ไม่ว่าจะเป็นความร่วมมือ การทำประชาพิจารณ์ โดยเทคโนโลยีที่มีความยั่งยืนคือวัตถุประสงค์หลักที่ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้เกิดการอนุรักษ์ทั้งทางสังคม และระบบนิเวศ ซึ่งก่อให้เกิดการใช้พลังงานทดแทนอย่างคุ้มค่าในที่สุด ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการในการนำเอาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Microgrid System) มาใช้ในชุมชนชนบท โดยเทคโนโลยีทางด้านพลังงานในการผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบทได้ถูกเปลี่ยนไปตั้งแต่ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มสูงขึ้น โดยระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะจะถูกนำมาใช้เนื่องจากมีความเสถียรภาพมากกว่าการใช้เทคโนโลยีใดเพียงเทคโนโลยีเดียว อีกทั้งระบบยังช่วยผลิตไฟฟ้าได้ทันกับความต้องการใช้ในบางช่วงเวลาได้

โดยวิธีการวิจัยได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีภายใต้พื้นฐานทางด้านสังคม และระบบนิเวศของชุมชน ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานที่จะก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน วิธีการวิจัยจะเจาะจงในส่วนของการเพิ่มการมีส่วนร่วมของสังคม และระบบนิเวศของชุมชน รวมถึงสนใจผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกิดขึ้น เช่น ความน่าเชื่อถือ ความหลากหลาย ขอบเขตของระบบถิ่นฐาน / ที่ตั้ง การปรับตัว และความยืดหยุ่น ทั้งนี้วิธีการวิจัยได้ถูกตรวจสอบโดยนำเอาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะไปประยุกต์ใช้กับชุมชนชนบททางตอนเหนือของประเทศชิลี (North of Chile) การประยุกต์ของวิธีการในการดำเนินงานวิจัยที่สำคัญก็คือ การได้เรียนรู้กระบวนการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่ซึ่งมีความสำคัญในการนำมาพัฒนาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการนำไปใช้ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมก็จะขึ้นอยู่กับชุมชนนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งพลังงาน ขนาดของชุมขน ที่ซึ่งจะต้องเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

Gordon Walker, et al. [17] โครงการพลังงานทดแทนภายในชุมชน ได้ถูกนำเสนอ และสนับสนุนนโยบายโดยรัฐบาลของสหราชอาณาจักร (UK) วิธีการของชุมชนได้ถูกพูดคุยทั้งในส่วนของรัฐบาล และผู้คนในระดับรากหญ้า ที่เกี่ยวกับกิจกรรมที่จะถูกเปลี่ยนแปลงจากประสบการณ์ และผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีพลังงานที่มีความยั่งยืน สำหรับงานวิจัยนี้ ได้พิจารณาวิธีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และสังคมที่มีความน่าเชื่อถือว่าจะเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของความหมายที่ให้กับโครงการพลังงานทดแทนภายในชุมชน โดยคุณภาพ และผลลัพธ์ที่ได้จะถูกตั้งสมมติฐานโดย

วิธีการของชุมชน และถูกตรวจสอบจากตัวอย่างที่ได้ดำเนินการภายใต้พื้นฐานที่ถูกต้อง ในการศึกษาจะสนใจกรณีที่มีความแตกต่างกัน 2 กรณี ที่ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของรูปแบบของความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกัน และสิ่งที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ผลที่ได้จากการศึกษายังได้ถูกถกเถียงเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ ซึ่งมีความจำเป็นในการแสดงให้เห็นถึงภาระผูกพัน การเปลี่ยนแปลงของโครงการพลังงานทดแทนภายในชุมชน และสิ่งที่ได้ออกมาจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่บรรลุผล ทั้งนี้ความน่าเชื่อถือระหว่างประชาชนภายในชุมชน และกลุ่มต่างๆ ที่ดำเนินงานโครงการคือส่วนหนึ่งของรูปแบบที่สามารถช่วยให้โครงการเดินหน้าได้ ในขณะที่ความน่าเชื่อถือจะก่อให้เกิดฟังก์ชันสำหรับการพัฒนาพลังงานภายในชุมชน และนโยบายที่สามารถก่อให้เกิดการยอมรับในกระบวนการของชุมชนมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถก่อให้เกิดความมั่นใจหรือสมมติฐานภายใต้ความหลากหลายของสถานการณ์ เงื่อนไข และภายใต้การเตรียมการ ดังจะเห็นได้ว่าพลังงานภายในชุมชนก็จะเริ่มเกิดขึ้น และก่อให้เกิดประสบการณ์ในงานด้านต่างๆ ต่อไป

Jennifer C.Rogers, et al. [18] ในปัจจุบันศักยภาพพลังงานทดแทนจากแหล่งพลังงานชุมชนกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นพลังงานที่ก่อให้เกิดการลดการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานภายในชุมชนแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานภายในชุมชนอย่างยั่งยืน ทั้งนี้การเพิ่มศักยภาพการใช้พลังงานประกอบไปด้วย การยอมรับการประยุกต์การใช้พลังงานทดแทน มีความตระหนักถึงในเรื่องการใช้พลังงาน เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดความยั่งยืนและปัญหาต่างๆ มีความเข้าใจในเรื่องเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ และพฤติกรรมที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในเรื่องพลังงาน และสิ่งแวดล้อม บทความนี้นำเสนอผลงานวิจัยที่ได้ทำการสำรวจเชิงคุณภาพผลกระทบทางด้านสังคมของชุมชนที่ใช้เชื้อเพลิงไม้ (Wood Fuel) จากผู้ที่มีประสบการณ์ รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องภายในชุมชนนั้นๆ ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าชุมชนได้ให้ความตระหนัก และความเข้าใจในเรื่องของเทคโนโลยีพลังงานทดแทน อีกทั้งผลวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงไม้ การลดความเสี่ยงทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการพัฒนาในส่วนที่ได้ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชุมชน ทั้งนี้งานวิจัยยังได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของการมีส่วนร่วมสำหรับปัญหาในเรื่องของการใช้พลังงานที่ก่อให้เกิดความยั่งยืนอีกด้วย

Athanasioa Angelis-Dimakis, et. al. [19] ได้มีการศึกษาเพื่อสำรวจวิธี และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินศักยภาพ และแสดงค่าปริมาณพลังงานที่สำคัญที่สุดในกลุ่มพลังงานหมุนเวียน (เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม คลื่น ชีวมวล และพลังงานความร้อนใต้พิภพ) นอกจากนี้แล้วยังมีความท้าทายของแต่ละแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เป็นไฮไลต์ในขณะที่เครื่องมือที่มีอยู่แล้วนั้นสามารถช่วยในการประเมินสำหรับกรณีที่มีการใช้พลังงานร่วมจากหลายๆ แหล่งที่แตกต่างกัน จากการสำรวจพบว่าพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการประมาณค่าศักยภาพพลังงานหมุนเวียน ได้แก่ 1. ศักยภาพทางทฤษฎี (รังสีอาทิตย์) 2. ศักยภาพทางเทคนิค (พื้นที่ครอบคลุม ประสิทธิภาพ และการเข้าถึง เป็นต้น) 3. ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (การยอมรับ ราคา กฎหมาย

เป็นต้น) สำหรับชีวมวล พบว่าการจัดหมวดหมู่ศักยภาพ ได้แก่ 1. ศักยภาพชีวมวลทางทฤษฎี (ชีวกายภาพ แฟคเตอร์ของนิเวศเกษตร การเจริญเติบโตของชีวมวล สัดส่วนของเหลือทิ้งทางการเษตร) 2. ศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจ (ความสามารถในการเข้าถึง การแข่งขันของแหล่งชีวมวล การขนส่งชีวมวล และต้นทุนการผลิต) 3. ศักยภาพทางความยั่งยืนของชีวมวล (ข้อจำกัดทางสังคม และสิ่งแวดล้อม) และยังพบว่ามีการใช้ข้อมูล GISs ในการประเมินศักยภาพด้วย จากการสำรวจพบว่าไม่มีแหล่งพลังงานหมุนเวียนใดจะถูกนำมาใช้เพียงอย่างเดียวได้อย่างเพียงพอ แหล่งพลังงานหมุนเวียนควรนำมาใช้ร่วมกันหลายๆ ชนิดเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้น โปรแกรมสำเร็จรูป Homer เป็นโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบการใช้แหล่งพลังงานร่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Shirley Thompson and Bhanu Duggirala [20] ได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสำหรับผลิตไฟฟ้าที่ไม่ได้ต่อเข้าสายส่งขนาดเล็ก (Small Off-Grid) 3 เทคโนโลยีคือ (1) เทคโนโลยีจากพลังงานชีวมวลเพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) (2) เทคโนโลยีพลังงานลม (Wind) และ (3) เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar) โดยได้ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้สำหรับการเลือกเทคโนโลยีสำหรับผลิตไฟฟ้าใช้ในชุมชนโดยที่ไม่ได้เชื่อมต่อเข้ากับสายส่ง แทนการใช้เครื่องยนต์ดีเซลล์สำหรับผลิตไฟฟ้าและโพรเพน (Propane) สำหรับผลิตความร้อน การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในชุมชนจะมีภาระโหลดไฟฟ้าในการใช้งาน คือ 115 kW ซึ่งจากการศึกษาพบว่า สามารถเข้าไปจัดการการใช้พลังงานให้ลดลงได้ 15 – 20% โดยที่ลดการใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ดีเซลให้เหลือเพียง 15 – 100 kW แล้วหันมาใช้เทคโนโลยีจากพลังงานทดแทน ทั้งนี้พบว่าจะต้องลงทุน 27,000 US$ สำหรับพลังงานชีวมวล 49,500 US$ สำหรับพลังงานลม และ 136,000 US$ สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์

งานวิจัยนี้ได้ใช้ RET Screen International 4.0R สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ และค่าใช้จ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อม ในการผลิตไฟฟ้า 100 kWel ของทั้ง 3 เทคโนโลยี (พลังงานชีวมวล พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์) โดยในเบื้องต้นไม่คิดเงินลงทุนเครื่องยนต์ดีเซล แต่ในกรณีที่มีการซ่อมแซมจะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 160 US$ ที่ค่าเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.80 – 2.00 US$/L ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พบว่าเทคโนโลยีพลังงานชีวมวลเพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) เป็นระบบที่มีความน่าสนใจมากที่สุด โดยที่ค่าใช้จ่าย 0.80 US$/L จะมีระยะเวลาคืนทุน 4.1 ปี โดยคิดเป็น 1,800 US$/kW และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ พบว่า พลังงานลม มีระยะเวลาคืนทุน 6.1 ปี โดยคิดเป็น 3,300 US$/kW และพลังงานแสงอาทิตย์ มีระยะเวลาคืนทุน 13.5 ปี โดยคิดเป็น 63,729 US$/kW ทั้งนี้ระบบจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission) ได้ 10t CO2 จาก 507t CO2 และเมื่อค่าใช้จ่ายจากพลังงานดีเซลมีค่าเป็น 1.20 หรือ 2.00 US$/kW ระยะเวลาการคืนทุนจะมีค่าเท่ากับ 1.8 และ 0.9 ปี สำหรับระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม (CHP) 3.6 และ 1.8 ปี สำหรับพลังงานลม 6.7 และ 3.2 ปี สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์ ตามลำดับ

จากที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่างานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาจะเป็นการศึกษาการนำเสนอการจัดการพลังงานภายในชุมชน รวมถึงเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เทคโนโลยี

พลังงานชีวมวล เป็นต้น แต่ทั้งนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่พัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งทำให้ผู้สนใจในท้องถิ่นที่มีความต้องการเลือกใช้แหล่งพลังงานทดแทน และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานดังกล่าวไม่สามารถทำการตัดสินใจได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวขึ้นมาในลักษณะของโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาแล้ว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสารวิชาการและวารสารวิชาการต่างๆ ที่มีเผยแพร่ รวมทั้งเอกสารผลงานวิจัยจากที่ประชุมวิชาการ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการนำเสนอการจัดการพลังงานภายในชุมชน รวมถึงเทคโนโลยีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล เป็นต้น แต่ทั้งนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่เป็นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งพลังงาน และเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานในพื้นที่เป้าหมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวขึ้นมาในลักษณะของโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับท้องถิ่นต่อไป

2. ศึกษา และรวมรวมข้อมูลเทคโนโลยีชนิดต่างๆ

ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพแหล่งพลังงานต่างๆ ในประเทศไทย พร้อมทั้งชนิด และราคาของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนที่สามารถนำไปใช้งานภายในชุมชนได้ โดยรวมรวมจากแหล่งข้อมูลที่เป็น Secondary Data จากฐานข้อมูลหน่วยงานภาครัฐและเอกชน โดยข้อมูลที่ได้จะถูกจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล ในงานวิจัยนี้จะแบ่งเทคโนโลยีสำหรับนำไปใช้งานภายในชุมชนออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1 เทคโนโลยีสำหรับใช้งานด้านไฟฟ้า

2.1.1 เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งปริมาณการผลิตไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีอาทิตย์ โดยเลือกใช้แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย [21] ซึ่งมีการเก็บข้อมูลค่ารังสีอาทิตย์แบบเฉลี่ยรายปีของทุกตำบลในประเทศไทย

2.1.2 เทคโนโลยีกังหันลม ใช้ข้อมูลความเร็วลมสำหรับเป็นข้อมูลวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม [22] ซึ่งมีการเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกับแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย คือ เป็นค่าเฉลี่ยความเร็วลมแบบรายปีของทุกตำบลในประเทศไทย

2.1.3 เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล สามารถผลิตไฟฟ้าได้จากการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหรือชีวมวลในรูปแบบการจำกัดอากาศในห้องเผาไหม้ ได้ผลผลิตให้เกิดแก๊สมีเทน (CH_4) ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถจุดติดไฟ ในงานวิจัยนี้ศึกษาถึงสัดส่วนของการเปลี่ยนพืชพลังงานที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทยเป็นชีวมวล [23-25] เพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ชีวมวลหลักที่มีอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ เศษไม้ยางพารา แกลบ ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง และกากอ้อย เป็นต้น

2.1.4 เทคโนโลยีกังหันน้ำขนาดเล็ก สามารถผลิตไฟฟ้าได้จากศักยภาพพลังงานน้ำของชุมชนนั้นๆ โดยการคำนวณจากระดับความสูงของหัวน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกังหัน ในงานวิจัยนี้มีการศึกษาถึงศักยภาพพลังงานน้ำของพื้นที่ต่างๆ ในเบื้องต้นพบว่า แต่ละพื้นที่จะมีศักยภาพที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ตั้งและสภาพภูมิประเทศของพื้นที่เป้าหมาย

2.2 เทคโนโลยีสำหรับใช้งานด้านความร้อน

ในงานวิจัยนี้ ทำการศึกษาถึงเทคโนโลยีที่ใช้งานด้านความร้อน ซึ่งชุมชนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างยั่งยืน โดยเทคโนโลยีดังกล่าวต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีหลักการทำงานที่ไม่ยุ่งยาก ชุมชนสามารถทำการบำรุงรักษาระบบได้ด้วยตนเอง โดยคิดคำนวณจากศักยภาพที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย จากผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่า เทคโนโลยีด้านความร้อนที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในชุมชนมีทั้งหมด 7 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
2. เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
3. บ่อแก๊สชีวภาพ
4. เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์
5. เครื่องสกัดสาร
6. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
7. เตาชีวมวล

ในการเลือกเทคโนโลยีสำหรับใช้งานด้านความร้อนข้างต้น จำเป็นต้องมีการพิจารณาพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้า สำหรับใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ของเทคโนโลยี โดยสามารถแบ่งชนิดของข้อมูลนำเข้าได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดการนำเข้าข้อมูลของเทคโนโลยีด้านความร้อน

ลำดับที่	เทคโนโลยี	ข้อมูลนำเข้า
1.	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบและน้ำหนัก
2.	เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์	จำนวนผู้อยู่อาศัยในครอบครัวทั้งหมด
3.	บ่อแก๊สชีวภาพ	จำนวนสัตว์เลี้ยงในชุมชน
4.	เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์	ประเภทและช่วงเวลาการประกอบอาหาร
5.	เครื่องสกัดสาร	ชนิดของสารฯและปริมาณที่ต้องการ
6.	เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์	ปริมาณน้ำกลั่นที่ต้องการ
7.	เตาชีวมวล	ปริมาณเศษไม้ในชุมชน

หมายเหตุ เทคโนโลยีที่ไม่มีข้อมูลนำเข้าหมายถึงชุมชนสามารถใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงศักยภาพของชุมชน

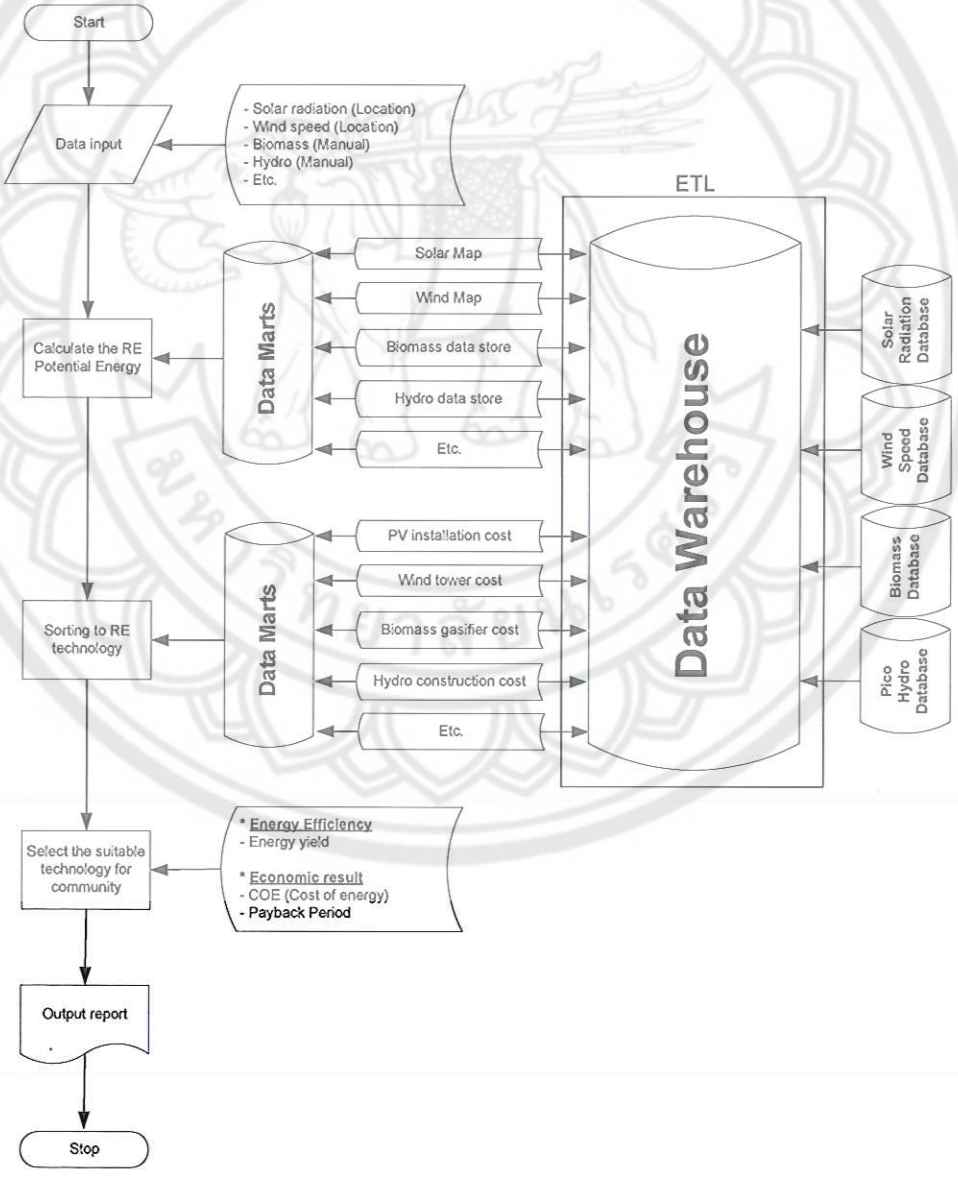
ว TS
163.13
T451
2557
16839708
14 ก.ย. 2558
สำนักหอสมุด

3. วิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้มีการนำข้อมูลศักยภาพฯ ชนิด และราคาของเทคโนโลยี มาจัดทำเป็นฐานข้อมูลโดยใช้เทคนิค Data Warehouse และพัฒนาโปรแกรม (เครื่องมือ) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับชุมชน โดยเลือกใช้ Microsoft Visual Basic เป็นภาษาในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งแบ่งขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเทคโนโลยีที่นำไปใช้งานด้านไฟฟ้า และ ส่วนของเทคโนโลยีที่นำไปใช้งานด้านความร้อน

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมสำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านไฟฟ้า

ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องพิจารณาดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านไฟฟ้า

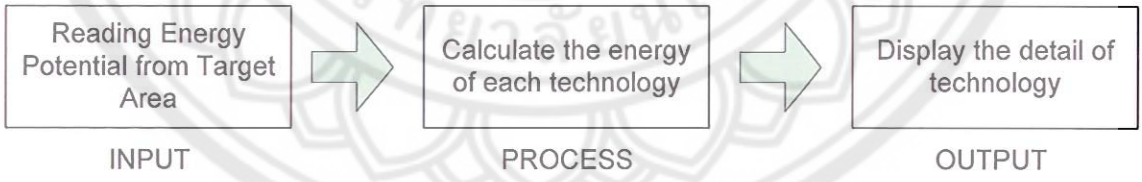
จากแหล่งศักยภาพพลังงานที่กล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งประเภทของการนำเข้าข้อมูล (Data input) ของโปรแกรมออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ถูกนำเข้าอัตโนมัติ (By location) ได้แก่ ข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ และศักยภาพพลังงานลม โดยส่วนของข้อมูลที่ต้องนำเข้าโดยผู้ใช้งาน (By manual) ได้แก่ ศักยภาพพลังงานชีวมวล และพลังงานน้ำ

หลังจากที่มีการป้อนข้อมูลศักยภาพพลังงานชนิดต่างๆ ของพื้นที่เป้าหมายฯ โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าประสิทธิภาพของเทคโนโลยีชนิดต่างๆ (Calculate the RE Potential Energy) จากข้อมูลศักยภาพข้างต้น โปรแกรมจำเป็นต้องมีการติดต่อกับฐานข้อมูลศักยภาพพลังงาน (Data Warehouse) ที่ได้มีการจัดทำขึ้น ผลการคำนวณโปรแกรมจะรายงานค่าพลังงานที่พื้นที่เป้าหมายมีศักยภาพ โดยค่าดังกล่าว โปรแกรมจะใช้ในการค้นหาและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Sorting to RE Technology) จากฐานข้อมูลชนิด และราคาของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนต่อไป

ขั้นตอนสุดท้าย จากผลการคำนวณข้างต้น โปรแกรมจะใช้ค่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี (Energy yield) ค่าการผลิตพลังงานต่อหน่วยไฟฟ้า (Cost of Energy) และค่าระยะเวลาการคืนทุนของระบบฯ (Payback Period) เป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของพื้นที่เป้าหมายต่อไป

3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมสำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านความร้อน

ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมฯ สำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านความร้อน จะไม่มีการคำนวณค่าความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากเทคโนโลยีส่วนใหญ่ชุมชนสามารถผลิตและใช้งานได้เองภายในชุมชน เทคโนโลยีมีราคาค่อนข้างต่ำ โดยโปรแกรมจะแสดงถึงรายละเอียดของเทคโนโลยี หลักการทำงาน ราคา และเบอร์โทรศัพท์ติดต่อสอบถามในกรณีที่ชุมชนมีความต้องการใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ โดยจะมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมดังนี้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสำหรับเลือกเทคโนโลยีใช้งานด้านความร้อน

