การประเมินอัตราส่วนพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับชุมชน
กรณีศึกษาบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ประภากร เลาเรือง

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2562

การประเมินอัตราส่วนพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับชุมชน
กรณีศึกษาบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ประภากร เลาเรือง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การประเมินอัตราส่วนพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับชุมชน
กรณีศึกษาบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ประภากร เลาเรือง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(อาจารย์ ดร.ณัฐต์ณิชา สุขเกษม)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ไชยชนะ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิกราน หอมดวง)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ไชยชนะ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การประเมินอัตราส่วนพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับชุมชน กรณีศึกษาบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
ชื่อผู้เขียน นายประภากร เลาเรือง
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ณัฐต์ณิชา สุขเกษม

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้พลังงาน ประเมินศักยภาพพลังงานทดแทน และศึกษาแนวทางในการลดการใช้พลังงานและการใช้พลังงานทดแทนในชุมชนบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในการศึกษาได้ทำการสร้างแบบสอบถามสำหรับใช้เก็บข้อมูลโดยแบบสอบถามจะประกอบด้วยข้อมูล 6 ส่วนคือ 1) ข้อมูลทั่วไปของครัวเรือน 2) ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า 3) ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงทางด้านความร้อนเพื่อการหุงต้ม 4) ข้อมูลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ 5) ข้อมูลพื้นที่และชนิดของการเพาะปลูกและ 6) ข้อมูลชนิดและจำนวนของสัตว์เลี้ยง ทั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 127 ครัวเรือน ข้อมูลที่รวบรวมวิเคราะห์ปริมาณพลังงานโดยใช้ค่าพลังงานเทียบเท่าและวิเคราะห์เป็นศักยภาพการผลิตพลังงานของชุมชนในรูปของพลังงานชีวมวลและการผลิตก๊าซชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า ในพื้นที่บ้านวังป้องครัวเรือนส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกร ทำนา และสวนลำไย มีรายได้ของครัวเรือนต่อเดือนกระจายตั้งแต่ 5,000 - 20,000 บาท/เดือน ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานของครัวเรือนก็จะแตกต่างกันตามรายได้ของครัวเรือน โดยพบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 50.25 - 197.03 kW-h/เดือน/ครัวเรือน มีการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16.90 – 17.64 kg/เดือน/ครัวเรือน และมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.45 – 258.92 ลิตร/เดือน/ครัวเรือน ผลการประเมินศักยภาพพลังงานพบว่าชุมชนมีศักยภาพพลังงานชีวมวล 2,060.05 GJ/ปี และมีศักยภาพพลังงานชีวภาพ 216.96 GJ/ปี สำหรับมาตรการในการลดการใช้พลังงานและการนำพลังงานทดแทนมาใช้ที่เหมาะสมสำหรับชุมชนคือ การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอด LED และการใช้เตาแก๊สชีวมวลเชื้อเพลิงเป็นแกลบ ขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้ชุมชนเกิดการลดการใช้พลังงานได้มากกว่า 8% และเป็นไปตามเป้าหมายของ

แผนการอนุรักษ์พลังงาน (EEP2015) นอกจากจะเป็นการลดการใช้พลังงานลงแล้วมาตรการที่เหมาะสมนี้ยังสามารถช่วยลดการปล่อย GHG ได้เท่ากับ 9.79 kg CO_2 eq/เดือน/ครัวเรือน

คำสำคัญ : การปล่อยแก๊สเรือนกระจก, ชีวมวล, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร, ศักยภาพพลังงาน

Title ENERGY RATIO AND CARBON FOOTPRINT EVALUTION OF LOCAL AREA, CASE STUDY OF BAN WANGPONG, MEARIM DISTRICT, CHIANGMAI PROVINCE

Author Mr. Praphakon Laoraeang

Degree Master of Engineering in Renewable Energy Engineering

Advisory Committee Chairperson Dr. Natthanicha Sukasem

ABSTRACT

The objectives of this thesis were to study the energy consumption, assessment of renewable energy potential as well as study the guidelines for reducing energy consumption and alternative energy use. The study area is Ban Wang Pong village, Mae Rim district, Chiang Mai Province. In the study, a questionnaire was used to collect data. The questionnaire consisted of 6 parts: 1) household information, 2) the data of power consumption, 3) fuel consumption for cooking, 4) fuel for data of vehicles, 5) type and area of plantation and 6) amount and types of animals, total of 127 households was collected. All data was analysed to energy data by using energy equivalent value. The renewable energy potential of area was analyzed in the form of biomass and biogas. The result shows that farming is the main occupation of the household in Ban Wang Pong. (Rice and longan farming) and income is distributed between 5,000 - 20,000 baht per month. Therefore, the value of energy consumption was depending of household income. The average electricity consumption of household was in the range of 50.25 - 197.03 kW-h per month. The average fuel used for cooking of household was 16.90 - 17.64 kg per month. The monthly average fuel consumption of household ranges from 18.45 - 258.92 liters. The energy potential assessment shows that the community has a biomass energy potential of 2,060.05 GJ per year and a biogas capacity of 216.96 GJ per year. LED and small size of rice husk gas stoves are a suitable technology in order to reduce

the energy consumption in this area. These technologies can reduce the energy consumption by more than 8% of total energy used in the village and that being in an accordance with the Energy Efficiency Plan (EEP2015) of Thailand. Using LED and small stoves are able to reduce GHG emissions of household at 9.79 kg CO_2eq per month.