เมื่อโปรแกรมฯ ได้รับค่าศักยภาพของชุมชนแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าในแต่ละชนิดของเทคโนโลยีจากศักยภาพพลังงานนั้นๆ โดยผลลัพธ์ของการคำนวณจะแสดงรายละเอียดของเทคโนโลยี หลักการทำงาน ชนิด ราคา รวมทั้งรายชื่อผู้ที่สามารถติดต่อได้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม

4. สร้างโปรแกรม (เครื่องมือ) โดยใช้ Visual Basic

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมในลักษณะ Standalone Application โดยเลือกใช้ภาษา Visual Basic เป็นภาษาพัฒนาระบบฯ ซึ่งหลักการทำงานของโปรแกรมฯ จะใช้รูปแบบจากการวิเคราะห์ และออกแบบระบบฯ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในส่วนของการทดสอบการทำงานของโปรแกรมได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรมกับผลการคำนวณในโปรแกรม Excel เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นเอง

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

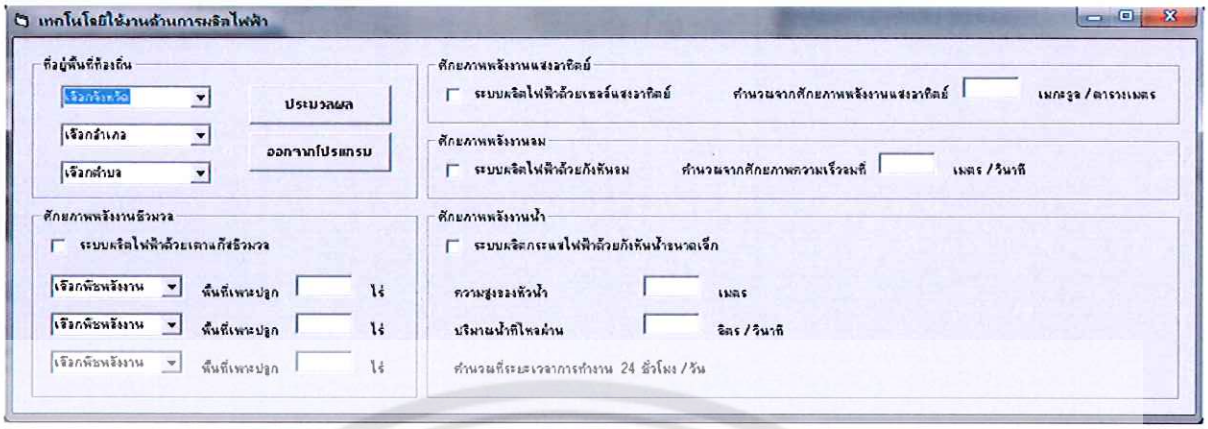
การออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมนี้ ในงานวิจัยนี้ได้จัดทำโปรแกรมในลักษณะ Standalone เนื่องจากเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการนำโปรแกรมฯ ไปใช้ในงานพื้นที่ห่างไกล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ที่มีระบบปฏิบัติการ Microsoft windows ได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องติดตั้งโปรแกรมอื่นๆ เพิ่มเติมแต่อย่างใด (รูปที่ 4.1)

รูปที่ 4.1 หน้าหลักของโปรแกรมฯ

โปรแกรมฯ ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้งานได้ใน 2 ลักษณะ คือ

1. นำโปรแกรมไปใช้งานในด้านการผลิตไฟฟ้า
2. นำโปรแกรมไปใช้งานในด้านพลังงานความร้อน

ในรายงานการวิจัยนี้จะอธิบายรายละเอียดในด้านการผลิตไฟฟ้าเป็นอันดับแรก ซึ่งฟอร์มการรับข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม (รูปที่ 4.2) สามารถแบ่งส่วนประกอบต่างๆ ของการนำเข้าข้อมูลได้ทั้งหมด 5 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 4.2 หน้าจอหลักการนำเข้าข้อมูลของพื้นที่เป้าหมายที่มีความต้องการใช้งานโปรแกรม

ส่วนที่ 1 คือส่วนของรายละเอียดพื้นที่เป้าหมายที่มีความต้องการใช้งานโปรแกรม ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่จังหวัด อำเภอ และตำบล สำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรมเลือกพื้นที่เป้าหมายของตน

ส่วนที่ 2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีเครื่องหมาย check box ให้เลือก เพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจว่าจะใช้ศักยภาพนี้ในการคำนวณ และเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมหรือไม่ (กรณีไม่เลือกเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอาจติดตั้งระบบนี้ไว้ใช้งานเดิมอยู่แล้วหรือท้องถิ่นไม่มีความสนใจในเทคโนโลยีดังกล่าว) โดยค่ารังสีอาทิตย์จะถูกดึงจากฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะใช้ค่าข้อมูลของพื้นที่เป้าหมายนั้นๆ มาแสดงในช่อง Textbox แสดงผลต่อไป

ส่วนที่ 3 ศักยภาพพลังงานลม ลักษณะการทำงานจะคล้ายกับการทำงานของศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ แตกต่างกันที่การใช้ข้อมูลระดับตำบลในการดึงข้อมูลความเร็วลมจากฐานข้อมูลพลังงานลมแทน และนำมาแสดงในช่อง Textbox ของพลังงานลมต่อไป

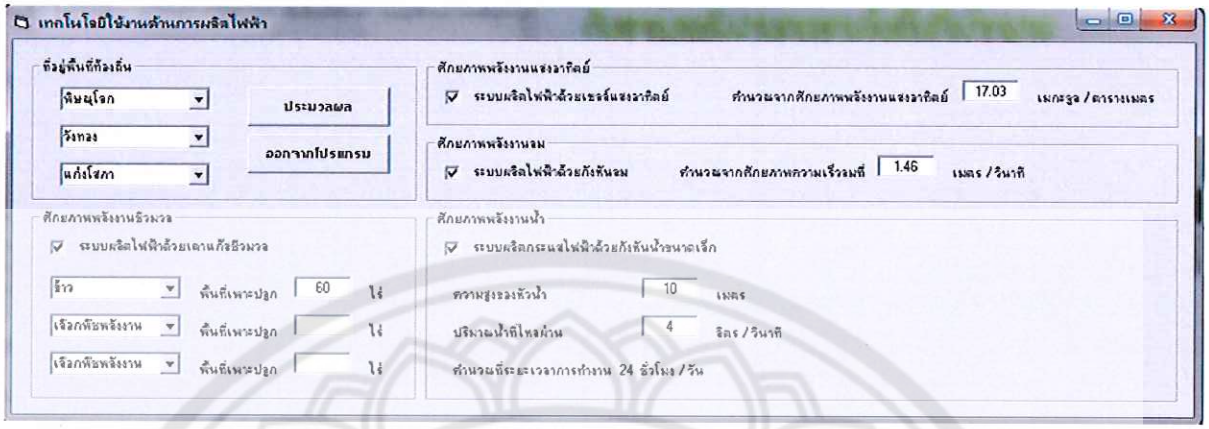
ส่วนที่ 4 ศักยภาพพลังงานชีวมวล ลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะแตกต่างจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องกรอกข้อมูลศักยภาพพลังงานชีวมวลจากพืชพลังงานในพื้นที่เป้าหมายนั้นๆ ซึ่งในโปรแกรมจะเตรียมชนิดของชีวมวลให้สามารถเลือกใช้งานได้ เช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ไม้ยางพารา และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น โดยมีหน่วยการใส่ข้อมูลเป็นจำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)

ส่วนที่ 5 ศักยภาพพลังงานน้ำ โปรแกรมได้ถูกออกแบบให้ผู้ใช้งานฯ ต้องใส่ข้อมูลศักยภาพพลังงานน้ำเนื่องจากพื้นที่ต่างๆ จะมีศักยภาพฯ ที่แตกต่างกันมาก โดยจะมีข้อมูลนำเข้าคือ ความสูงของหัวน้ำ และปริมาณน้ำไหลที่ผ่านต่อวินาที

การแสดงผลข้อมูลของโปรแกรม

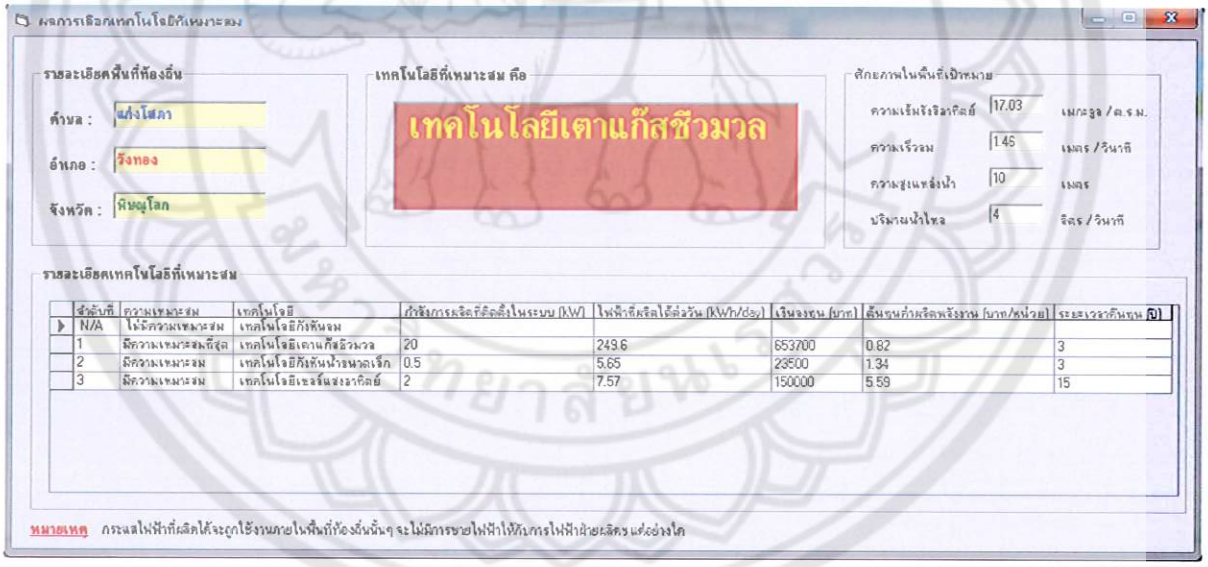
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถแสดงการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในพื้นที่เป้าหมาย โดยคำนวณจากค่าศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่นั้นๆ และแสดงเป็นลำดับของความเหมาะสม

ตัวอย่าง พื้นที่เป้าหมายเป็น ต.แก่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะมีศักยภาพพลังงานครบทั้ง 4 ชนิด



รูปที่ 4.3 แสดงข้อมูลศักยภาพของ ต.แก่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

ศักยภาพของ ต.แก่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก จะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 17.03 เมกะจูล/ตารางเมตร ค่าความเร็วลมเท่ากับ 1.46 เมตร/วินาที มีพื้นที่ทำนาจำนวน 60 ไร่ และความสูงของหัวน้ำกับปริมาณน้ำไหลผ่านเท่ากับ 10 เมตร และ 4 ลิตร/วินาที ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 ลำดับเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมาย

จากผลการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของโปรแกรมจะแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าว เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล (Biomass Gasifier) “มีความเหมาะสมที่สุด” เนื่องจากท้องถิ่นใน ต.แก่งโสภา นั้นมีพื้นที่ทำการเกษตร คือ ข้าว เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีชีวมวลซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากด้วยเช่นกัน โดยโปรแกรมจะนำค่าของพื้นที่ทำนา จำนวน 60 ไร่ มาคำนวณหาปริมาณชีวมวลที่เหลือ ซึ่งก็คือ แกลบ ฟางข้าว หลังจากนั้น จะนำศักยภาพชีวมวลดังกล่าวมาคำนวณโดยใช้ค่าความร้อนต่ำของชีวมวล เพื่อหาศักยภาพการผลิตไฟฟ้า โดยผลการคำนวณ ต.แก่งโสภา มีศักยภาพชีวมวลที่จะผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล

ขนาด 20 กิโลวัตต์ ซึ่งจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 249.6 kWh/day ใช้เงินลงทุนในการติดตั้งระบบทั้งหมด 653,700 บาท คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 0.82 บาท/หน่วย และ มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3 ปี โดยผลการคำนวณค่าดังกล่าวจะไม่คิดค่าการขนส่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหลือจากการเกษตรภายในพื้นที่เป้าหมาย

รองลงมาคือ เทคโนโลยีกังหันน้ำขนาดเล็กผลิตไฟฟ้า โดยในท้องถิ่น ต.แก่งโสภา จังหวัดพิษณุโลก มีแหล่งน้ำที่มีศักยภาพที่ความสูงของหัวน้ำ 10 เมตร และปริมาณน้ำไหลผ่านที่ 4 ลิตร/วินาที ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณแล้วสามารถผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้งของระบบ 0.5 กิโลวัตต์ ค่าเงินลงทุนสำหรับติดตั้งระบบ 23,500 บาท ได้ปริมาณไฟฟ้า 5.65 kWh/day คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 1.34 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3 ปี

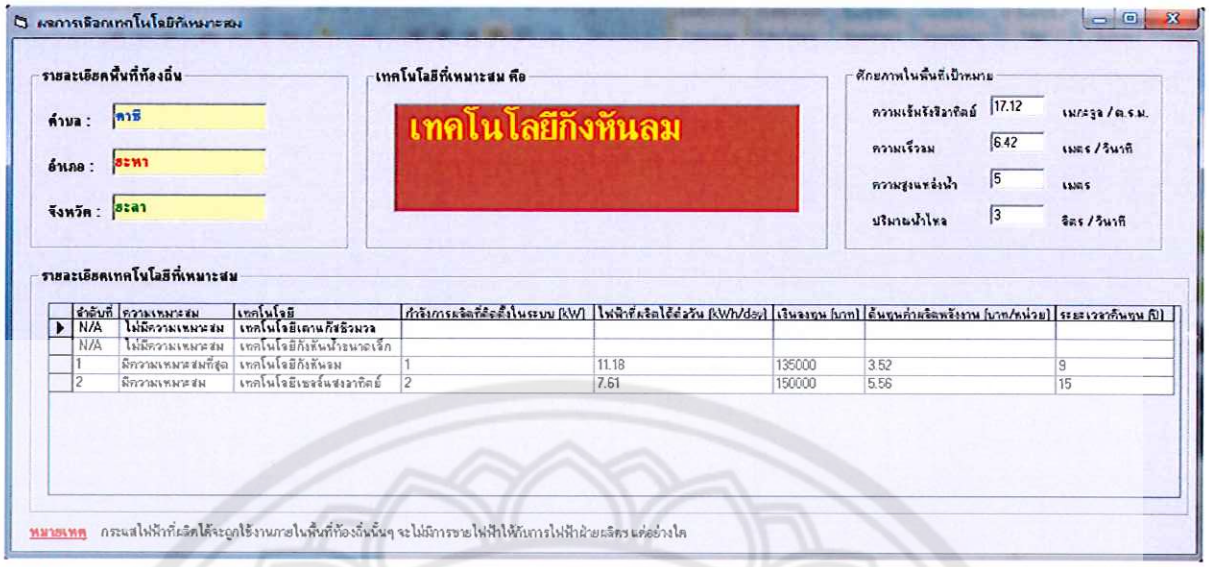
โดยเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์มีความเหมาะสมเป็นลำดับสุดท้าย ซึ่งเมื่อคำนวณจากค่ารังสีอาทิตย์ของ ต.แก่งโสภา มีค่าเท่ากับ 17.03 เมกะจูล / ต.ร.ม. และมีการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกำลังการผลิต 2 กิโลวัตต์ ค่าเงินลงทุนสำหรับติดตั้งระบบ 150,000 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 7.57 kWh/day คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 5.59 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 15 ปี

ในลำดับสุดท้ายคือ เทคโนโลยีกังหันลมนั้นไม่มีความเหมาะสมในการลงทุน เนื่องจากในท้องถิ่นดังกล่าวมีศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 1.46 m/s โดยจากการคำนวณค่าของโปรแกรมฯ ที่ขนาดกำลังการผลิตที่ติดตั้ง 400 วัตต์ จำนวนเงินลงทุน 65,000 บาท สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 0.16 kWh/day ซึ่งเมื่อนำมาคิดคำนวณค่าความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าเทคโนโลยีกังหันลมจะไม่มีความเหมาะสมในแง่ของการลงทุนติดตั้งระบบฯ เนื่องจากความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบฯ ควรมีค่าความเร็วลมอย่างน้อย 3.5 m/s ขึ้นไป

ผลการทดลองของการนำโปรแกรมฯ ไปใช้งานในด้านการผลิตไฟฟ้า

1. ความถูกต้องของการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

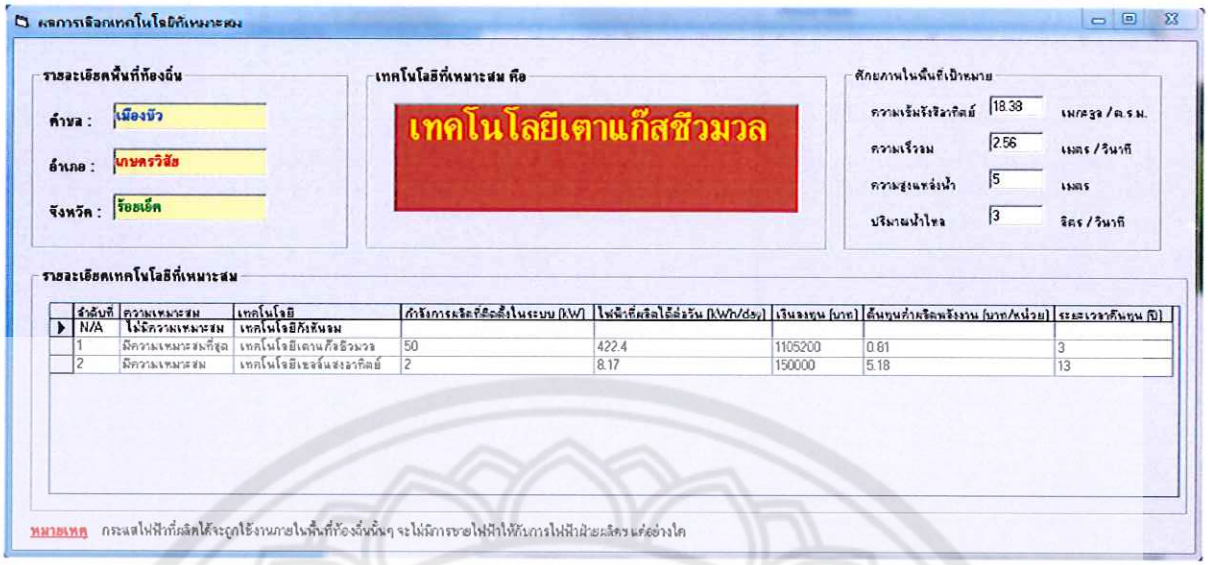
โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพฯ สามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับพื้นที่เป้าหมายได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรมเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถ้าพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศแล้ว เมื่อนำโปรแกรมไปใช้งานในภาคใต้ของประเทศ โปรแกรมจะเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมคือ กังหันลมผลิตไฟฟ้า



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของ ต.ตาชี อ.ยะหา จ.ยะลา

เมื่อนำโปรแกรมไปใช้งานในพื้นที่ ต.ตาชี อ.ยะหา จ.ยะลา เนื่องจากพื้นที่เป้าหมายมีศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 6.42 เมตร / วินาที จากการคำนวณพื้นที่ดังกล่าวสามารถติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันลมขนาดกำลังการผลิต 1 กิโลวัตต์ จำนวนเงินการลงทุน 135,000 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 11.18 kWh/day คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 3.52 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 9 ปี จึงมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการลงทุนติดตั้งระบบ โดยรองลงมาคือเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ ที่มีค่าต้นทุนค่าการผลิตพลังงาน 7.61 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 15 ปี ส่วนเทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวลและเทคโนโลยีกังหันน้ำขนาดเล็กไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากพื้นที่เป้าหมายมีพื้นที่สำหรับเพาะปลูกยางพาราจำนวน 10 ไร่ และระดับของแหล่งน้ำมีความสูงเพียง 5 เมตร จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อนำมาคิดคำนวณสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า จะมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ โปรแกรมจึงแสดงสถานะไม่มีความเหมาะสมสำหรับการลงทุน

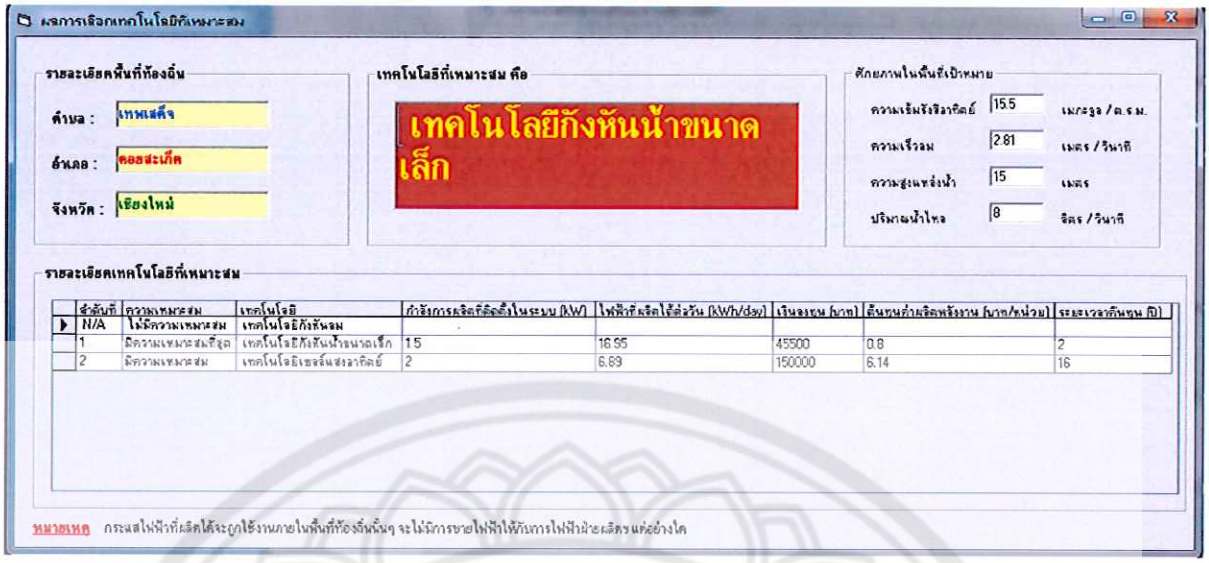
กรณีถ้านำไปใช้งานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ปลูกพืชพลังงานเป็นจำนวนมาก โปรแกรมจะประมวลผลให้เลือกเทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล โดยเมื่อนำโปรแกรมไปใช้งานใน ต.เมืองบัว อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีพื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตร คือ ข้าว โดยตำบลดังกล่าวมีพื้นที่ปลูกข้าวจำนวน 100 ไร่ ซึ่งเมื่อนำมาคิดคำนวณแล้วจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 422.4 kWh/day จากการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเตาแก๊สชีวมวลขนาดกำลังการผลิตที่ติดตั้ง 50 kW จำนวนเงินการลงทุน 1,105,200 บาท คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 0.81 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3 ปี จึงมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการลงทุนติดตั้งระบบฯ



รูปที่ 4.6 ผลการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของ ต.เมืองบัว อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด

โดยรองลงมาคือเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่มีความเหมาะสมที่จะลงทุน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.56 เมตร / วินาที

กรณีถ้านำไปใช้งานในภาคเหนือซึ่งภูมิประเทศเป็นภูเขา และมีศักยภาพของแหล่งน้ำ โปรแกรมจะประมวลผลให้เลือกเทคโนโลยีกังหันน้ำ โดยเมื่อนำโปรแกรมไปใช้งานใน ต.เทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ โดยพื้นที่ดังกล่าวมีความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 15.5 เมกะจูล / ต.ร.ม. ความเร็วลมเท่ากับ 2.81 เมตร / วินาที และมีความสูงของหัวน้ำ และปริมาณน้ำไหลผ่านเท่ากับ 15 เมตร และ 8 ลิตร / วินาที ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะมีการเพาะปลูกเป็นพืชกาแฟเป็นส่วนใหญ่ โดยพืชดังกล่าวยังไม่มีงานวิจัยที่จะนำมาเป็นพืชชีวมวลสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ผลการเลือกเทคโนโลยีพบว่า พื้นที่ดังกล่าวเหมาะสมที่จะลงทุนเทคโนโลยีกังหันน้ำขนาดเล็กมากที่สุด จากศักยภาพข้างต้นเมื่อนำมาคิดคำนวณแล้วจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 16.95 kWh/day จากการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็กกำลังการผลิตที่ติดตั้ง 1.5 kW จำนวนเงินการลงทุน 45,500 บาท คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 0.8 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2 ปี จึงมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการลงทุนติดตั้งระบบฯ



รูปที่ 4.7 ผลการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมของ ต.เทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

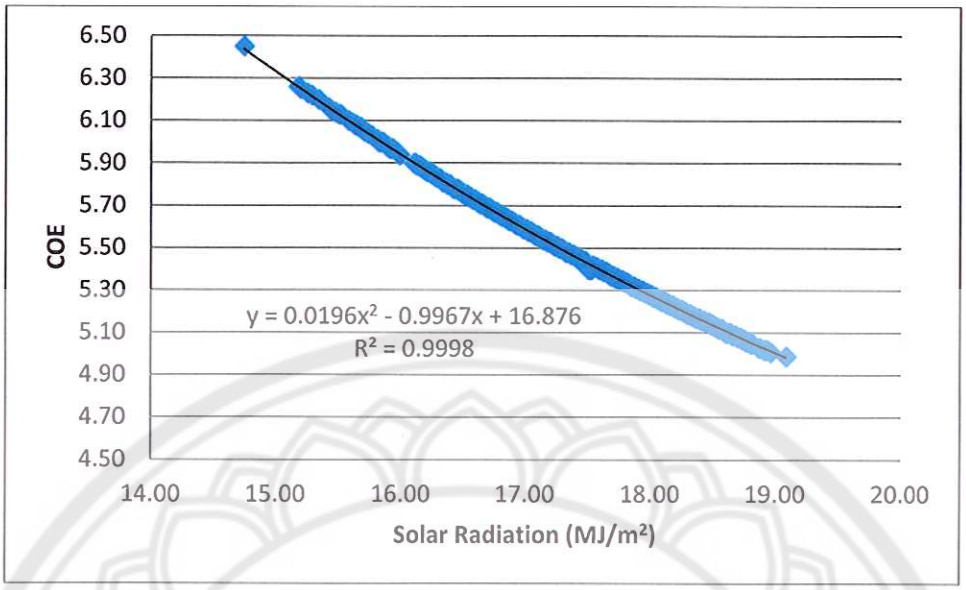
โดยรองลงมาคือเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่มีความเหมาะสมที่จะลงทุน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีความเร็วลมเฉลี่ยเท่ากับ 2.81 เมตร / วินาที

กรณีพื้นที่ท้องถิ่นทั่วๆไปที่ไม่มีศักยภาพด้านใดเด่นชัด โปรแกรมฯ จะเลือกเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม เนื่องจากประเทศไทย มีปริมาณรังสีอาทิตย์อยู่ในระดับดีมากตลอดทั้งปี

2. ความรวดเร็วของโปรแกรม

โปรแกรมได้รับการออกแบบให้มีขั้นตอนการคำนวณค่าให้น้อยที่สุด เนื่องจากโปรแกรมจะต้องติดต่อกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (ฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ ฐานข้อมูลพลังงานลม ฐานข้อมูลด้านพลังงานชีวมวล และฐานข้อมูลพลังงานน้ำ) พร้อมกับมีการคิดคำนวณความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยในโปรแกรมจะมีการคำนวณการลดลงของประสิทธิภาพเทคโนโลยี ค่าการผลิตพลังงานต่อหน่วย ระยะเวลาการคืนทุนซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะมีเวลาไม่เท่ากัน จากการทำงานข้างต้นจะเห็นได้ว่า โปรแกรมจะต้องมีการคำนวณที่ซับซ้อนและหลากหลาย ซึ่งถ้าไม่คำนึงถึงความรวดเร็วในการประมวลผลของโปรแกรมจะส่งผลให้โปรแกรมทำงานได้ล่าช้าหรือไม่ก็อาจจะแสดงผลไม่ได้เลย ดังนั้นจึงต้องมีการลดขั้นตอนการคำนวณที่ไม่จำเป็นออกไป และใช้วิธีการเก็บผลการคำนวณที่มีการทำงานซ้ำๆ ให้อยู่ในฐานข้อมูล และอีกส่วนคือหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรแทนค่าในสมการ และวิเคราะห์หาค่า R^2 เพื่อความสะดวกในเวลาที่ต้องการคำนวณค่าต่างๆ ส่งผลให้โปรแกรมมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากแนวคิดข้างต้น รายละเอียดต่อไปนี้เป็นตัวอย่างแนวทางการคำนวณค่าการผลิตพลังงานต่อหน่วย (COE) ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยจะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์ (ค่าเริ่มต้นของระบบ) และค่าต้นทุนการผลิตพลังงาน (COE) ในรูปแบบสมการเชิงเส้น และนำสมการนี้ไปใช้คำนวณค่าในโปรแกรมฯ ต่อไป



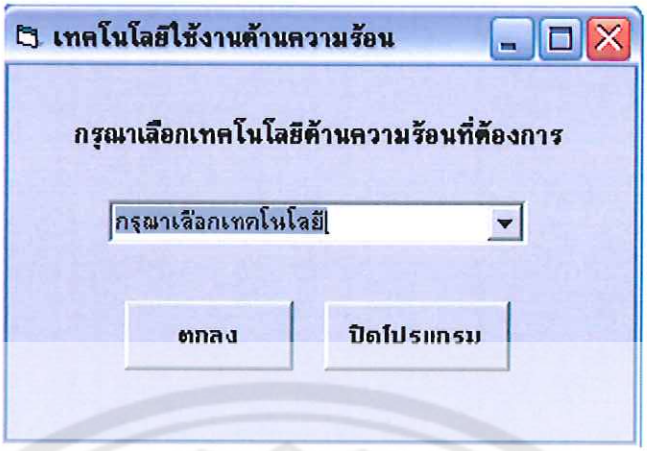
รูปที่ 4.8 กราฟสมการเชิงเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์และค่าต้นทุนการผลิตพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ผู้วิจัยเลือกชุดข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และนำมาแปลงเป็นกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้น จากชุดข้อมูลดังกล่าวจะได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นคือ $y=0.0196x^2 - 0.9967x + 16.876$ และมีค่า $R^2 = 0.9998$ หลังจากที่ได้สมการเชิงเส้นแล้ว หลังจากนั้นนำค่าสมการดังกล่าวใส่ลงในโปรแกรมฯ โดยเมื่อโปรแกรมฯ มีการอ่านค่าจากฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ในแต่ละตำบลของประเทศแล้ว โปรแกรมฯ จะสามารถคำนวณค่า COE ได้จากค่ารังสีอาทิตย์ดังกล่าว ส่งผลให้ขั้นตอนการคำนวณค่าลดลง โดยที่การแสดงผลของข้อมูลยังคงความถูกต้อง ซึ่งรูปแบบการคำนวณดังกล่าวถูกนำมาใช้ลดขั้นตอนการคำนวณค่า COE ของทุกเทคโนโลยีที่มีการใช้งานในโปรแกรมฯ

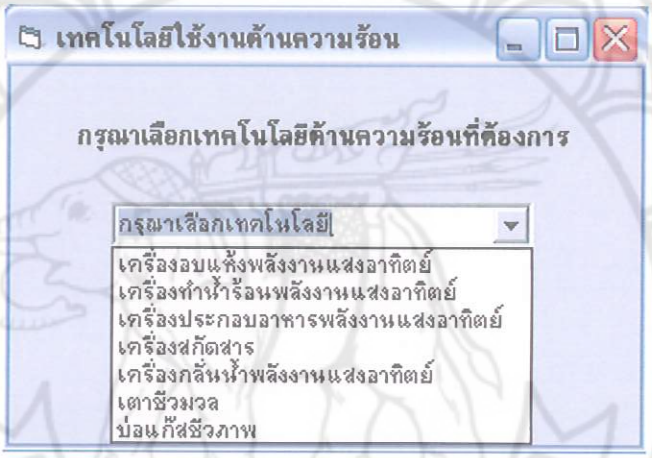
3. การใช้งานโปรแกรม

งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ และออกแบบในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface; GUI) ให้มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ลดจำนวนข้อมูลนำเข้าสู่ระบบให้น้อยที่สุด แต่ยังคงไว้ซึ่งความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากผู้ใช้งานโปรแกรมส่วนใหญ่เป็นผู้นำชุมชนหรือชาวบ้าน ที่อาจจะไม่มีความรู้ด้านพลังงานทดแทนมากนัก แต่สามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากหน้าหลักของการแสดงผลโปรแกรม (รูปที่ 4.1) ในส่วนที่ 2 คือการนำโปรแกรมไปใช้งานในด้านพลังงานความร้อน ซึ่งเมื่อโปรแกรมมีการเรียกใช้งาน จะแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้งานเลือกเทคโนโลยีด้านความร้อนชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 แสดงหน้าหลักของเทคโนโลยีด้านความร้อนที่ต้องการใช้งาน



รูปที่ 4.10 แสดงชนิดของเทคโนโลยีด้านความร้อนที่โปรแกรมมีไว้ให้เลือกใช้งาน

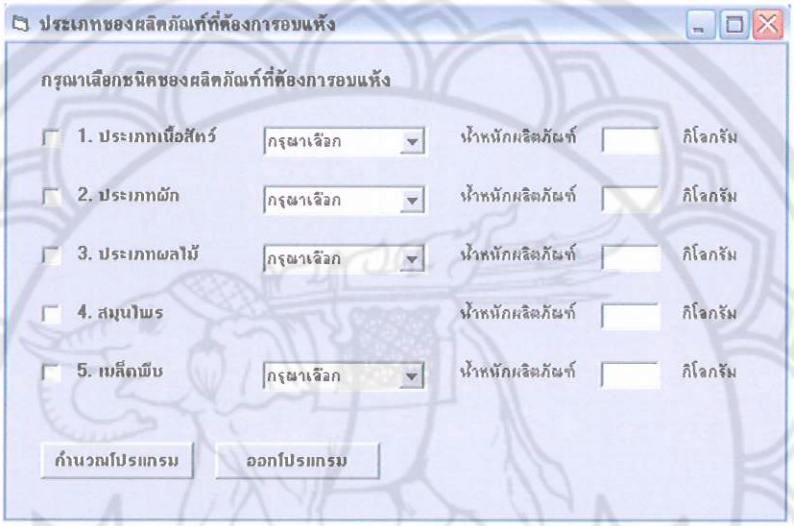
ในส่วนนี้ โปรแกรมจะมีเทคโนโลยีด้านความร้อนทั้งหมด 7 ชนิด ให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกเทคโนโลยีที่ต้องการดังต่อไปนี้

1. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
2. เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
3. บ่อแก๊สชีวภาพ
4. เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์
5. เครื่องสกัดสาร
6. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
7. เตาชีวมวล

1. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจุบันวิทยาลัยฯ ได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งได้มีการใช้งานจริงและมีโครงการเผยแพร่ไปสู่ชุมชนที่มีความต้องการใช้เครื่องอบแห้งฯ หลากหลายชุมชนในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยในขั้นตอนการคำนวณนั้น โปรแกรมจะใช้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งฯ ดังกล่าว เป็นฐานการคำนวณระยะเวลาในการอบผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

เมื่อผู้ใช้งานเลือกเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โปรแกรมจะแสดงฟอร์มการรับข้อมูลนำเข้าของเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (รูปที่ 4.11)



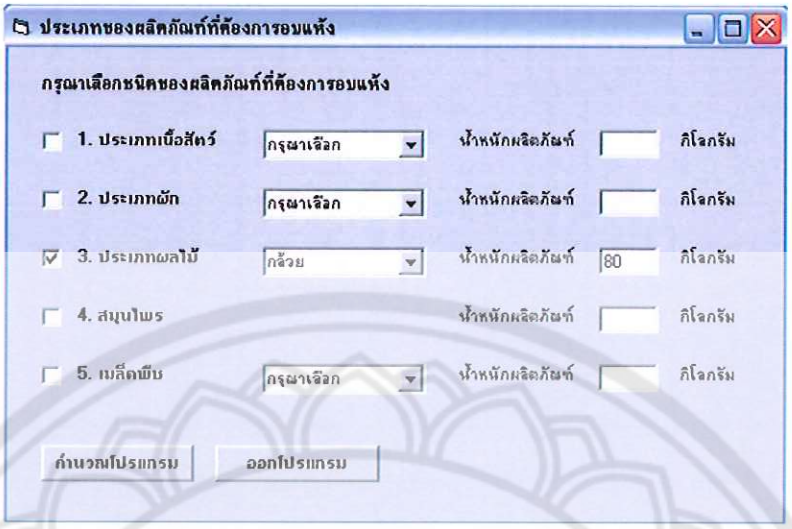
รูปที่ 4.11 แสดงฟอร์มการรับเข้าข้อมูลสำหรับเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ฟอร์มการรับเข้าข้อมูลจะแบ่งชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนสามารถนำมาอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวได้ 5 ประเภทใหญ่ๆ โดยแต่ละประเภทจะสามารถแยกย่อยผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

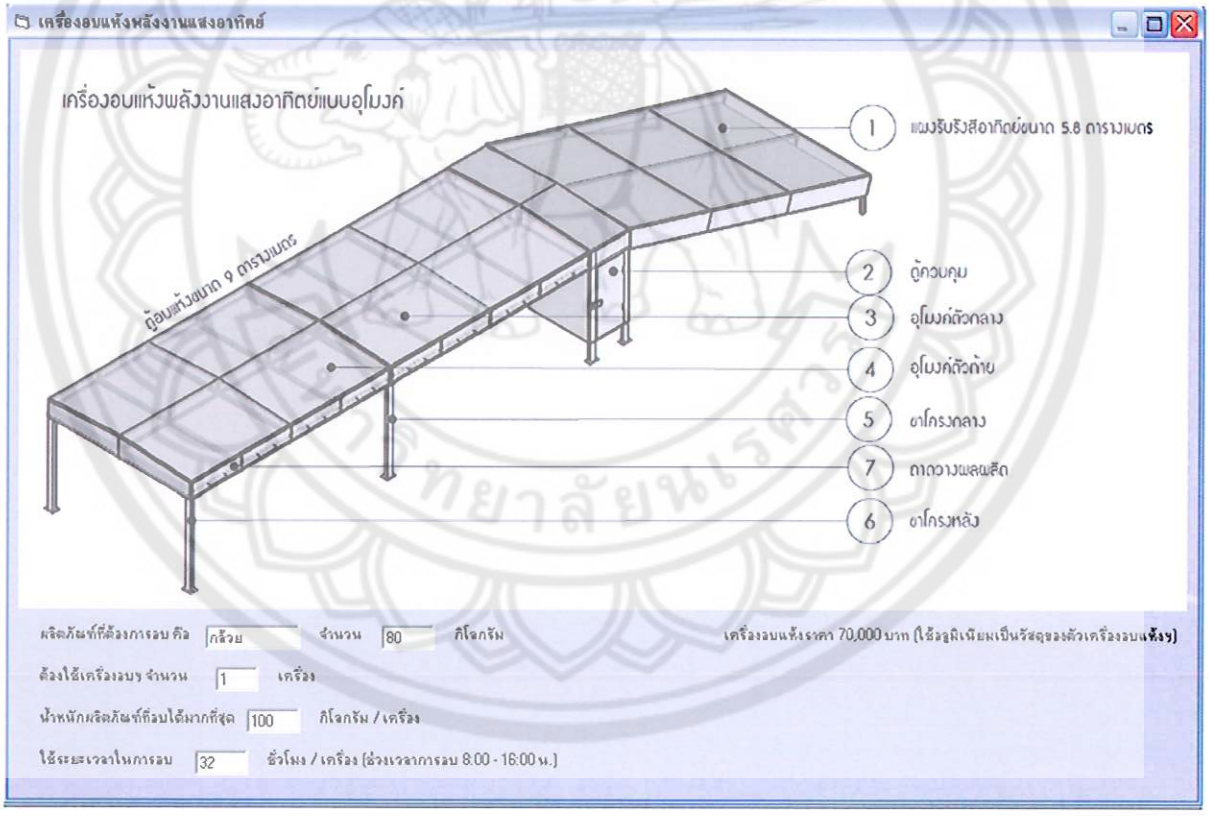
1. ประเภทของเนื้อสัตว์ ได้แก่ เนื้อวัว เนื้อปลา เนื้อหมู
2. ประเภทของผัก ได้แก่ พริกจินดา พริกเม็ดใหญ่ ใบม่อน ใบชา ต้นหอม ผักชี ใบมะกรูด ขิง ขา ตะไคร้
3. ประเภทผลไม้ ได้แก่ กล้วย สัปปะรด มะพร้าว มะม่วง สตอเบอรี่ พุทธา มะขาม มะขาวแช่อิ่ม มะเขือเทศ มะละกอ ขนุน ลำไย
4. สมุนไพร ได้แก่ สมุนไพรชนิดต่างๆ
5. เมล็ดพืช ได้แก่ ข้าวเปลือก ข้าวโพด

เมื่อผู้ใช้งานเลือกประเภท ชนิด และใส่น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ โปรแกรมจะทำการคำนวณหาระยะเวลาในการอบแห้ง และแสดงรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องอบแห้งฯ

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาคำนวณเป็นประเภทผลไม้ คือ กล้วย จำนวน 80 กิโลกรัม ดังรูป



รูปที่ 4.12 แสดงการนำเข้าข้อมูลประเภทผลไม้ คือ กล้วย จำนวน 80 กิโลกรัม

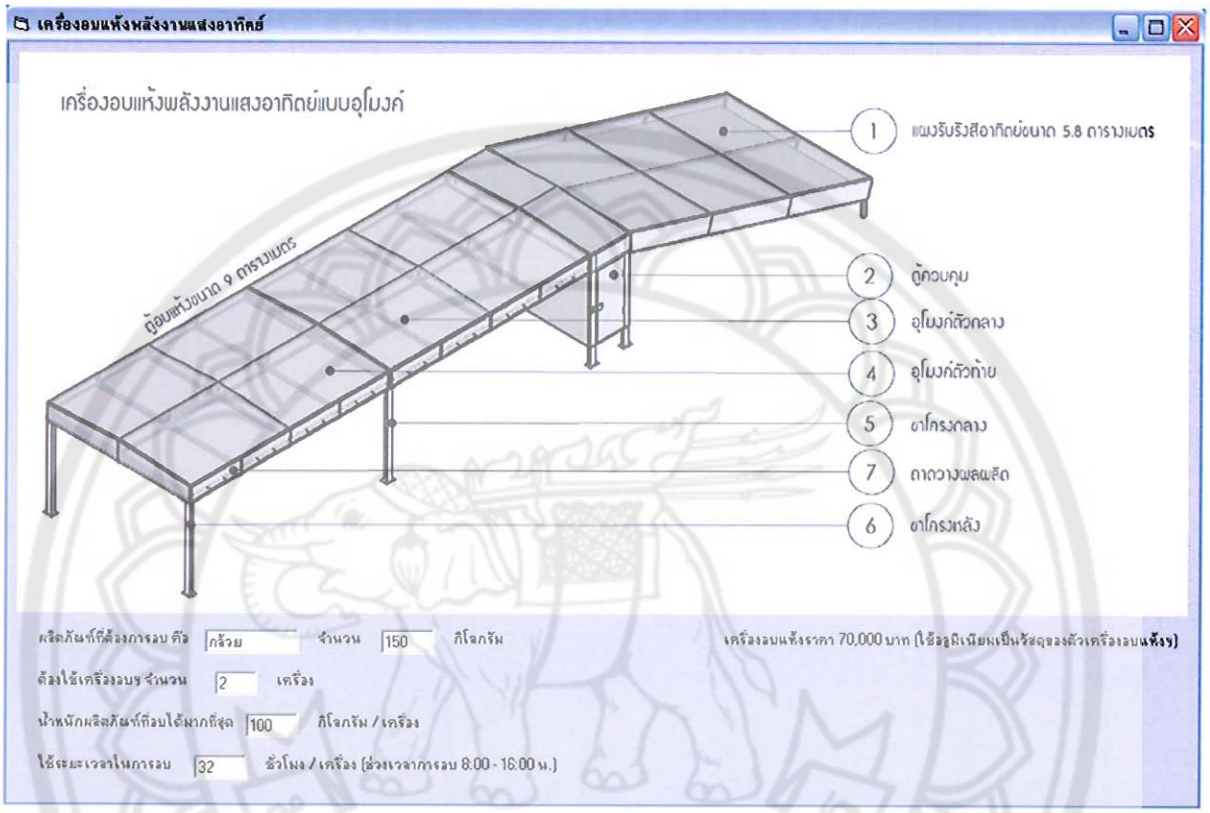


รูปที่ 4.13 แสดงผลลัพธ์การคำนวณของการอบกล้วยจำนวน 80 กิโลกรัม

หน้าผลลัพธ์จะแสดงให้เห็นถึงผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้งานได้เลือกไว้ คือ กล้วย จำนวน 80 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการอบ 32 ชั่วโมง โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่อบได้มากที่สุดเท่ากับ 100 กิโลกรัม / เครื่อง โปรแกรมจะคิดคำนวณจากการอบกล้วยตั้งแต่ 8:00 – 16:00 น. ในวันที่ท้องฟ้าปลอดโปร่งไม่มีฝน คิดเป็น

ระยะเวลา 8 ชั่วโมงใน 1 วัน ซึ่งระบบแสดงค่าระยะเวลาในการอบ 32 ชั่วโมง หมายถึงจะต้องใช้เวลาในการอบกล้วย 4 วัน

ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการอบกล้วยจำนวน 150 กิโลกรัม ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าเครื่องอบแห้งจะสามารถอบได้ใน 1 เครื่อง โปรแกรมจะแสดงจำนวนเครื่องอบแห้งฯ ที่ต้องใช้งานมากกว่า 1 เครื่อง

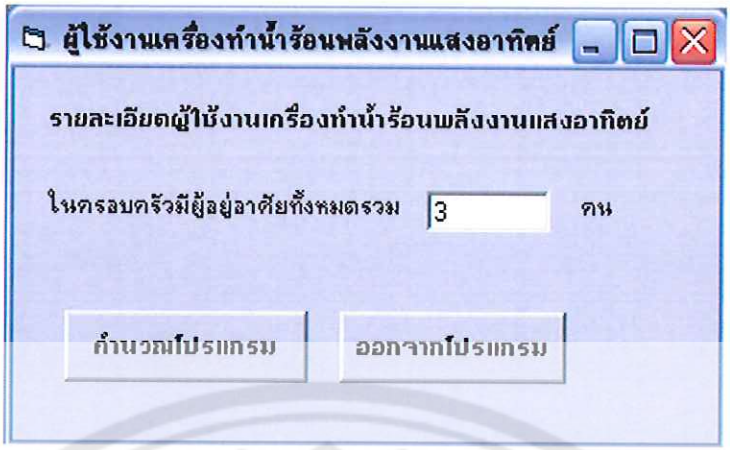


รูปที่ 4.14 แสดงผลลัพธ์การคำนวณของการอบกล้วยจำนวน 150 กิโลกรัม

ผลการคำนวณโปรแกรมแสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่ต้องการอบกล้วย 150 กิโลกรัม ต้องใช้เครื่องอบแห้งฯ จำนวน 2 เครื่อง โดยโปรแกรมจะแสดงระยะเวลาในการอบกล้วยเครื่องละ 32 ชั่วโมง ซึ่งราคาเครื่องอบแห้งฯ จะอยู่ที่ประมาณ 70,000 บาท (ราคาโดยประมาณเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเครื่องอบแห้งอาจแตกต่างกันตามท้องถิ่นที่มีการใช้งาน)

2. เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

รูปแบบการนำเข้าข้อมูลของการใช้งานเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้ข้อมูลของจำนวนผู้อยู่อาศัยในบ้านเรือน โดยโปรแกรมจะนำค่าของจำนวนผู้ใช้งานนี้ไปคำนวณขนาดของถังเก็บน้ำร้อนเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานน้ำร้อนได้ตลอดทั้งวัน โดยจะขอยกตัวอย่างจำนวนผู้ใช้งาน 3 คน เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมฯ ต่อไป



รูปที่ 4.15 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 4.16 แสดงผลลัพธ์การคำนวณเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องการใช้งาน

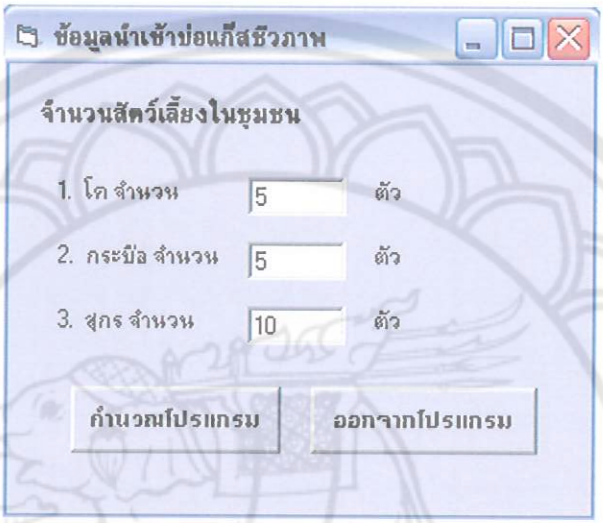
หลังจากโปรแกรมฯ รับค่าจำนวนผู้ใช้ และนำไปคำนวณหาขนาดของถังเก็บน้ำร้อน โปรแกรมฯ จะแสดงให้เห็นถึงชนิดของเครื่องทำน้ำร้อน ขนาด และราคา พร้อมทั้งผู้ติดต่อในกรณีต้องการขอข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับบริษัทที่ต้องการจัดซื้อ โดยวิทยาลัยฯ จะเป็นผู้ให้บริการข้อมูลต่างๆเพิ่มเติมและประสานงานให้กับผู้ใช้งานต่อไป

ผลลัพธ์ของโปรแกรมจะแสดงชนิดของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นชนิดหลอดแก้วสูญญากาศ จำนวนผู้ใช้งาน 3 คน ขนาดของถังเก็บน้ำร้อนของเครื่องฯ ที่คำนวณได้ คือ 150 ลิตร ราคาโดยประมาณ 30,000 บาท (ราคาโดยประมาณเนื่องจากแต่ละบริษัทจะใช้วัสดุในการทำเครื่องทำน้ำร้อนที่

แตกต่างกันไป ส่งผลให้ราคาขายต่อเครื่องแตกต่างกัน) โดยการคิดคำนวณขนาดของถังเก็บน้ำร้อนนี้จะใช้ฐานการคำนวณจากคนอาบน้ำแบบฝักบัวทั่วไป วันละ 2 ครั้ง คือ เช้า-เย็น

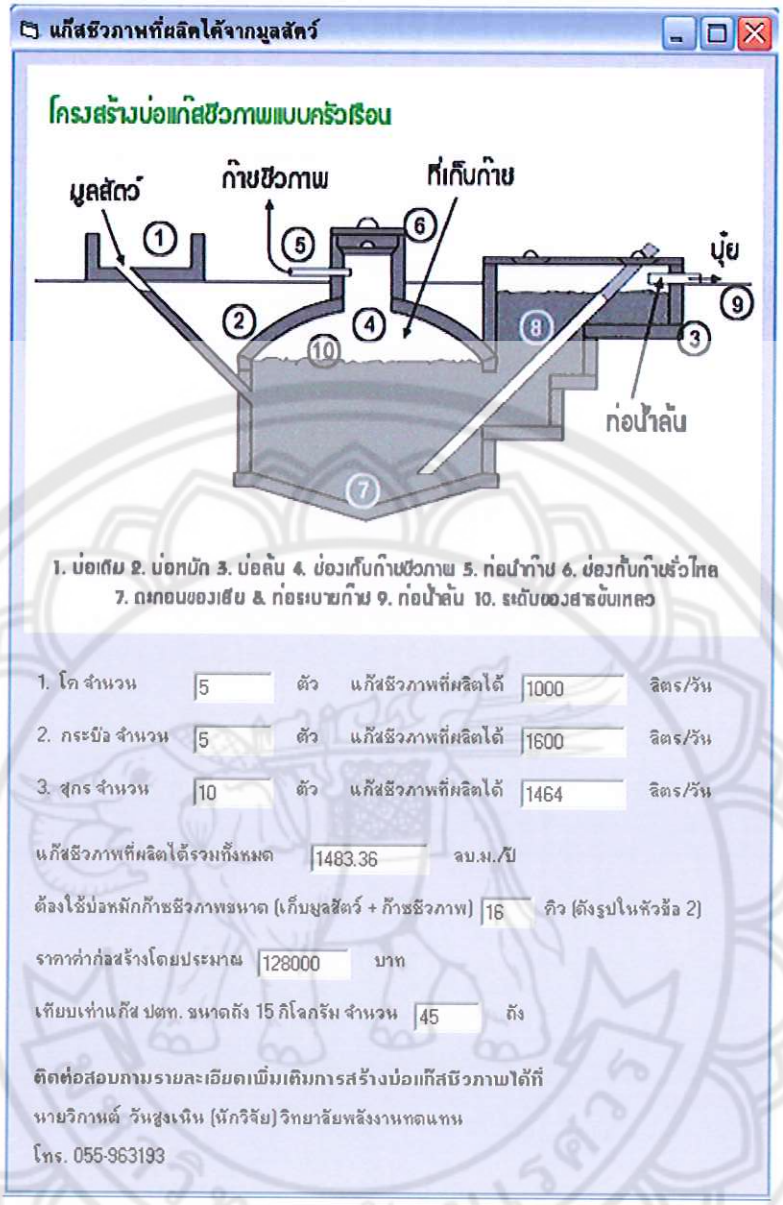
3. **บ่อแก๊สชีวภาพ**

ผู้ใช้งานสามารถคำนวณปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นได้ในชุมชน โดยสามารถคิดคำนวณได้จากมูลสัตว์ คือ โค กระบือ และสุกร โดยโปรแกรมฯ จะมีการคำนวณค่า และรายงานผลปริมาณของแก๊สที่จะเกิดขึ้นต่อไป



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลบ่อแก๊สชีวภาพ

ในรูป 4.1 แสดงตัวอย่างในชุมชม ซึ่งมีการเลี้ยงโค และกระบือ อย่างละ 5 ตัว เลี้ยงสุกร จำนวน 10 ตัว โปรแกรมฯ จะนำจำนวนสัตว์เลี้ยงดังกล่าวไปคำนวณ โดยจะใช้ผลคูณจำนวนมูลสัตว์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวันของสัตว์แต่ละชนิด สัดส่วนของการเปลี่ยนจากมูลสัตว์เป็นแก๊สชีวภาพ และรายงานปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้ให้ผู้ใช้งานโปรแกรมฯ ทราบต่อไป



รูปที่ 4.18 แสดงผลลัพธ์ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้จากสัตว์เลี้ยงในพื้นที่เป้าหมาย

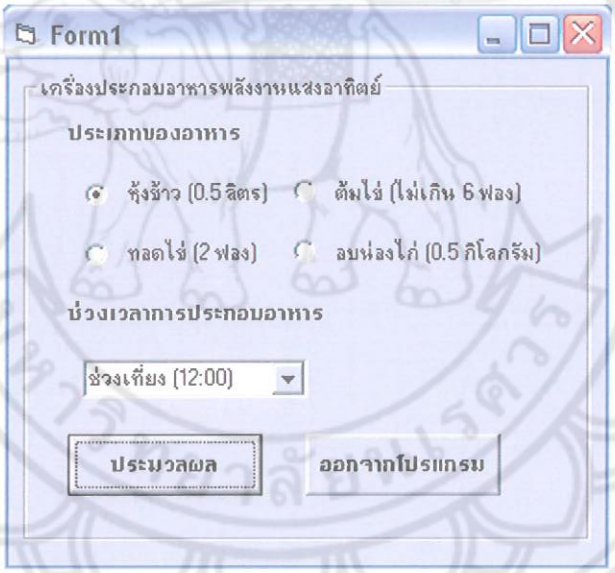
จากผลการคำนวณ โปรแกรมจะรายงานให้ทราบถึงมูลสัตว์ของโคจำนวน 5 ตัว สามารถผลิตเป็นแก๊สชีวภาพได้ปริมาณ 1,000 ลิตร/วัน มูลสัตว์จากกระบือ 5 ตัว สามารถผลิตเป็นแก๊สฯ ได้ 1,600 ลิตร/วัน และสุดท้าย มูลสัตว์จากสุกร 10 ตัว สามารถผลิตเป็นแก๊สฯ ได้ 1,464 ลิตร/วัน ซึ่งเมื่อนำมาคิดคำนวณต่อปีจะได้ปริมาณ 1,483.36 ลบ.ม./ปี โดยโปรแกรมฯ จะคำนวณปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้ทั้งหมด เปรียบเทียบกับปริมาณแก๊ส 1 ถังของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 15 กิโลกรัม ซึ่งมีการใช้งานทั่วไปในครัวเรือน เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมซึ่งเป็นผู้นำชุมชนหรือชาวบ้าน เข้าใจถึงปริมาณแก๊สที่ผลิตได้ในแต่ละปี โดยผลการคำนวณโปรแกรมฯ แสดงให้เห็นว่าปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะเทียบเท่ากับ แก๊ส ปตท. ขนาด 15 กิโลกรัม จำนวน 45 ถัง / ปี

นอกจากนี้ โปรแกรมสามารถแสดงปริมาณของบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ในกรณีนี้พื้นที่เป้าหมายสามารถนำค่าดังกล่าวไปใช้ในการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพเพื่อใช้ในครัวเรือนได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องรอผู้เชี่ยวชาญมาช่วยออกแบบโครงสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ ซึ่งจากตัวอย่างข้างต้นจะต้องใช้บ่อแก๊สชีวภาพขนาด 16 คิว สำหรับเก็บมูลสัตว์และก๊าซชีวภาพที่จะเกิดขึ้น คิดค่าการก่อสร้างประมาณ 128,000 บาท / ระบบ

ในกรณีต้องการข้อมูลเพิ่มเติม โปรแกรมได้มีการแสดงรายชื่อนักวิจัยของวิทยาลัยพลังงานทดแทน ซึ่งสามารถให้คำปรึกษาในการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพที่ชุมชนนั้นๆ ได้อีกด้วย

4. เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจุบันวิทยาลัยพลังงานทดแทน ได้มีการพัฒนาต้นแบบเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้น และได้มีการทดสอบประสิทธิภาพ มีการนำไปใช้ในการประกอบอาหารจริง จากข้อมูลข้างต้นนี้ เทคโนโลยีนี้สามารถส่งเสริมเผยแพร่สู่ชุมชนให้มีการใช้งานจริงได้ โดยผู้ใช้งานจะต้องมีการใส่ข้อมูลของประเภทของอาหารที่ต้องการประกอบ และช่วงเวลาในการประกอบอาหาร ซึ่งจะถูกแบ่งเป็นช่วงเช้า ช่วงเที่ยง และช่วงบ่าย



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์

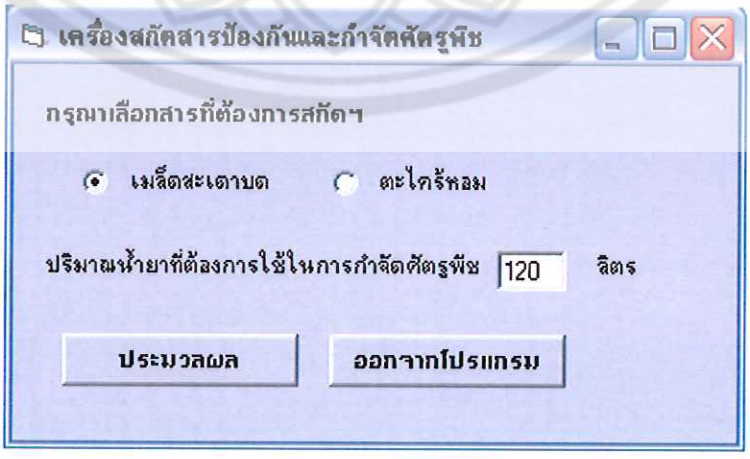
เมื่อผู้ใช้งานเลือกประเภทของอาหาร และช่วงเวลาการประกอบอาหาร โปรแกรมจะแสดงระยะเวลาในการประกอบอาหาร โดยจากตัวอย่างต้องการประกอบอาหารโดยการเลือกในหัวข้อ หุ้งข้าว (0.5 ลิตร) และช่วงเวลาในการประกอบอาหาร คือ ช่วงเที่ยง (12:00) โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าระยะเวลาในการประกอบอาหาร คือ 60 นาที พร้อมทั้งบอกราคาของเครื่องประกอบอาหารฯ เท่ากับ 1,500 บาท

รูปที่ 4.20 แสดงจำนวนเวลาที่ใช้ในการประกอบอาหารของเครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์

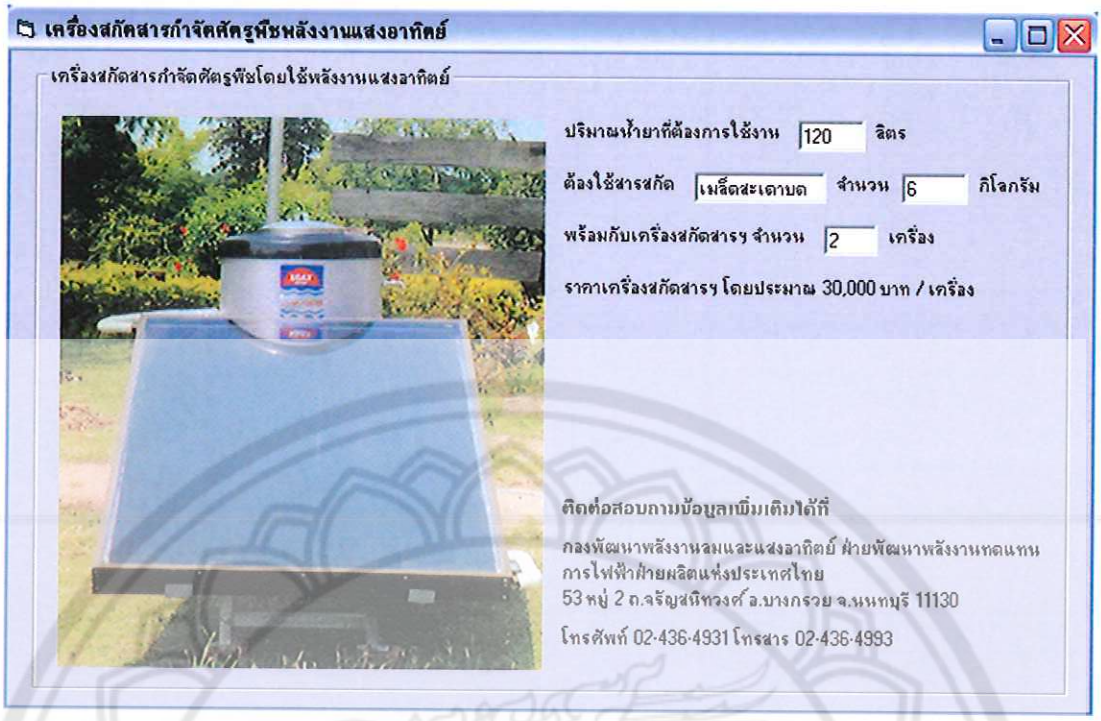
ในกรณีที่ชุมชนมีความประสงค์จะใช้งานเครื่องประกอบอาหารฯ โปรแกรมได้มีการแสดงถึงข้อมูลสำหรับผู้รับผิดชอบในการสร้างเครื่องประกอบอาหารฯ มาให้ เพื่อชุมชนสามารถติดต่อขอแบบการสร้างเครื่องและสามารถนำไปสร้างใช้งานได้เองภายในชุมชนต่อไป

5. เครื่องสกัดสาร

เครื่องสกัดสารกำจัดศัตรูพืชพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีกองพัฒนาพลังงานลมและแสงอาทิตย์ ฝ่ายพัฒนาพลังงานทดแทน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นผู้คิดค้นเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งเครื่องดังกล่าวจะใช้ความร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส ในการสกัดสารละลายออกมาจากสมุนไพร และละลายลงสู่ถังน้ำร้อน โดยโปรแกรมได้ออกแบบเพื่อให้รับค่าชนิดของสารสกัด และปริมาณสารสกัดที่ต้องการใช้งาน โดยจะขอยกตัวอย่างสารสกัดฯ คือ เมล็กสะเดาบด และปริมาณสารสกัดฯ ที่ต้องการ คือ 120 ลิตร



รูปที่ 4.21 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเครื่องสกัดสารกำจัดศัตรูพืชพลังงานแสงอาทิตย์

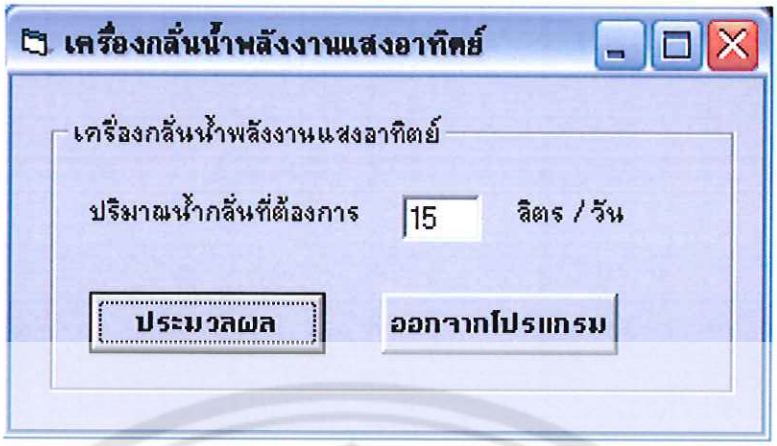


รูปที่ 4.22 แสดงผลลัพธ์โปรแกรมของเครื่องสกัดสารกำจัดศัตรูพืชพลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการคำนวณโปรแกรมจะแสดงปริมาณสารสกัดที่จะต้องใช้ในการเตรียมสารฯ ซึ่งจากตัวอย่างจะต้องใช้เมล็ดสะเดาบดจำนวน 6 กิโลกรัมในการเตรียมสารสกัด 120 ลิตร โดยจะต้องใช้เครื่องสกัดสารฯ จำนวน 2 เครื่อง นอกจากนี้โปรแกรมได้แสดงราคา และที่อยู่ของผู้ผลิต คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พร้อมเบอร์โทรฯ ติดต่อ เพื่อความสะดวกในการติดต่อประสานงานต่อไป

6. เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้หลักการของการควบแน่น และกลั่นตัวของหยดน้ำเพื่อให้ได้น้ำบริสุทธิ์ โดยน้ำดังกล่าวสามารถนำมารับประทานหรือใช้เป็นน้ำกลั่นเติมแบตเตอรี่ในรถยนต์ได้ โดยหน่วยงานที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยีเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ได้แก่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ซึ่งในการออกแบบโปรแกรมต้องรับค่าปริมาณน้ำที่ต้องการกลั่นเพื่อนำไปคำนวณพื้นที่การกลั่นต่อไป รายละเอียดต่อไปนี้เป็นตัวอย่างปริมาณน้ำกลั่นที่ต้องการเท่ากับ 15 ลิตร / วัน



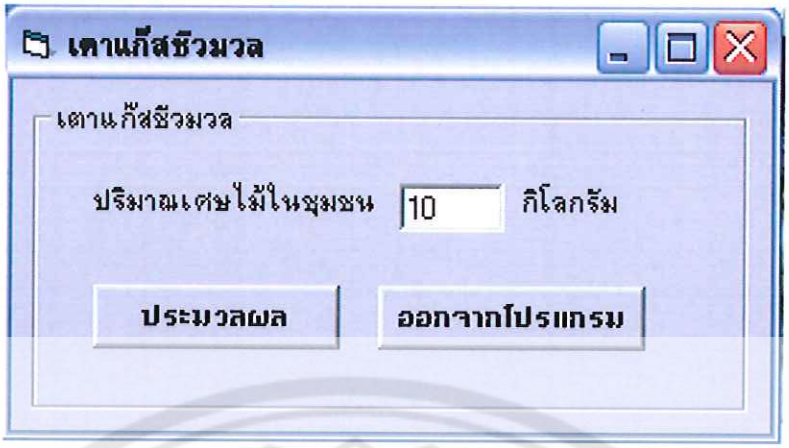
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการคำนวณโปรแกรมฯ จะแสดงจำนวนพื้นที่ของเครื่องกลั่นน้ำ เมื่อผู้ใช้งานต้องการปริมาณน้ำ 15 ลิตร/วัน โปรแกรมสามารถคำนวณและแสดงค่าขนาดเครื่องกลั่นน้ำเท่ากับ 4 ตารางเมตร พร้อมคำนวณค่าเงินลงทุนประมาณ 20,000 บาท และรายละเอียดของที่อยู่ เบอร์โทรฯ ติดต่อเจ้าของเทคโนโลยีให้ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมต่อไป

รูปที่ 4.24 แสดงผลลัพธ์ของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

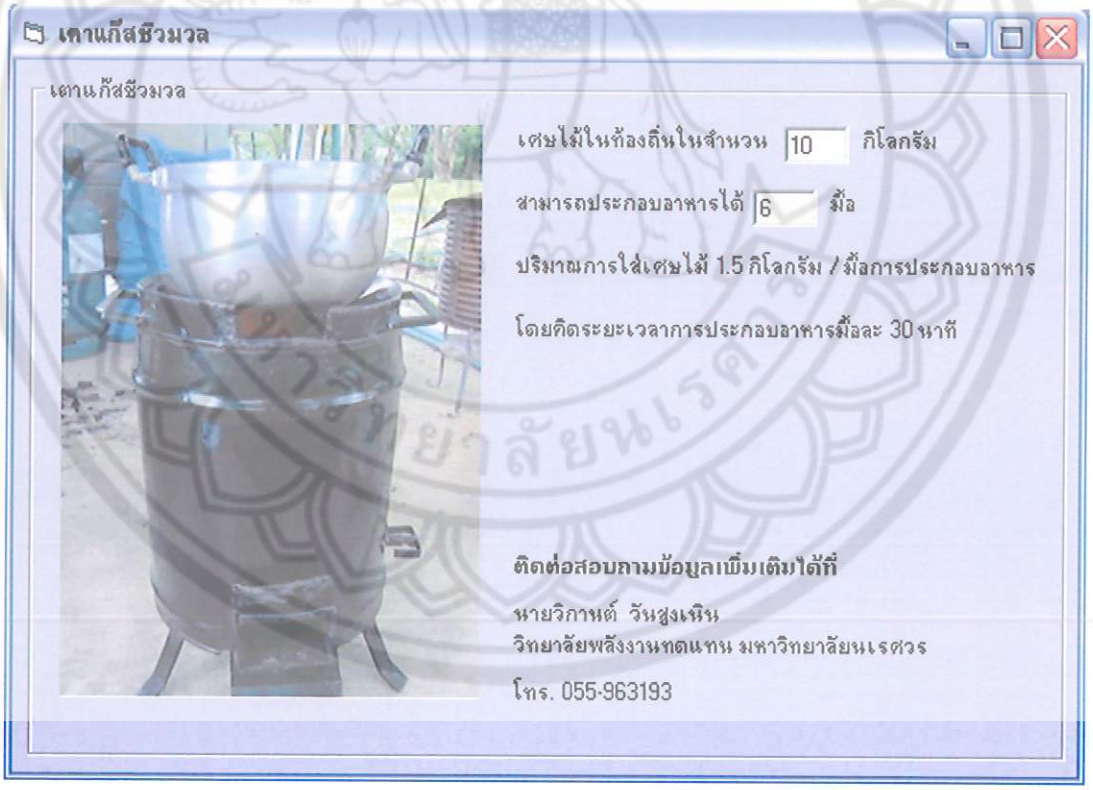
7. เตาแก๊สชีวมวล

วิทยาลัยพลังงานทดแทน ได้มีการพัฒนาเตาแก๊สชีวมวล โดยสามารถใช้เศษวัสดุชีวมวลที่เหลือทิ้งในพื้นที่เป้าหมายมาเป็นเชื้อเพลิง จากผลงานวิจัยพบว่า เตาแก๊สชีวมวลนี้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงถ่านได้ถึง 2 เท่า โดยโปรแกรมจะนำปริมาณเศษไม้ในชุมชนมาคำนวณหาระยะเวลาในการประกอบอาหารต่อมื้อด้วยเตาแก๊สชีวมวล รายละเอียดต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างปริมาณเศษไม้ที่เหลือทิ้งจากชุมชนเท่ากับ 10 กิโลกรัม



รูปที่ 4.25 แสดงหน้าหลักของการนำเข้าข้อมูลของเตาแก๊สชีวมวล

โปรแกรมฯ สามารถคำนวณระยะเวลาการประกอบมื้ออาหารได้จากปริมาณเศษไม้ที่เหลือใช้ในชุมชน จากผลการคำนวณปริมาณเศษไม้จำนวน 10 กิโลกรัม สามารถประกอบอาหารได้ 6 มื้อ โดยคำนวณจากปริมาณการใส่เศษไม้ 1.5 กิโลกรัม / มื้อการประกอบอาหาร ซึ่งคิดระยะเวลาการประกอบอาหารมื้อละ 30 นาที



รูปที่ 4.26 แสดงรายละเอียดของเตาแก๊สชีวมวล

ในกรณีที่พื้นที่เป้าหมายมีความสนใจจะใช้งานเตาแก๊สชีวมวล โปรแกรมฯ ได้มีการแสดงผลของรายละเอียดผู้ออกแบบเตาชีวมวลพร้อมเบอร์โทรฯ ติดต่อ เพื่อความสะดวกในการให้คำปรึกษาการสร้างเตาแก๊สชีวมวลต่อไป

บทที่ 5

บทสรุป

โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงาน และเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมายที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมฯ ที่สามารถนำไปใช้งานได้ในทุกท้องถิ่นของประเทศไทย เนื่องจากโปรแกรมได้บรรจุฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานทดแทนของประเทศ ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล และพลังงานน้ำ โดยโปรแกรมฯ สามารถประมวลผลและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับพื้นที่เป้าหมายที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ หรือ ที่มีความต้องการใช้งานเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าฯ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ผู้ใช้งานเพียงนำเข้าข้อมูลค่าศักยภาพพลังงานทดแทนด้านต่างๆ ในพื้นที่เป้าหมายลงในโปรแกรมฯ หลังจากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลและนำเสนอเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เป้าหมายนั้นๆ โดยใช้หลักการเลือกเทคโนโลยีที่ “เหมาะสมที่สุด” จากการพิจารณาข้อมูลด้านกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ จำนวนเงินลงทุน ค่าการผลิตพลังงานต่อหน่วยไฟฟ้า และระยะเวลาคืนทุนของระบบที่ติดตั้ง และเทคโนโลยีที่ “มีความเหมาะสม” คือเทคโนโลยีที่พื้นที่เป้าหมายสามารถลงทุนติดตั้งระบบได้ ในกรณีที่ศักยภาพพลังงานทดแทนมีไม่เพียงพอ โปรแกรมจะแสดงให้ทราบถึงสถานะ “ไม่เหมาะสม” กับการลงทุนติดตั้งระบบฯ นอกจากนี้โปรแกรมฯ ยังมีเทคโนโลยีด้านความร้อนให้พื้นที่เป้าหมายพิจารณาเลือกเพื่อนำไปใช้งาน โดยโปรแกรมจะแสดงรายละเอียด หลักการทำงานของเทคโนโลยีด้านความร้อนชนิดต่างๆ รวมทั้งที่อยู่ที่สามารถติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวชุมชนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเองภายในชุมชนได้โดยง่าย ก่อให้เกิดการใช้พลังงานในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่า เมื่อผู้นำชุมชน หรือ ชาวบ้าน นำโปรแกรมฯ ดังกล่าวไปใช้งานจะสามารถลดการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนในการช่วยวิเคราะห์เพื่อเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในพื้นที่เป้าหมาย ส่งผลให้พื้นที่นั้นสามารถพึ่งพาตนเองได้ และช่วยให้ประเทศเกิดความยั่งยืนทางด้านพลังงานเนื่องจากพื้นที่เป้าหมายสามารถผลิตและใช้พลังงานได้เองอย่างมีประสิทธิภาพ จากศักยภาพพลังงานทดแทนที่ท้องถิ่นนั้นๆ มีอยู่ เมื่อทำการทดสอบโปรแกรมฯ ดังกล่าวนี้พบว่า โปรแกรมนี้สามารถประมวลผลและนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องแม่นยำเป็นไปตามวัตถุประสงค์

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาโปรแกรมฯ ผู้วิจัยสามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีความถูกต้องแม่นยำในระดับที่สูงกว่านี้ได้ แต่เนื่องด้วยโปรแกรมฯ ดังกล่าว จะถูกนำไปใช้ในพื้นที่ท้องถิ่นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้หรือท้องถิ่นที่มีความต้องการใช้งานเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน โดยผู้ใช้งานอาจเป็นผู้นำชุมชนหรือชาวบ้าน ซึ่งไม่มีความรู้ด้านพลังงานทดแทน การเพิ่มความถูกต้องของโปรแกรมจำเป็นจะต้องเพิ่มพารามิเตอร์การนำเข้าข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยในกรณีที่ชาวบ้านเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมฯ จำเป็นจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนช่วยอธิบายความหมายของพารามิเตอร์ข้อมูลต่างๆ ที่เพิ่มเข้าไปในโปรแกรม ในมุมมองของผู้วิจัยเป็นการกลับสู่ปัญหาเดิม

คือท้องถิ่นไม่สามารถใช้งานโปรแกรมได้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรม

บรรณานุกรม

[1] โรงไฟฟ้าชุมชน ความต้องการของชุมชนในอนาคต, Energy Plus, กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[2] แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ. 2555 – 2564), กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[3] International Standard IEC 61724. (2014). "*Photovoltaic system performance monitoring-guidelines for measurement, data exchange and analysis*". Retrieved April 2014, from http://www.pvresources.com/Standards/PVSystems.aspx

[4] K. Starcher. (2006). "Fundamentals, Introduction to Wind Energy", Alternative Energy Institute, West Texas A&M university.

[5] S. Ladpala. (2008). "*Management model of sustainable biomass gasified power generation system for community in Thailand*", School of Renewable Energy Technology, 61-62.

[6] คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 3, กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[7] จักรี ศรีพนม, ศุภชัย สำเภา และอุทัย อาวรณ์, 2552, การพัฒนาแบบจำลองเพื่อพัฒนาการส่งเสริมพลังงานชุมชน กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลสำนักตะคร้ออำเภอเทพารักษ์ จังหวัดนครราชสีมา, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.ม.สาขาวิชาพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[8] พิพัฒน์ นนทนาธรณ์ และคณะ. 2550. โครงการวจัยเชิงบูรณาการเพื่อศึกษาโครงสร้างระบบพลัง งานทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

[9] รสริน วงศ์คำปัน, 2552, ปัจจัยส่งเสริมการดำเนินงานโครงการพลังงานชุมชน ตำบลห้วงน้ำขาว อำเภอเมือง จังหวัดตราด, รายงานการศึกษาอิสระปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[10] วิสาขา ภู่จินดา. 2552. การประยุกต์หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการพลังงานในระดับชุมชน. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม. 5 (กรกฎาคม-ธันวาคม):26-48.

[11] ศราพร ไกรยะปักษ์, 2553, รูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชน, วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[12] ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์ และคณะ. 2550. การพัฒนาโจทย์วิจัยและข้อเสนอโครงการวิจัยเรื่องพลังงานทางเลือกกเพื่อการพึ่งพาตนเองในชุมชน. ม.ป.ท.: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

[13] สุริชาติ จงจิตต์. 2550. แนวทางการพัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้เพื่อพลังงานทางเลือกของชุมชน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[14] อนันตญา ศิริรัตน์, 2553, ศักยภาพในการวางแผนพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลหินโคน อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา, รายงานการศึกษาอิสระปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัญฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[15] ออนลี่ มาบกลาง, 2554, การวางแผนพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลสำโรงอำเภอสำโรง จังหวัดอุบลราชธานี, รายงานการศึกอิสระปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่นมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[16] Carla Alvial-Palavicino, Natalia Garrido-Echeverría, Guillermo Jiménez-Estévez, Lorenzo Reyes, Rodrigo Palma-Behnke, *A methodology forcommunity engagement in the introduction of renewable basedsmart microgrid*, Energy for Sustainable Development 15 (2011) 314-
323.

[17] Gordon Walker, Patrick Devine-Wright, Sue Hunter, Helen High and Bob Evans, Trust and Community: Exploring the meanings, contexts and dynamics of community renewable energy, Energy Policy 38 (2010) 2655-2663.

[18] Jennifer C.Rogers, EuniceA.Simmons, IanConvery, AndrewWeatherall, Social impacts of community renewable energy projects: findings from a wood fuel case study, Energy Policy 42 (2012) 239 – 247.

[19] Athanasios Angelis-Dimakis, et. Al., Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 1182-1200.

[20] Shirley Thompson and Bhanu Duggirala, The feasibility of renewable energies at an off-grid community in Canada, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 2740-2745.

[21] S. Janjai. (2010). "*Solar Radiation Maps from Satellite Data for Thailand*", Solar Energy Research Laboratory, Department of Physics, Silpakron University.

[22] เสริม จันทร์ฉาย (2553). *รายงานฉบับสมบูรณ์* โครงการพัฒนาปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานลมสำหรับประเทศไทย. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[23] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2535). *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต สำหรับใบและยอดอ้อย ซังข้าวโพด วัสดุเหลือใช้จากถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้สำหรับใบและยอดอ้อย ฟางข้าว ต้นมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด และวัสดุเหลือใช้จากถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง*. การศึกษาพฤติกรรมและรูปแบบการใช้พลังงานในการเพาะปลูก.

[24] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2537), *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้ สำหรับมะพร้าว*. รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว.

[25] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2538). *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้ สำหรับปาล์มน้ำมัน*. รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน.

ภาคผนวก ก

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานอธิการบดี กองบริหารการวิจัย งานการจัดการผลผลิตการวิจัย โทร.๘๖๔๑

ที่ ศธ ๐๕๒๗.๐๑.๓๓(๔)/ว ๑๐๑๕ **วันที่** ๒๗ พฤษภาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์ผลงานในการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๑๐

เรียน คุณสุขฤดี สุขใจ

ตามที่ท่านสมัครเข้าร่วมนำเสนอผลงาน ในการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๑๐ : เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน ในระหว่างวันที่ ๒๒ – ๒๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗ ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยส่งผลงานวิจัย / วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย" เข้าร่วมนำเสนอและลงตีพิมพ์ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการฯ นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาผลงานของท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งให้ท่านทราบว่าผลงานวิจัยของท่านได้รับคัดเลือกให้ลงตีพิมพ์ใน Proceedings การประชุมวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๑๐ ทั้งนี้ ท่านสามารถตรวจสอบกำหนดการนำเสนอและรายละเอียดการเตรียมข้อมูลการนำเสนอได้ทางเว็บไซต์ http://dra.research.nu.ac.th/nrc10/bregist.aspx

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และมหาวิทยาลัยนเรศวรขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านครั้งนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย

นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 10
เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

สุขฤดี สุขใจ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

เข้าร่วมนำเสนอผลงานงานวิจัย ประเภท Oral Presentation

การประชุมวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 10 :
เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน
22-23 กรกฎาคม 2557

ศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ จินายน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย

สุขฤดี สุขใจ* ยอดธง เม่นสิน ธวัช สุริวงษ์ และ ไพฑูรย์ เหล่าดี

Application Tool Development for Energy Potential Analysis and Technology Selection Suited with RE in Target Area

Sukruedee Sukchai*, Yodthong Mensin, Tawat Suriwong and Paitoon Laodee

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
*Corresponding author. E-mail: sukruedeen@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือ (โปรแกรม) สำหรับวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานทดแทนและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย โดยเลือกใช้ Microsoft Visual Basic เป็นภาษาในการพัฒนาโปรแกรม ข้อมูลศักยภาพพลังงาน ชนิด และราคาของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน ถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลด้วยเทคนิค Data Warehouse ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีการประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน จากแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพในพื้นที่เป้าหมาย พร้อมทั้งประเมินค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ผลการพัฒนาพบว่า เครื่องมือนี้สามารถวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมายได้ และสามารถนำมาใช้ช่วยในการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมายใดๆ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และรวดเร็ว โดยเครื่องมือดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาพลังงานทดแทนในชุมชนต่างๆ ของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: ศักยภาพพลังงานทดแทน เทคโนโลยีที่เหมาะสม พลังงานชุมชน

Abstract

This paper presents a tool for renewable energy (RE) potential analysis and appropriate technology selection for the target area. Microsoft Visual Basic is used to develop the computer program. The database of potential RE, type and cost of RE technologies are managed by data warehouse technique. The program is able to evaluate the energy efficiency of RE system from each of potential RE sources in the target area. It is also able evaluate economics parameters. The developed result can be found that the tool is relevance for analyzing of the potential of RE in any target area and it can be used as a decision support system for RE technology selection accurately and fast. This tool is useful for RE development for any community in Thailand efficiently.

Keywords: Renewable Energy Potential, Appropriate Technology, Community Energy

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยทุกภาคส่วนยังคงประสบปัญหาทางด้านพลังงานอีกอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นทุกปีเนื่องจากการเติบโตของเศรษฐกิจและประชากรในประเทศ ไม่ว่าจะเป็นน้ำมัน ไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิงสำหรับพลังงานความร้อนที่ใช้ในครัวเรือนหรือในภาคอุตสาหกรรม ทำให้มีความจำเป็นในการพัฒนาเรื่องของการใช้งาน การจัดการ และการจัดหา การเข้าถึงแหล่งพลังงานอย่างถูกต้อง เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน และขณะเดียวกันก็ยังคงต้องการการพัฒนาเพื่อจัดหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ ไว้รองรับกับความต้องการในอนาคตด้วย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นฐานการทำเกษตรกรรม ดังนั้น จึงมีผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานชีวมวล ก๊าซชีวภาพไบโอดีเซล และเอทานอล รวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่าง ๆ ที่มีศักยภาพสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีศักยภาพจากพลังงานตามธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มรังสีอาทิตย์ประมาณ 18.2 MJ/m^2/day และบางแหล่งมีศักยภาพพลังงานลมที่พอเพียง ส่งผลให้ประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานทดแทนอยู่ในระดับดีมาก และปัจจุบันแหล่งพลังงาน ดังกล่าวยังถูกนำมาใช้งานได้ไม่เต็มศักยภาพ ดังนั้น จึงยังมีโอกาสที่จะส่งเสริมพลังงานทดแทนให้กลายเป็นพลังงานที่มีส่วนร่วมในการสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศได้อีกทาง

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย จากข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พบว่า ประเทศไทยยังมีพื้นที่ที่ควรมีไฟฟ้าใช้แต่ยังไม่มีอยู่ที่ประมาณร้อยละหนึ่ง โดยพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นพื้นที่ห่างไกลไม่คุ้มค่ากับการลงทุนสายส่งไฟฟ้า หรือในพื้นที่ท้องถิ่นที่มีความต้องการจะผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในท้องถิ่นตนเอง ดังนั้น ในแง่ของการจัดการพลังงาน การจัดตั้งโรงไฟฟ้าในพื้นที่ในท้องถิ่นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความน่าสนใจ แต่ประชาชนในท้องถิ่นก็ยังไม่สามารถตัดสินใจหรือเลือกใช้งานเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ยังคงต้องรอผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถทางด้านพลังงานทดแทนที่มีอยู่อย่างจำกัดไปช่วยวิเคราะห์ ออกแบบ และดำเนินการจัดหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้ โดยประชาชนหรือผู้นำท้องถิ่นไม่สามารถตัดสินใจและจัดการได้ด้วยตนเอง เนื่องจากยังขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและขาดเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ จากปัญหาดังกล่าวนี้ คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญและได้เกิดแนวคิดที่จะทำการพัฒนาเครื่องมือที่จะช่วยพัฒนาศักยภาพของแหล่งพลังงานในท้องถิ่นนั้น ๆ และเลือกใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่มีอยู่ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะนำไปสู่การจัดหา และจัดการพลังงานอย่างถูกต้อง และเหมาะสม โดยเครื่องมือดังกล่าวจะช่วยให้ประเทศไทยการพัฒนาด้านพลังงานทดแทนได้อย่างยั่งยืนเนื่องจากพื้นที่ในท้องถิ่นสามารถผลิตและใช้พลังงานเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเครื่องมือฯ ดังกล่าว จำเป็นจะต้องอาศัยทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ เทคโนโลยีกังหันลมผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล (Gasifier) และเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น พร้อมกับการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่ง 2 ส่วนนี้จะมีความสำคัญสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในพื้นที่เป้าหมายใด ๆ ต่อไป

1. การประเมินประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค โดยอ้างอิงจาก International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (IEA PVPS Task 2) ซึ่งได้กำหนดให้มีการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (Reference Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_r = H_i/G_{STC} \qquad (1.1)$$

Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้งในทางทฤษฎี (kWh/kWp)

H_i คือ พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/m^2)

G_{STC} คือ ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ STC = 1 kW/m^2

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_A = E_A/P_O \quad (1.2)$$

Y_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp)
E_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (kWh)
P_O คือ กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Wp)

ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Efficiency) หาได้จากสมการ

$$\eta_A = E_A/H_iA_A \quad (1.3)$$

η_A คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
A_A คือ พื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (m^2)

2. การประเมินประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกังหันลมทางเทคนิคสามารถคำนวณได้จากการเคลื่อนที่ของลม ซึ่งจะเกิดพลังงานสะสมเรียกว่า พลังงานจลน์ เมื่อมีการเคลื่อนที่ผ่านกังหันลมจะเกิดการหมุน ในการคำนวณจะใช้หลักการของทฤษฎีโมเมนตัม ดังสมการต่อไปนี้

$$W = \frac{1}{2}\rho AV^3\eta \quad (1.4)$$

W คือ พลังงานลม (Watt)
ρ คือ ความหนาแน่นของลมที่อุณหภูมิ 25 ^oC (1.225 kg/m^3)
A คือ พื้นที่กวาดของใบพัด (m^2)
V คือ ความเร็วลม (m/s)
η คือ ประสิทธิภาพของกังหันลม

3. การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าเตาแก๊สชีวมวล (Gasifier)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้าเตาแก๊สชีวมวล จะสามารถคำนวณได้จากการทำงานของส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนของเตาแก๊สชีวมวล (Gasification System) ซึ่งจะมีหน้าที่เผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลให้เป็นแก๊ส โดยจะมีการจัดเก็บและถูกส่งต่อให้กับส่วนของชุดกำเนิดไฟฟ้า (Engine Generator) เพื่อทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าต่อไป โดยทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\eta_e = \eta_{gasifier} \times \eta_{gas\ engine-generator} \quad (1.5)$$

η_e คือ ประสิทธิภาพรวมทั้งหมดของระบบ (%)
$\eta_{gasifier}$ คือ ประสิทธิภาพของเตาแก๊สซิไฟเออร์ (%)
$\eta_{gas\ engine-generator}$ คือ ประสิทธิภาพของชุดกำเนิดไฟฟ้า (%)

$$\eta_{gasifier} = \frac{H_g \times Q_g}{H_s \times M_s} \times 100\% \quad (1.6)$$

$\eta_{gasifier}$ คือ ประสิทธิภาพของเตาแก๊สซิไฟเออร์ (%)
H_g คือ ค่าความร้อนของแก๊สชีวมวล (kJ m^{-3})
Q_g คือ ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^{-3} s^{-1})
H_s คือ ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิงแก๊ส (kJ kg^{-1})
M_s คือ อัตราการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวล (kg s^{-1})

$$\eta_{gas\ engine-generator} = \frac{\text{Power output}}{\text{Power input}} \times 100\% = \frac{3 \times V_p \times I_p \times pf}{H_g \times Q_g} \times 100\% \quad (1.7)$$

$\eta_{gas\ engine-generator}$ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
V_p คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)
I_p คือ ค่ากระแสไฟฟ้า (A)
pf คือ ค่า power factor (%)
H_g คือ ค่าความร้อนของแก๊สชีวมวล (kJ m^{-3})
Q_g คือ ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^{-3} s^{-1})

4. การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก สามารถคำนวณได้จากเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำจากสถานะพลังงานศักย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยความแตกต่างของระดับน้ำเหนือเขื่อนและท้ายเขื่อนมาใช้หมุนกังหันน้ำที่ต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P = 9.807QH \quad (1.8)$$

P คือ กำลังไฟฟ้า (W)
Q คือ อัตราการไหลของน้ำผ่านเครื่องกังหันน้ำ (m^3/s)
H คือ ความสูงของน้ำ หรือ พลังงานศักย์สุทธิ (m)

$$W = Pt\eta f \quad (1.9)$$

W คือ พลังงานไฟฟ้า (kWh)
P คือ กำลังไฟฟ้า (kW)
T คือ ระยะเวลาในการผลิตไฟฟ้า (hr)
η คือ ประสิทธิภาพรวมของกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ปกติค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.9)
f คือ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับความผันผวนของการไหลของน้ำในลำน้ำ

5. การวิเคราะห์การลงทุนผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสม

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย และระยะเวลาคืนทุน โดยมีข้อมูลและสมมุติฐานในการวิเคราะห์ คือ เงินลงทุนเริ่มในการสร้างระบบจะขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าของแต่ละเทคโนโลยี ซึ่งจะคำนวณได้จากศักยภาพพลังงานในพื้นที่ท้องถิ่นนั้น ๆ รวมถึงค่าโครงสร้าง ค่าติดตั้ง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อายุการใช้งานของระบบ และคิดค่าประสิทธิภาพลดลงของ เทคโนโลยีในช่วงอายุการทำงาน โดยในการคำนวณระยะคืนทุนจะกำหนดให้มูลค่าพลังงานต่อหน่วยเท่ากับ 3.90 บาท โดยงานวิจัยนี้จะเป็นการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้เองภายในท้องถิ่น จะไม่มีการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย โดยการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกใช้ Microsoft Visual Basic เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมพร้อมกับการจัดทำฐานข้อมูลในส่วนของศักยภาพพลังงานในชุมชน ชนิด และราคาของเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนด้วยเทคนิค Data warehouse ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการนำเสนอการจัดการพลังงานภายในชุมชน รวมถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล เป็นต้น แต่ทั้งนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่พัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพแหล่งพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวขึ้นมาในลักษณะของโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับท้องถิ่นต่อไป

2. ศึกษา และรวมรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพแหล่งพลังงานต่าง ๆ ในประเทศไทย ชนิด และราคาของเทคโนโลยีด้านพลังงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นฐานข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลแหล่งที่มาของพลังงานที่มีศักยภาพได้ดังนี้

1. ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งมีการเก็บข้อมูลค่ารังสีอาทิตย์แบบเฉลี่ยรายปีของทุกตำบลในประเทศไทย

2. ศักยภาพพลังงานลม ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากแผนที่ศักยภาพพลังงานลม ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกันกับพลังงานแสงอาทิตย์ คือ เป็นค่าเฉลี่ยรายปีของทุกตำบลในประเทศไทย

3. ศักยภาพพลังงานชีวมวล ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงสัดส่วนของการเปลี่ยนพืชพลังงานที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทยเป็นชีวมวลเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้เทคโนโลยีระบบแก๊สชีวมวล (Gasification System) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ชีวมวลหลักที่มีเพาะปลูกอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ เศษไม้ยางพารา แกลบ ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง และกากอ้อย เป็นต้น

4. ศักยภาพพลังงานน้ำ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงศักยภาพพลังงานน้ำของพื้นที่ท้องถิ่นต่าง ๆ พบว่า แต่ละท้องถิ่นจะมีศักยภาพแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ตั้ง และสภาพภูมิประเทศของพื้นที่เป้าหมาย

3. ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมและการออกแบบฐานข้อมูล

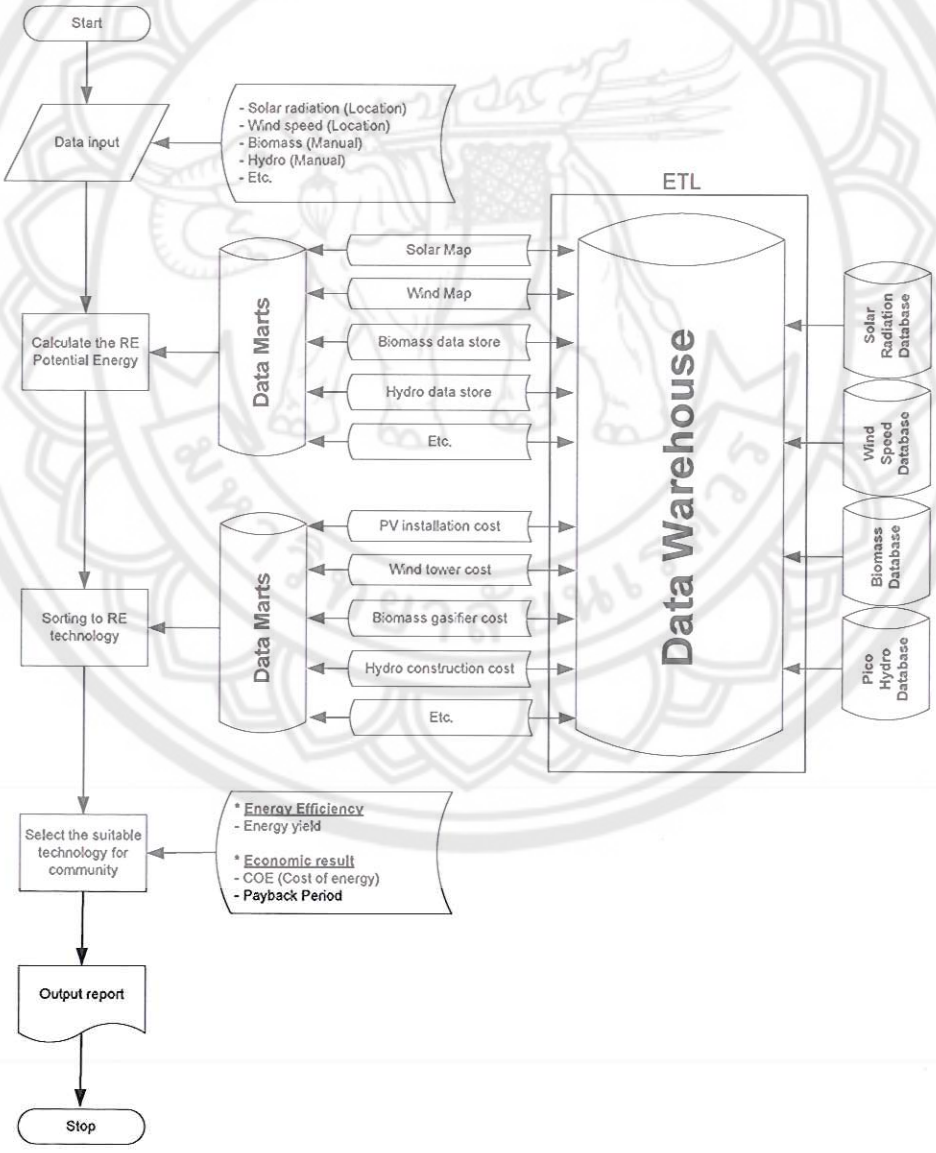
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลศักยภาพฯ ชนิด และราคาของเทคโนโลยี มาจัดทำเป็นฐานข้อมูลโดยใช้เทคนิค Data Warehouse **และพัฒนาโปรแกรม (เครื่องมือ) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับชุมชน**

โดยใช้ Microsoft Visual Basic เป็นภาษาในการพัฒนาระบบ ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะใช้พารามิเตอร์ที่ต้องพิจารณาดังรูปที่ 1

จากแหล่งศักยภาพพลังงานที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งประเภทของการนำเข้าข้อมูลของโปรแกรมออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ถูกนำเข้าอัตโนมัติ (By location) ได้แก่ ข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์และศักยภาพพลังงานลม โดยส่วนของข้อมูลที่ต้องนำเข้าโดยผู้ใช้งาน (By manual) ได้แก่ ศักยภาพพลังงานชีวมวล และพลังงานน้ำ

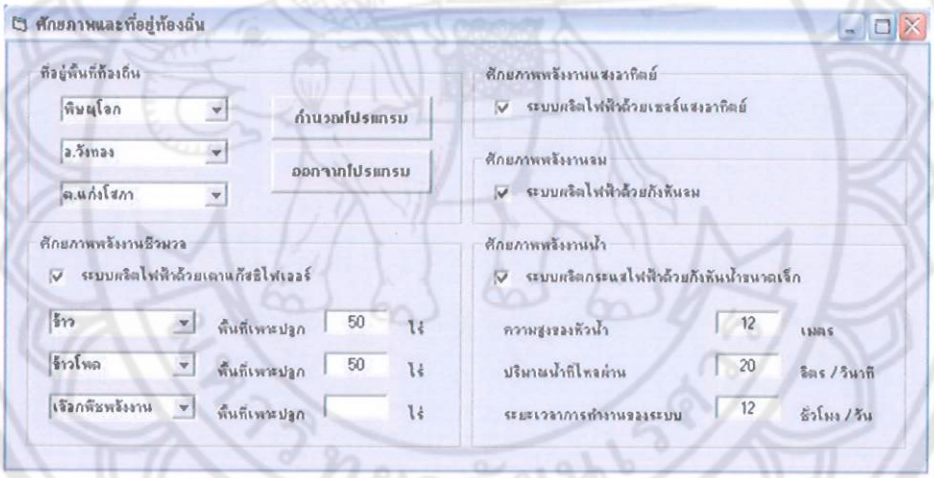
การพัฒนาโปรแกรม

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมในลักษณะ Standalone เนื่องจากเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการนำโปแกรมฯ ไปใช้ในงานพื้นที่ห่างไกล ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ที่มีระบบปฏิบัติการ Microsoft windows ได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องติดตั้งโปรแกรมอื่น ๆ เพิ่มเติมแต่อย่างใด (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

รูปที่ 2 โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย



รูปที่ 3 หน้าจอหลักการนำเข้าข้อมูลของพื้นที่เป้าหมายที่มีความต้องการใช้งานโปรแกรม

จากรูปที่ 3 การทำงานโปรแกรมถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 คือส่วนของรายละเอียดพื้นที่เป้าหมายที่มีความต้องการจะใช้งานโปรแกรม โดยการเลือกพื้นที่จังหวัด อำเภอ และตำบลในโปรแกรมนี้ ในรูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการใช้ข้อมูลของพื้นที่ใน ตำบลแก่งโสภา อำเภอวังทอง จ.พิษณุโลก เป็นพื้นที่เป้าหมาย

ส่วนที่ 2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีเครื่องหมาย check box ให้เลือก เพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจว่าจะใช้ศักยภาพนี้ในการคำนวณและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมหรือไม่ (กรณีไม่เลือกเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอาจติดตั้งระบบนี้ไว้ใช้งานเดิมอยู่แล้ว) โดยค่ารังสีอาทิตย์จะถูกดึงจากฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะใช้ข้อมูลของพื้นที่เป้าหมายนั้น ๆ ตัวอย่างในรูปที่ 3 ผลจากการดึงข้อมูลมาคำนวณ ต.แก่งโสภา จะมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 17.03 MJ/m^2

ส่วนที่ 3 ศักยภาพพลังงานลม ลักษณะการทำงานจะเหมือนกับการทำงานของศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ แตกต่างกันที่การใช้ข้อมูลระดับตำบลในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลพลังงานลมซึ่งผลจากการดึงข้อมูล ต.แก่งโสภา มีค่าพลังงานลมเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1.5 m/s

ส่วนที่ 4 ศักยภาพพลังงานชีวมวล ลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะแตกต่างจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องกรอกข้อมูลศักยภาพพลังงานชีวมวลจากพืชพลังงานในพื้นที่เป้าหมายนั้น ๆ ซึ่งในโปรแกรมจะกำหนดชนิดไว้ให้เลือก เช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ไม้ยางพารา และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น โดยมีหน่วยการใส่ข้อมูลเป็นจำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ไร่) ซึ่งในตัวอย่างนี้ ต.แก่งโสภา จะมีการทำนาจำนวน 50 ไร่ และปลูกข้าวโพด 50 ไร่

ส่วนที่ 5 ศักยภาพพลังงานน้ำ โปรแกรมได้ถูกออกแบบให้ผู้ใช้งานฯ ต้องกรอกข้อมูลศักยภาพพลังงานน้ำเนื่องจากพื้นที่ต่าง ๆ จะมีศักยภาพฯ ที่แตกต่างกันมาก โดยในตัวอย่างนี้ ต.แก่งโสภา มีศักยภาพแหล่งน้ำที่ความสูง 12 เมตร ปริมาณน้ำ 20 ลิตรต่อวินาที และระยะเวลาการทำงานหรือระยะเวลาเดินระบบ คือ 12 ชั่วโมง / วัน

การแสดงผล

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถแสดงการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในพื้นที่เป้าหมาย โดยคำนวณจากค่าศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่นั้น และแสดงเป็นลำดับของความเหมาะสมดังรูป

รูปที่ 4 ลำดับเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมาย

จากผลการทำงานของโปรแกรมจะแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าว เทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล (Gasifer) "มีความเหมาะสมที่สุด" เนื่องจากท้องถิ่นใน ต.แก่งโสภา นั้นมีพื้นที่ทำการเกษตร คือ ข้าว และข้าวโพด เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดชีวมวลซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือใช้มากด้วยเช่นกัน โดยโปรแกรมจะนำค่าของผลผลิต คือ ข้าวเปลือก และข้าวโพดจำนวนละ 50 ไร่ มาคำนวณหาปริมาณชีวมวลที่เหลือ ซึ่งก็คือ แกลบ ฟางข้าว และซังข้าวโพด ตามลำดับ หลังจากนั้นจะนำศักยภาพชีวมวลดังกล่าวมาคำนวณโดยใช้ค่าความร้อนต่ำของชีวมวลแต่ละชนิด เพื่อหาศักยภาพการผลิตไฟฟ้า โดยผลการคำนวณ **ต.แก่งโสภา มีศักยภาพชีวมวลที่จะผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีเตาแก๊สชีวมวล ขนาด 20 กิโลวัตต์ ซึ่งจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 254.4 kWh/day ใช้เงินลงทุนในการติดตั้งระบบทั้งหมด 653,700 บาท คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 1.15 บาท/หน่วย และ มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3 ปี รองลงมาคือ เทคโนโลยีกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า โดยในท้องถิ่น ต.แก่งโสภา มีแหล่งน้ำที่มีศักยภาพสามารถผลิตไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 3 กิโลวัตต์ ได้ไฟฟ้า 16.95 kWh/day คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 2.69 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 7 ปี โดยเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์มีความเหมาะสมเป็นลำดับที่ 3 ซึ่งมีขนาดกำลังการผลิต 2 กิโลวัตต์ จะผลิตได้ไฟฟ้าได้ 3.78 kWh/day คิดต้นทุนค่าการผลิตพลังงานได้ 5.52 บาท/หน่วย และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 15 ปี**

ในลำดับสุดท้าย คือ เทคโนโลยีกังหันลมนั้นไม่มีความเหมาะสมในการลงทุน เนื่องจากในท้องถิ่นดังกล่าวมีศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 1.5 m/s ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานลมในพื้นที่ดังกล่าวไม่มีศักยภาพเพียงพอในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ผลการทดลอง

1. ความถูกต้องของการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพฯ มีความถูกต้องอยู่ในระดับสูง เนื่องจากข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรมเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ถ้าพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศแล้ว เมื่อนำโปรแกรมไปใช้งานในภาคใต้ของประเทศ โปรแกรมจะเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม คือ กังหันลม เป็นส่วนใหญ่ หรือถ้านำไปใช้งานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ปลูกพืชพลังงานเป็นจำนวนมาก โปรแกรมจะเลือกเทคโนโลยีเตาแก๊สซีวมวล และถ้านำไปใช้งานในภาคเหนือซึ่งภูมิประเทศเป็นภูเขาและมีศักยภาพของแหล่งน้ำ โปรแกรมจะเลือกเทคโนโลยีกังหันน้ำ โดยพื้นที่ท้องถิ่นทั่ว ๆ ไปที่ไม่มีศักยภาพด้านใดเด่นชัด โปรแกรมก็จะเลือกเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากประเทศไทยมีความเข้มของรังสีอาทิตย์อยู่ในระดับดีมาก ตลอดทั้งปี

2. ความรวดเร็วของโปรแกรม

โปรแกรมได้รับการออกแบบให้มีขั้นตอนการคำนวณค่าให้น้อยที่สุด เนื่องจากโปรแกรมจะต้องติดต่อกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (ฐานข้อมูลรังสีอาทิตย์ ฐานข้อมูลพลังงานลม ฐานข้อมูลด้านพลังงานชีวมวล และฐานข้อมูลพลังงานน้ำ) โดยการลดขั้นตอนการคำนวณที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งใช้วิธีการเก็บผลการคำนวณที่มีการทำงานซ้ำ ๆ ให้อยู่ในฐานข้อมูลไว้เลย เพื่อความสะดวกในเวลาที่ต้องการใช้งาน สามารถนำมาใช้ได้เลย โดยไม่ต้องมีการคำนวณใหม่ ส่งผลให้โปรแกรมมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3. การใช้งานโปรแกรม

ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ และออกแบบในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface; GUI) ให้มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ลดจำนวนข้อมูลนำเข้าสู่ระบบให้น้อยที่สุด แต่ยังคงคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากผู้ใช้งานโปรแกรมส่วนใหญ่เป็นผู้นำชุมชน หรือ ชาวบ้าน ที่ไม่มีความรู้ด้านพลังงานทดแทนมากนัก แต่สามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นเอง

4. ข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมฯ ผู้วิจัยสามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีความถูกต้องแม่นยำในระดับที่สูงกว่านี้ได้ แต่เนื่องด้วยโปรแกรมดังกล่าว จะถูกนำไปใช้ในพื้นที่ท้องถิ่นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้หรือท้องถิ่นที่มีต้องการใช้งานเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน โดยผู้ใช้งานจะเป็นผู้นำชุมชนหรือชาวบ้าน ซึ่งไม่มีความรู้ด้านพลังงานทดแทน การเพิ่มความถูกต้องของโปรแกรมจำเป็นจะต้องเพิ่มพารามิเตอร์การนำเข้าข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยในกรณีที่ชาวบ้านเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมจำเป็นจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนช่วยอธิบายความหมายของพารามิเตอร์ข้อมูลต่าง ๆ ในมุมมองของผู้วิจัยเป็นการกลับสู่ปัญหาเดิมคือท้องถิ่นไม่สามารถใช้งานโปรแกรมได้ด้วยตนเองได้ ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรม

สรุปผลการวิจัย

โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับพื้นที่เป้าหมายที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้หรือท้องถิ่นที่มีความต้องการใช้งานเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าฯ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากได้นำข้อมูลศักยภาพที่ท้องถิ่นนั้น ๆ มีอยู่มาใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการคำนวณหาประสิทธิภาพและความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ โดยผู้นำชุมชน หรือ ชาวบ้าน สามารถใช้งานโปรแกรมได้เองโดยง่าย ลดการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญด้าน

พลังงานทดแทนในการช่วยวิเคราะห์เพื่อเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในท้องถิ่น ส่งผลให้ท้องถิ่นสามารถพึ่งพาตนเองได้ และช่วยให้ประเทศเกิดความยั่งยืนทางด้านพลังงานเนื่องจากพื้นที่ท้องถิ่นสามารถผลิตและใช้พลังงานได้เองอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2557

เอกสารอ้างอิง

Bhattacharya S.C., Shrestha R.M. and Suchitra Ng. (1989). "*Potential of Biomass Residue Availability*", The Case of Thailand, Energy Sources, Vol.11.

Black & Veatch (Thailand). (2542). *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต สำหรับแกลบ, แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้ สำหรับชานอ้อย*. Thailand Biomass-Based Power Generation and Cogeneration within Small Rural Industries (Progress report).

International Standard IEC 61724. (2014). "*Photovoltaic system performance monitoring- guidelines for measurement, data exchange and analysis*". Retrieved April 2014, from http://www.pvresources.com/Standards/PVSystems.aspx

Reuss, R.L., Hoffman, M. J. and Gregorek, G.M. (1995). "*Effects of surface roughness and vortex generators on the NACA 4415 airfoil*". The Ohio State University Columbus Ohio.

S. Janjai. (2010). "*Solar Radiation Maps from Satellite Data for Thailand*", Solar Energy Research Laboratory, Department of Physics, Silpakron University.

S. Ladpala. (2008). "*Management model of sustainable biomass gasified power generation system for community in Thailand*", School of Renewable Energy Technology, 61-62.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2554). *คู่มือการพัฒนาและการลงทุนไฟฟ้าพลังงานน้ำ*.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (online). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ.2555 – 2564)*. Available: http://www.efe.or.th/datacenter/ckupload/files/aedp25.pdf (2557, เมษายน)

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2535). *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต สำหรับใบและยอดอ้อย ซังข้าวโพด วัสดุเหลือใช้จากถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้สำหรับใบและยอดอ้อย ฟางข้าว ต้นมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด และวัสดุเหลือใช้จากถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง*. การศึกษาพฤติกรรมและรูปแบบการใช้พลังงานในการเพาะปลูก.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2537). *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้ สำหรับมะพร้าว*. รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว.

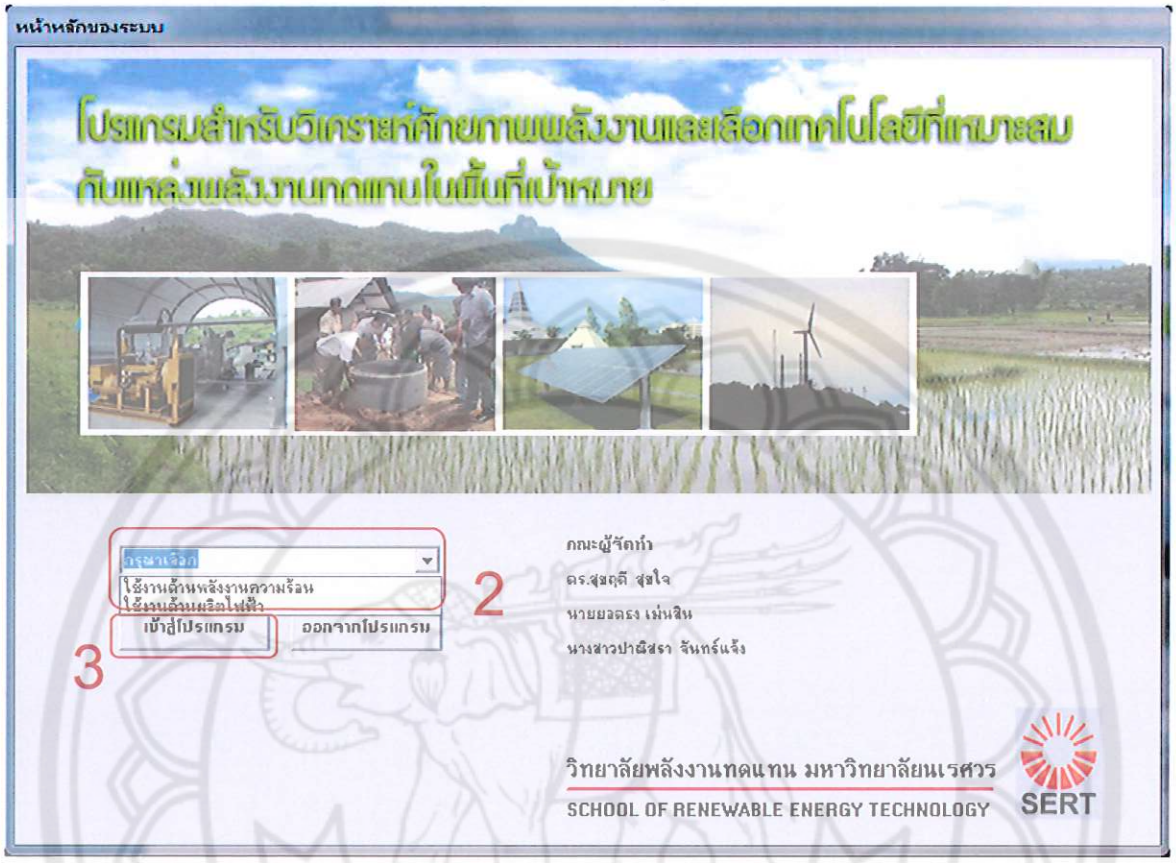
กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2538). *อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน และแฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้ สำหรับปาล์มน้ำมัน*. รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2544). *แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน สำหรับแกลบ*. รายงานพลังงานของประเทศไทย 2543.

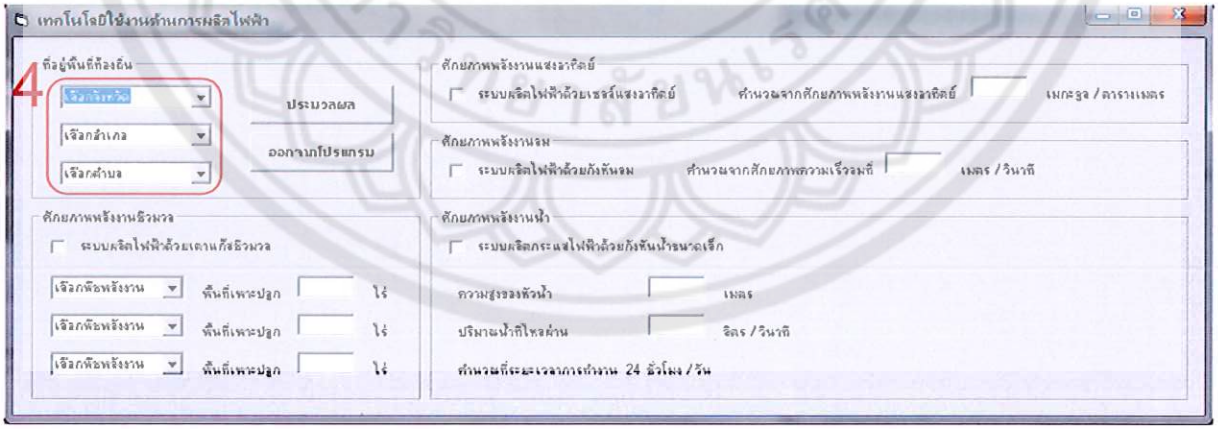
เสริม จันทร์ฉาย (2553). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานลมสำหรับประเทศไทย*. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภาคผนวก ข

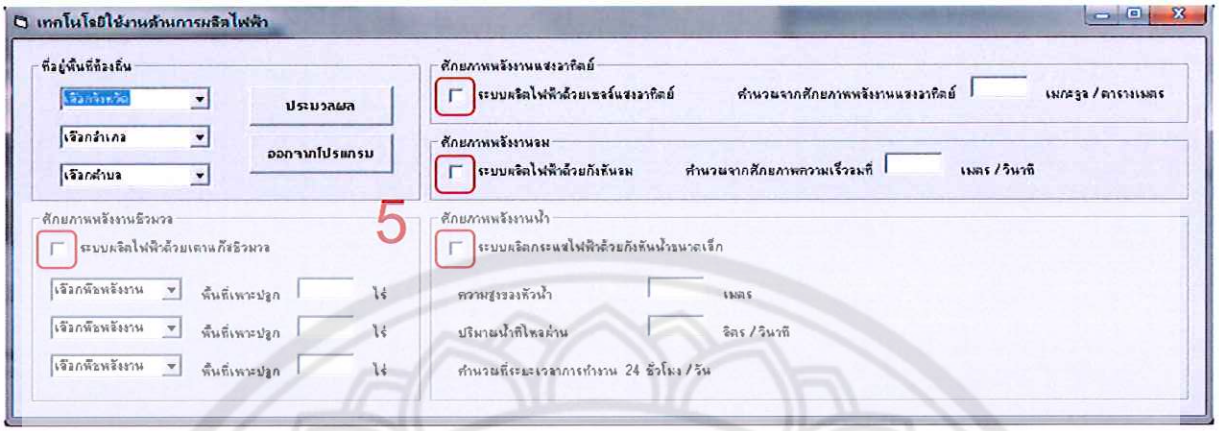
2. คลิก **เลือกประเภทของการใช้งานโปรแกรม** และ **เข้าสู่โปรแกรม**



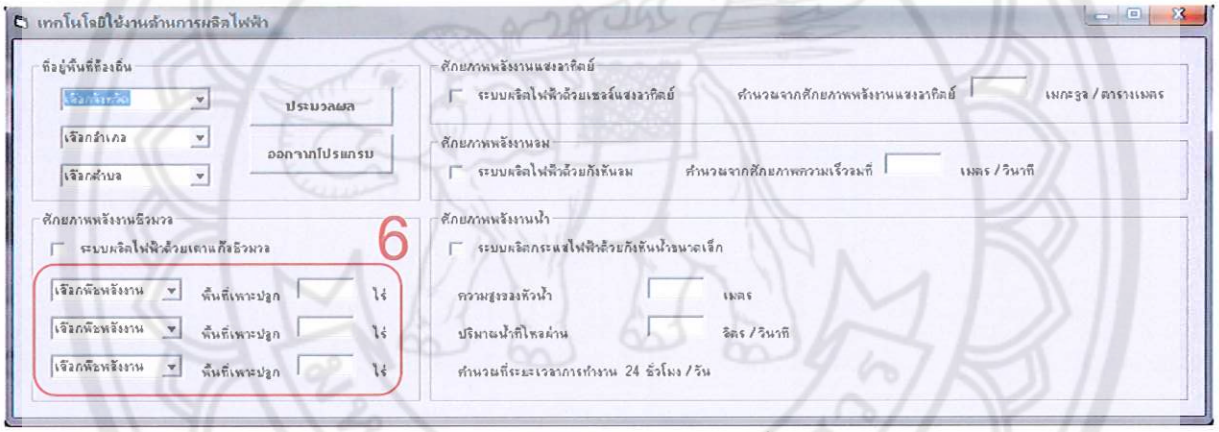
3. กรณีผู้ใช้งานเลือก “ใช้งานด้านผลิตไฟฟ้า” คลิก **เลือกจังหวัด เลือกอำเภอ และเลือกตำบล** ตามลำดับ หลักจากนั้นโปรแกรมจะแสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมอัตโนมัติ



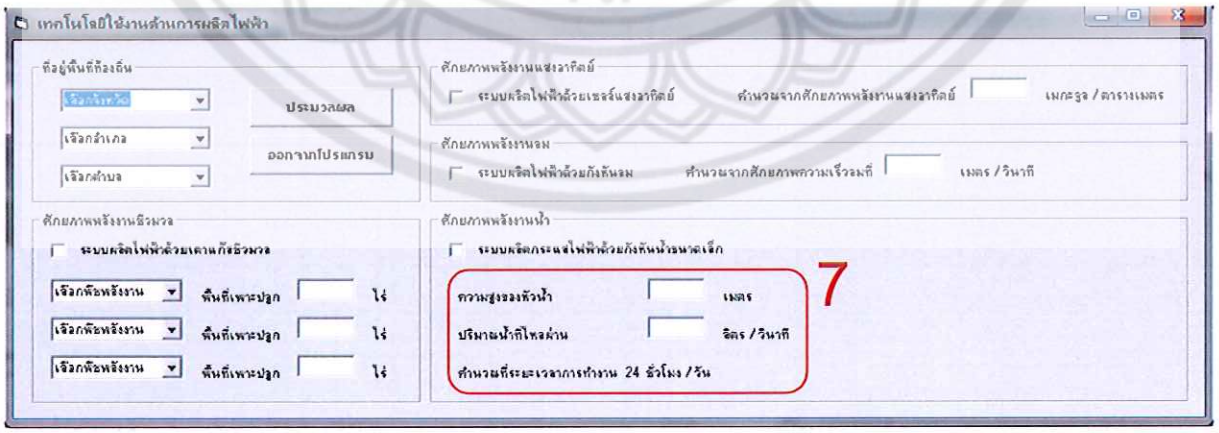
4. คลิก **เครื่องหมายถูก** หน้าเทคโนโลยีที่ต้องการประเมินและวิเคราะห์ศักยภาพ



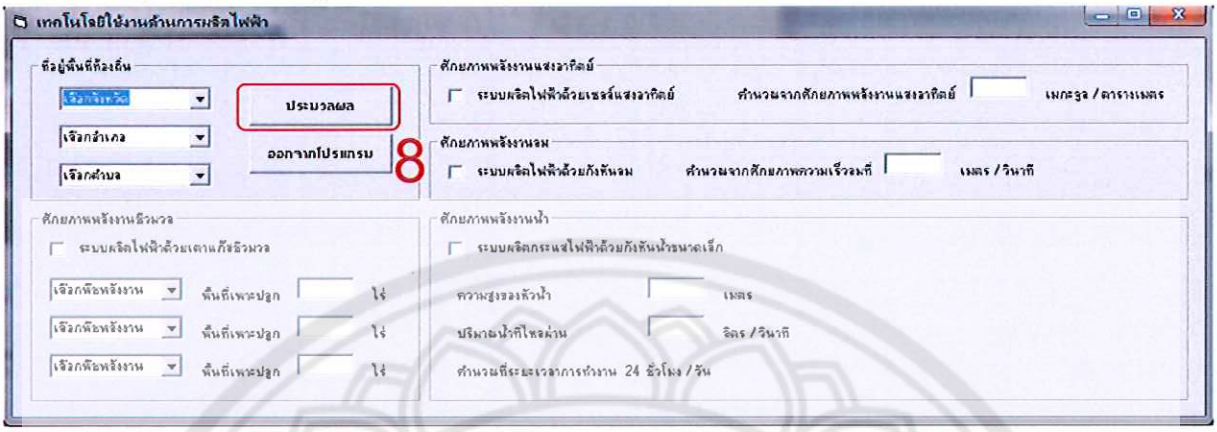
5. ในกรณี คลิกเครื่องหมายถูกหน้าระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเตาชีวมวล ผู้ใช้งานต้องใส่ศักยภาพของพืชพลังงานที่ชุมชนมีศักยภาพ



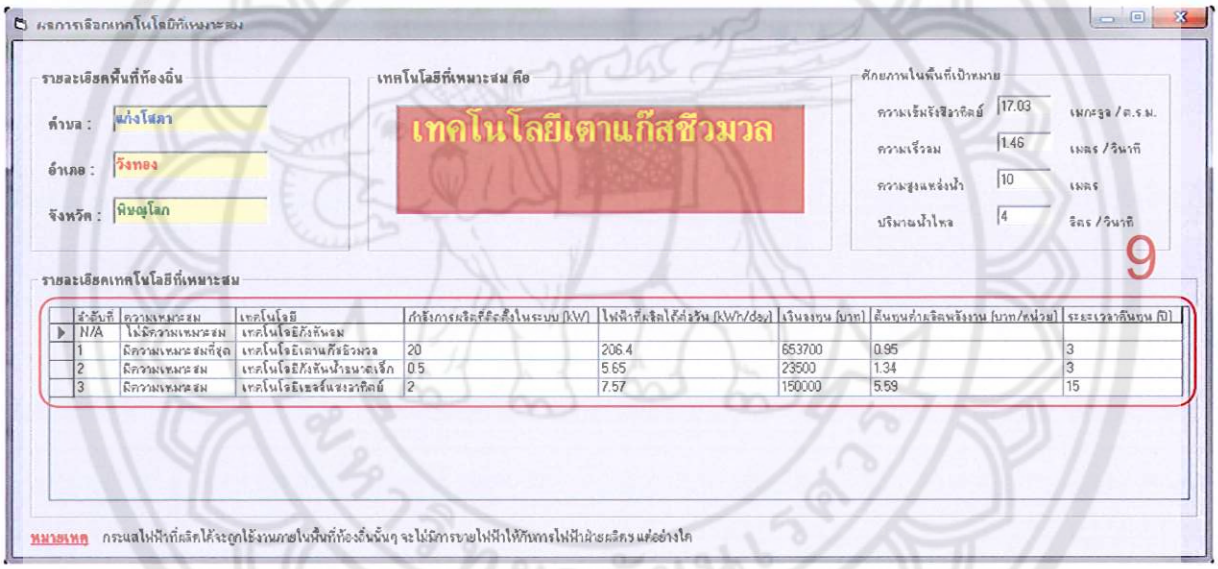
6. ในกรณี คลิกเครื่องหมายถูกหน้าระบบผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก ผู้ใช้งานต้องกรอกศักยภาพของแหล่งน้ำที่ชุมชนมีศักยภาพ



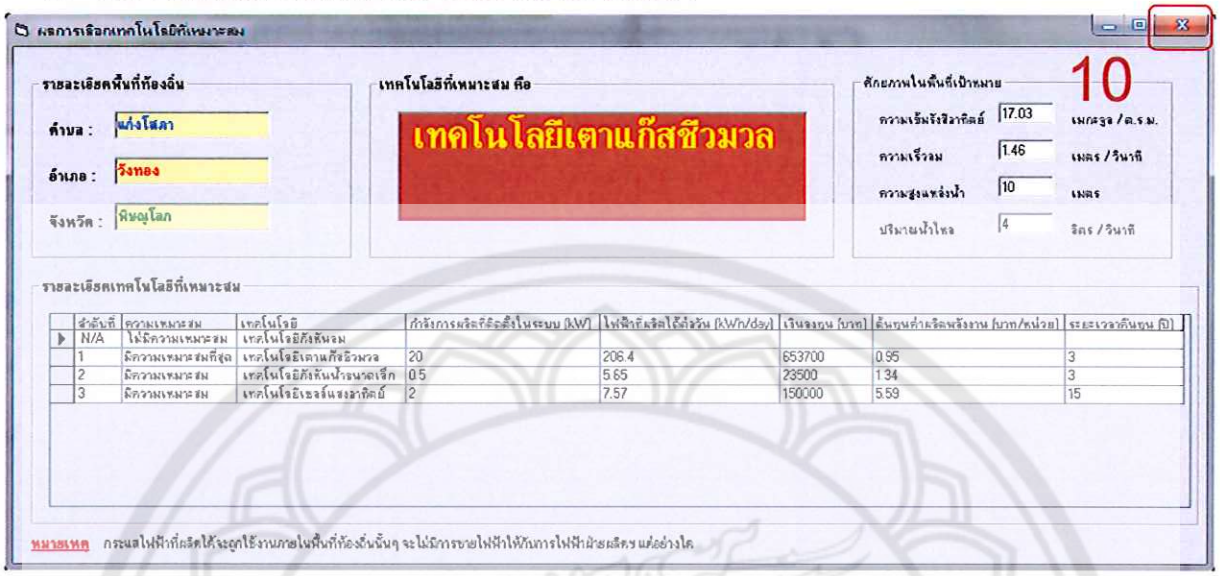
7. เมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลศักยภาพครบถ้วน คลิก **ประมวลผล**



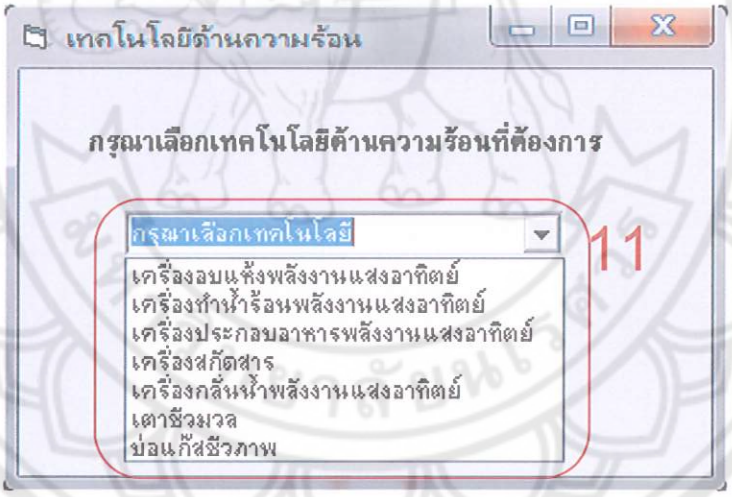
8. เมื่อผู้ใช้งานคลิกประมวลผล โปรแกรมจะแสดงผลการวิเคราะห์ศักยภาพ และเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม



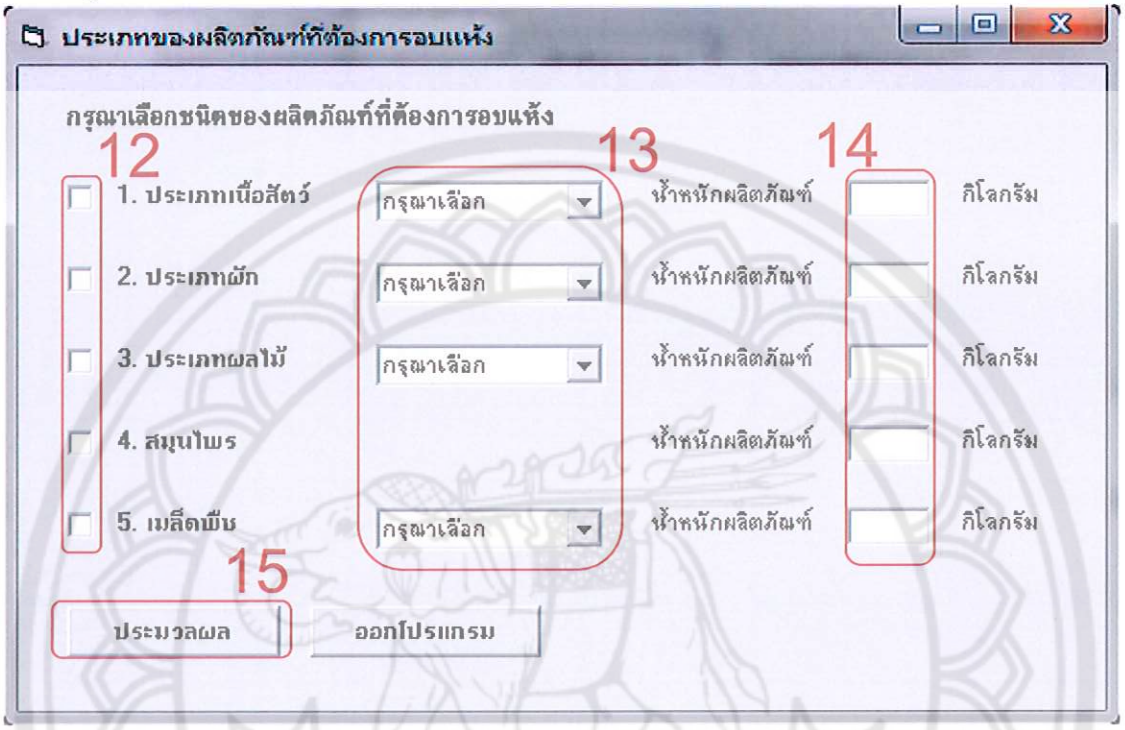
9. ออกจากหน้าแสดงผลคลิก **ที่เครื่องหมายกากบาทสีแดง**



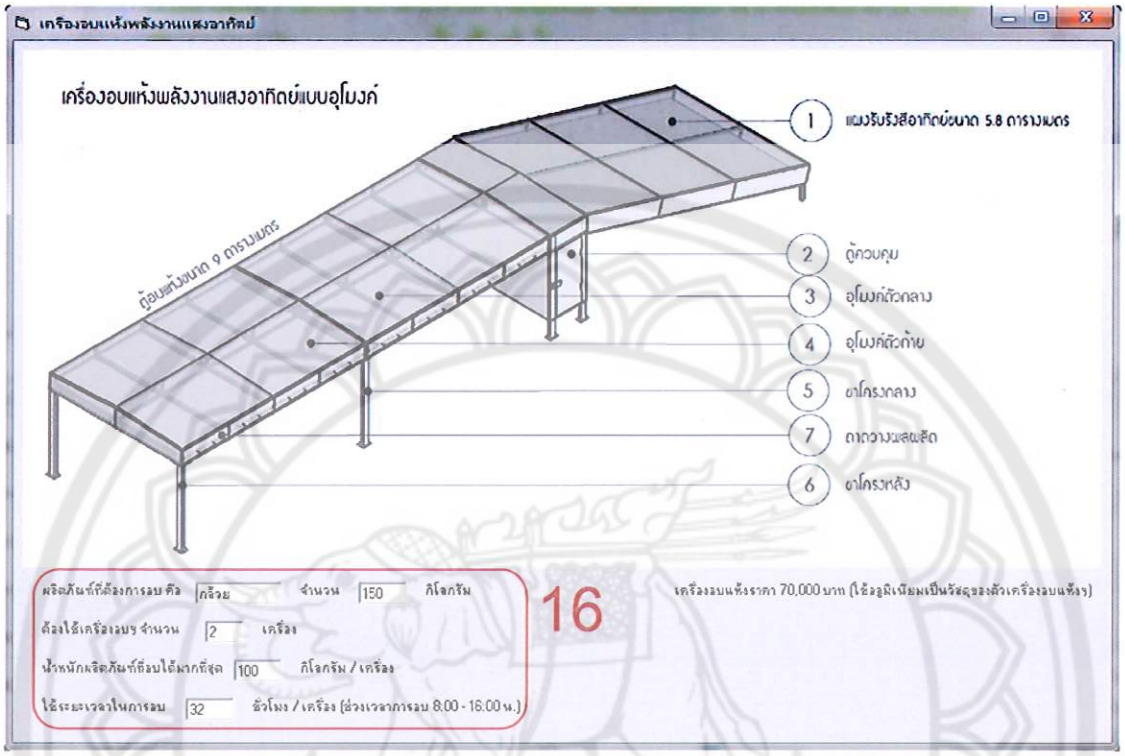
10. กรณีผู้ใช้งานเลือก “ใช้งานด้านความร้อน” ระบบจะแสดงรายการเทคโนโลยีให้ผู้ใช้งานเลือก คลิก ตกลง



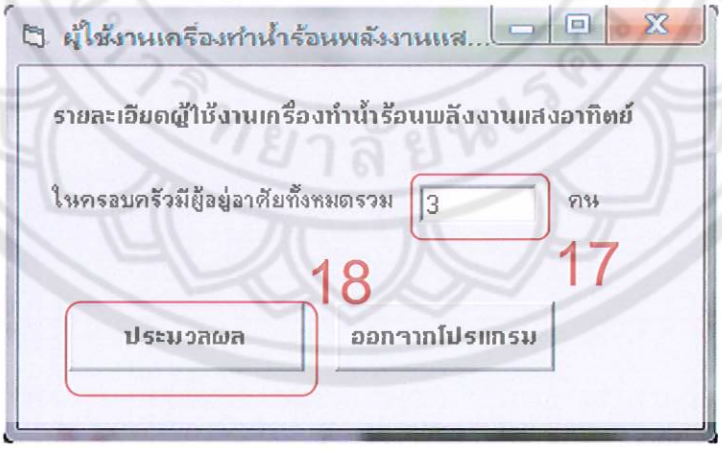
11. เมื่อผู้ใช้งานเลือก **เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์** จะปรากฏฟอร์มการรับเข้าข้อมูล คลิก**เครื่องหมาย**ถูกในช่องประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ **เลือกชนิด** และ **ใส่จำนวนน้ำหนัก**ของผลิตภัณฑ์ หลังจากใส่ข้อมูลครบ คลิก **ประมวลผล**



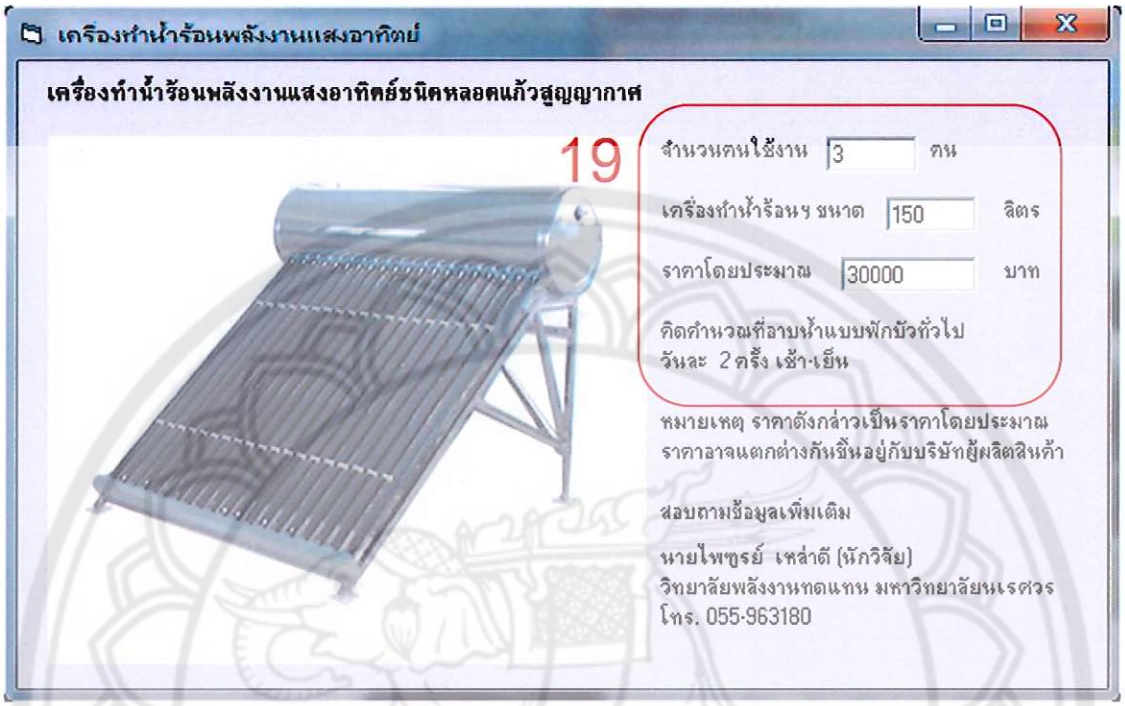
12. เมื่อผู้ใช้งานคลิกประมวลผลจะแสดงผลรายละเอียดของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมทั้งระยะเวลาการอบผลิตภัณฑ์



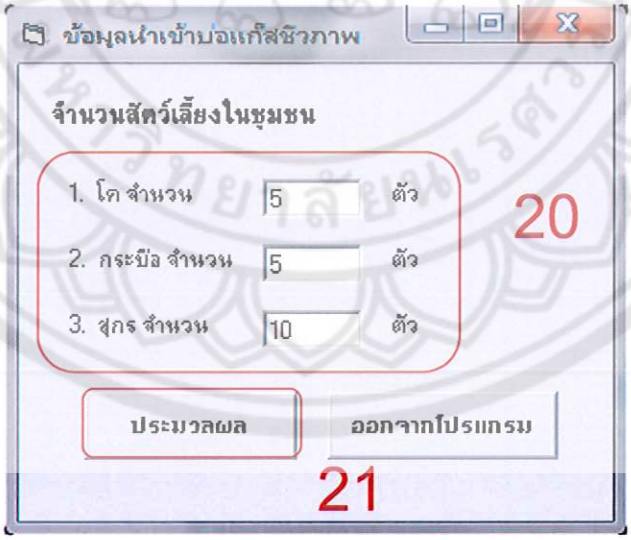
13. เมื่อผู้ใช้งานเลือก เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ จะปรากฏฟอร์มการรับเข้าข้อมูล ผู้ใช้งานเลือกใส่จำนวนผู้อยู่อาศัย หลังจากใส่ข้อมูลครบ คลิก ประมวลผล



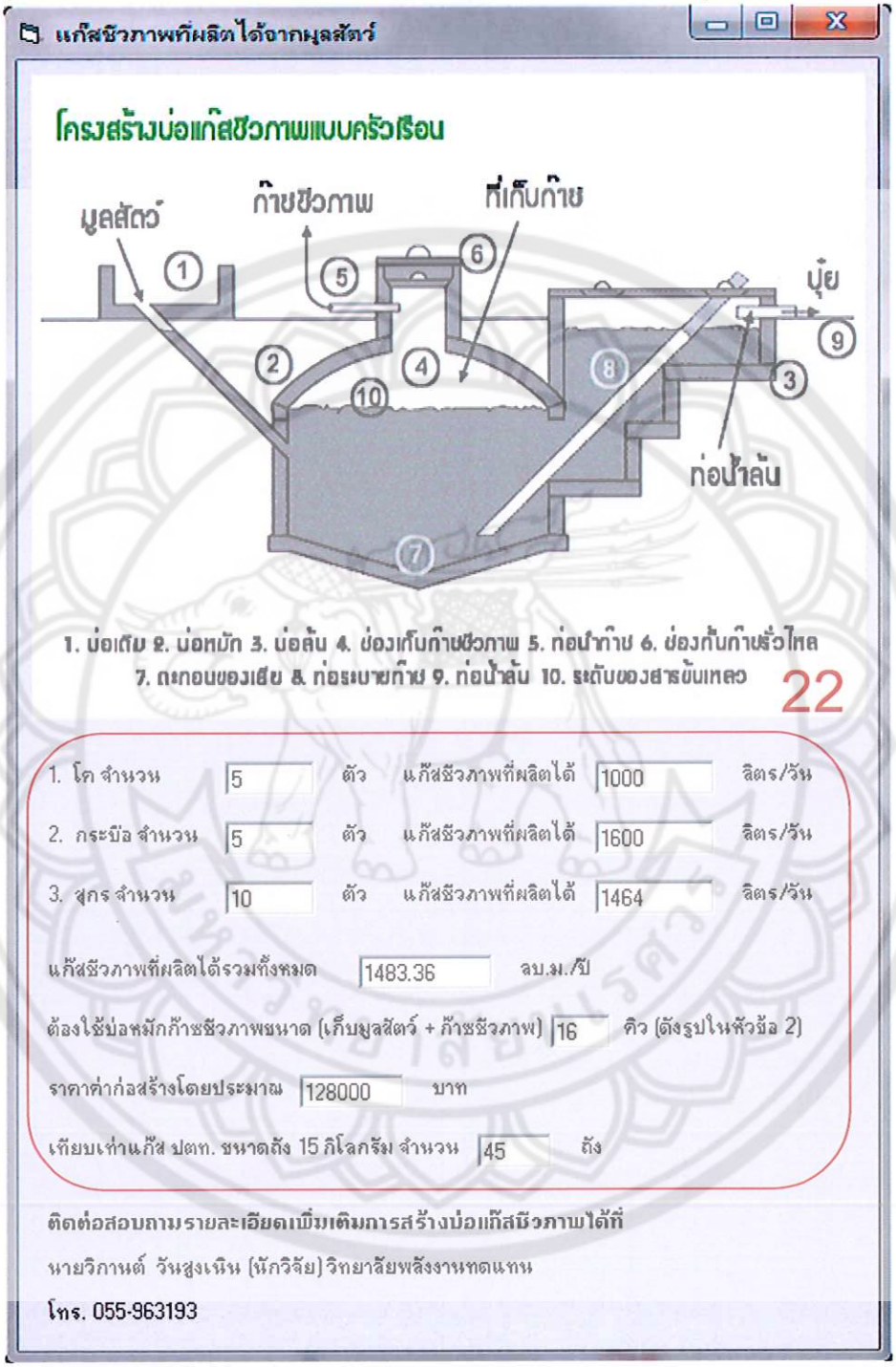
14. เมื่อผู้ใช้งานคลิกประมวลผลจะแสดงผลรายละเอียดของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมทั้งขนาดของถังเก็บน้ำร้อน



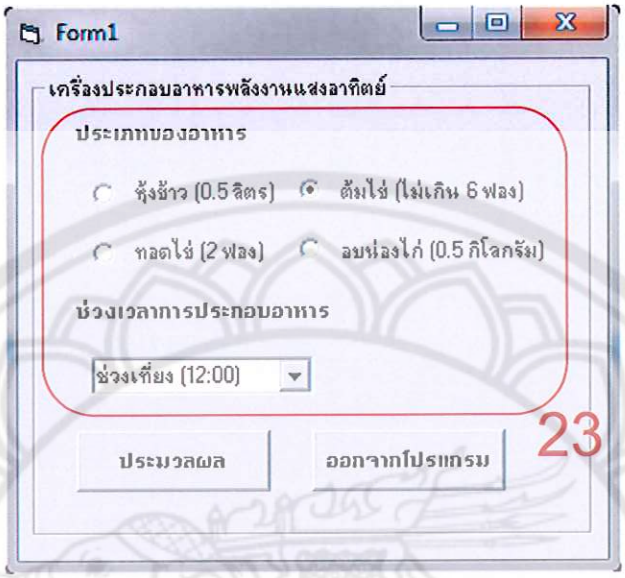
15. เมื่อผู้ใช้งานเลือก บ่อแก๊สชีวภาพ จะปรากฏฟอร์มการรับเข้าข้อมูล ผู้ใช้งานเลือกใส่จำนวนสัตว์เลี้ยงในชุมชน หลังจากใส่ข้อมูลครบ คลิก ประมวลผล



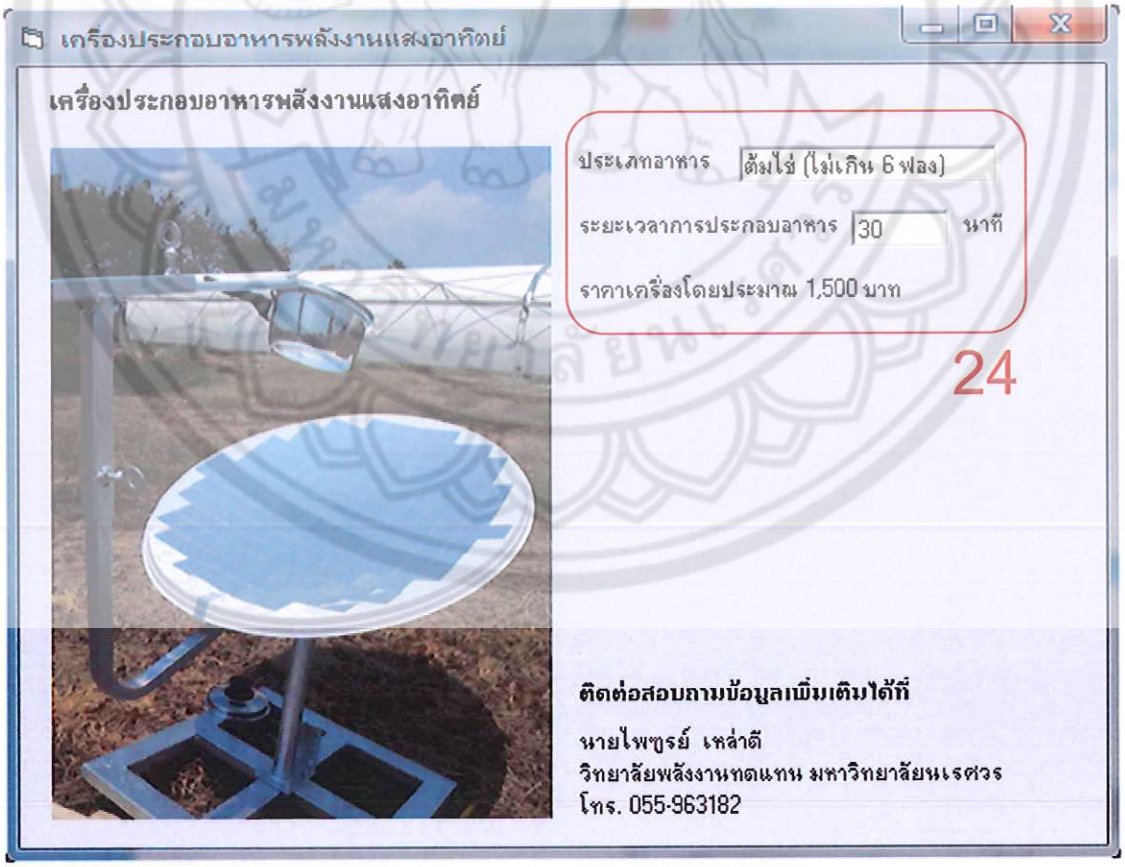
16. เมื่อผู้ใช้งานคลิกประมวลผลจะแสดงปริมาณของแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้จากมูลสัตว์



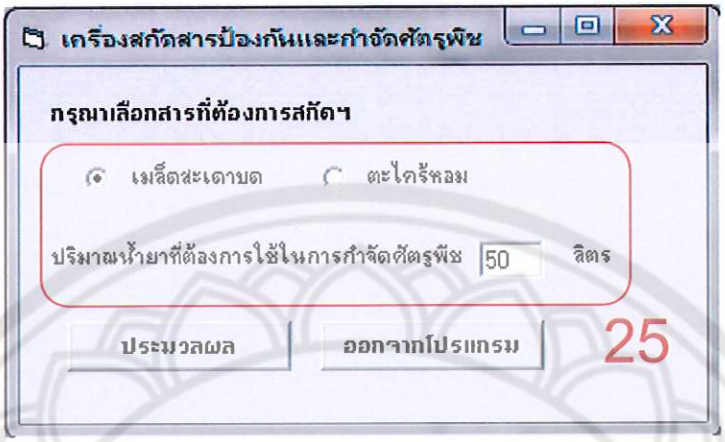
17. เมื่อผู้ใช้งานเลือก **เครื่องประกอบอาหารพลังงานแสงอาทิตย์** จะปรากฏฟอร์มการรับเข้าข้อมูลประเภทของอาหาร และช่วงเวลา หลังจากใส่ข้อมูลครบ คลิก **ประมวลผล**



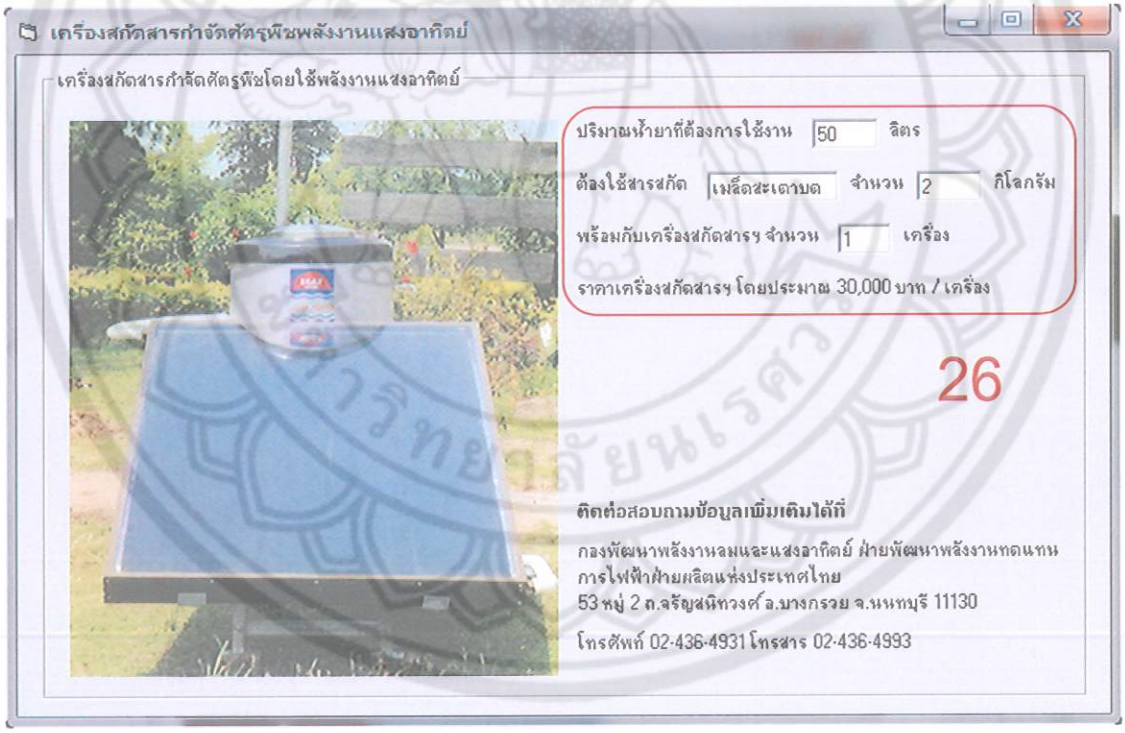
18. เมื่อผู้ใช้งานคลิกประมวลผล โปรแกรมจะแสดงระยะเวลาของการประกอบอาหาร



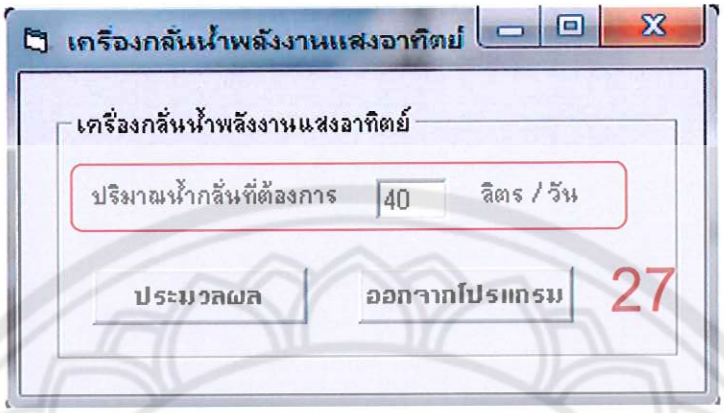
19. เมื่อผู้ใช้งานเลือก **เครื่องสกัดสาร** โปรแกรมจะแสดงฟอร์มการรับเข้าข้อมูลของประเภทสารที่ต้องการสกัดและปริมาณน้ำยาที่ต้องการ



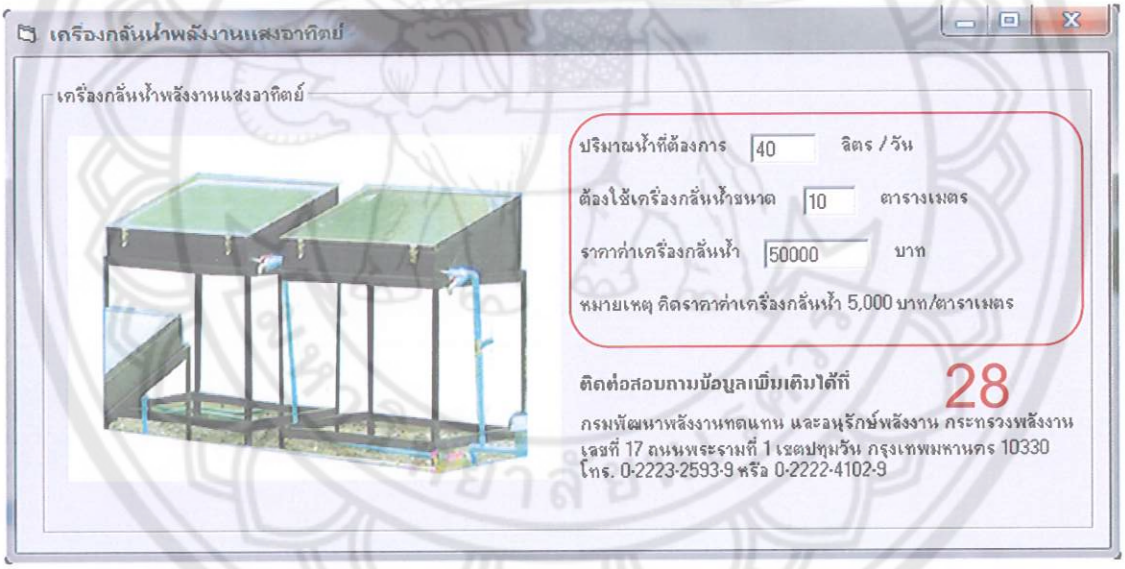
20. เมื่อผู้ใช้งานคลิกประมวลผล โปรแกรมจะแสดงปริมาณสารที่ต้องเตรียมและจำนวนเครื่องสกัดสารฯ ที่จะต้องนำมาใช้งาน



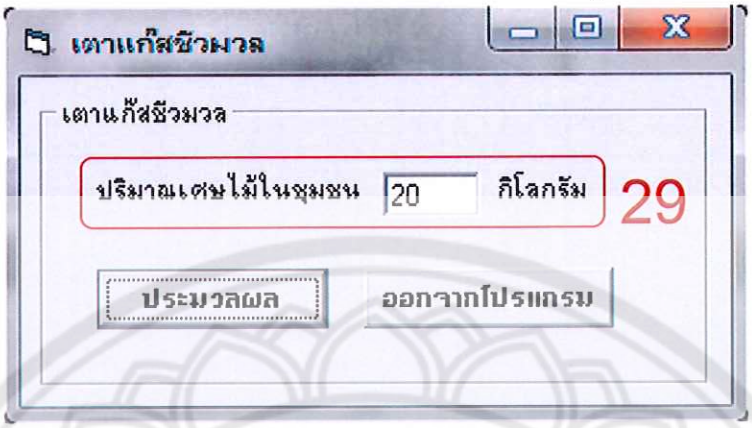
21. เมื่อผู้ใช้งานเลือก **เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์** จะปรากฏฟอร์มรับเข้าข้อมูลของปริมาณน้ำที่ต้องการ



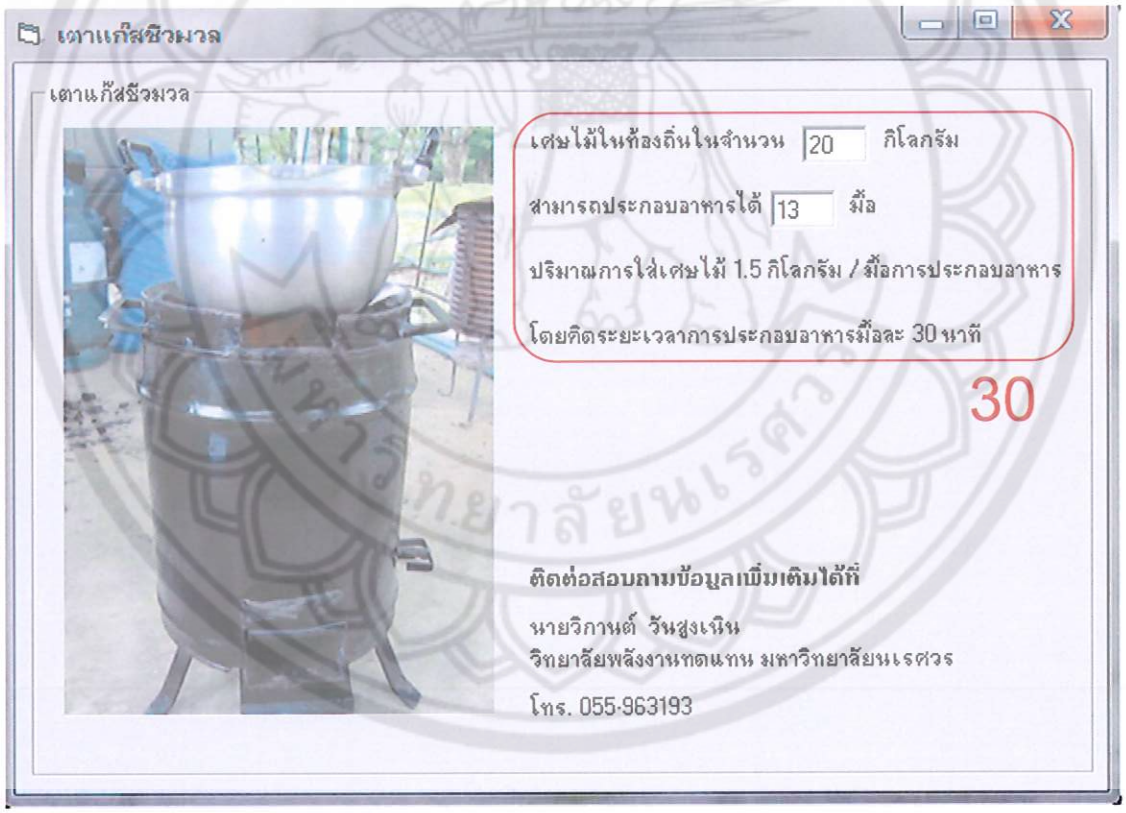
22. เมื่อคลิกประมวลผล โปรแกรมจะแสดงขนาดพื้นที่ของเครื่องกลั่นน้ำที่คำนวณได้ พร้อมราคาค่าเครื่อง โดยจะคิดคำนวณเป็นตารางเมตร



23. เมื่อผู้ใช้งานเลือก **เตาแก๊สชีวมวล** โปรแกรมจะแสดงฟอร์มรับเข้าข้อมูลเป็นปริมาณเศษไม้ในชุมชน



24. เมื่อคลิกประมวลผล โปรแกรมจะแสดงความสามารถที่จะนำเศษไม้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารได้กี่มื้อ



เลขทะเบียน.....

หนังสือยินยอมการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการบนเว็บไซต์ ฐานข้อมูล NU Digital Repository (http://obj.lib.nu.ac.th/media/) สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตามที่ข้าพเจ้า ดร.สุขฤดี สุขใจ (วิทยาลัยพลังงานทดแทน) ได้ส่งผลงานทางวิชาการการรายงานการวิจัย (เรื่อง) รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย

ปีที่พิมพ์ 2557

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานทางวิชาการเป็นลิขสิทธิ์ของข้าพเจ้า ดร.สุขฤดี สุขใจ (ผู้วิจัยร่วม) และท่านอื่น ๆ เป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ร่วม และเพื่อให้ผลงานทางวิชาการของข้าพเจ้าเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและสาธารณชน จึงอนุญาตให้เผยแพร่ผลงาน ดังนี้

- [x] อนุญาตให้เผยแพร่
- [ ] ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ เนื่องจาก.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

วันที่ 30 ต.ค. 58

หมายเหตุ ลิขสิทธิ์ใดๆ ที่ปรากฏอยู่ในผลงานนี้เป็นความรับผิดชอบของเจ้าของผลงาน ไม่ใช่ของสำนักหอสมุด