Keyword : Greenhouse gas emissions Biomass Agricultural waste Energy potential

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน และหน่วยงานต่างๆดังนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ณัฐต์ณิชา สุขเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ไชยชนะ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิกราน หอมดวง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้ให้คำปรึกษา แนวคิดแนวทางในการศึกษาหาความรู้ และการแก้ปัญหาต่างๆ และตรวจสอบแก้ไขจนเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทุกท่านที่ได้ประศาสน์วิชาความรู้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ทุนอุดหนุนการศึกษา วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โครงการผลิตและพัฒนาศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียนสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2559

ขอขอบพระคุณราษฎรบ้านวังป้องที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และสำนักงานเกษตรอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และสำนักงานปศุสัตว์อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในหลายๆ ด้านและคอยเป็นกำลังใจให้กันตลอดมา ขอขอบพระคุณทุกคนไว้ ณ โอกาสนี้

ประภากร เลาเรือง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ฒ

สารบัญตารางผนวก ..... ด

อักษรย่อและสัญลักษณ์ ..... ต

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์งานวิจัย 5

ขอบเขตงานวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 5

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 6

การวางแผนพลังงานชุมชนของประเทศไทย 6

การใช้พลังงานไฟฟ้า 6

แนวทางในการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์พลังงานไฟฟ้า 6

1 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP) 6

2 อัตราส่วนประสิทธิภาพ (Energy Efficiency Ratio, EER) 7

3 ส่วนกลับของประสิทธิภาพ (kW/TR) 7

4 การเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดพลังงาน 7

5 การเปลี่ยนมาใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง 7
6 การใช้แสงสว่างธรรมชาติ 7
7 การประหยัดพลังงาน 7
8 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (หลอดตะเกียบ) 8
การประเมินศักยภาพพลังงานทดแทน 9
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน 13
1 การจัดการพลังงานชุมชน 14
2 การวางแผนพลังงานชุมชน 15
3 แผนพัฒนาพลังงานชุมชน 16
4 ขั้นตอนในการจัดทำแผนพลังงานชุมชน 16
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) 17
การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน 18
1 หลักการใช้ทรัพยากรที่ยั่งยืน 19
2 ทุนชุมชน 20
3 ทุนทางทรัพยากร 21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 27
ขั้นตอนและวิธีการวิจัย 27
1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมา 27
2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 27
สำรวจข้อมูล 27
1 ข้อมูลพื้นฐานครัวเรือน คือ 28
2 ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย 28
3 ข้อมูลการใช้พลังงานความร้อน ประกอบด้วย 29

4 ข้อมูลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบด้วย 29
5 ข้อมูลด้านพลังงานทดแทน ประกอบด้วย 29
การวิเคราะห์ข้อมูล 30
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 35
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการทดลอง 36
ข้อมูลทั่วไปของชุมชน 36
1 อาชีพ 36
2 รายได้ครัวเรือน 37
3 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 38
4 เพศ/อายุของผู้ให้ข้อมูล 39
5 ความรู้ทางด้านพลังงานของชุมชน 40
ข้อมูลจำนวนของอุปกรณ์ทางพลังงานไฟฟ้า 42
1 อุปกรณ์ไฟฟ้า 42
2 อุปกรณ์สำหรับการหุงต้ม 48
3 จำนวนยานพาหนะ 49
ปริมาณการใช้พลังงาน 49
1 ปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้า 49
2 ปริมาณการใช้พลังงานในการหุงต้ม 51
3 ปริมาณการใช้พลังงานในยานพาหนะ 53
4 การวิเคราะห์ค่าปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แบ่ง เป็น 4 กรณีศึกษาคือ 54
ศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่ชุมชน 57
1 ชีวมวล 57
2 แก๊สชีวภาพ 60

3 พลังงานธรรมชาติ 62
แนวทางการลดพลังงานและการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของบ้านวังป้อง 66
1 การเปลี่ยนหลอดไฟ LED 66
2 การใช้เตาแกลบทดแทน LPG 67
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 68
สรุปผลงานวิจัย 68
ข้อเสนอแนะ 69
บรรณานุกรม 70
ภาคผนวก ก ข้อมูลครัวเรือน 73
ภาคผนวก ข แบบสอบถามการใช้พลังงานและศักยภาพพลังงานชุมชน 79
ภาคผนวก ค บทความที่ได้เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการ 92
ประวัติผู้วิจัย 106

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนการใช้หลอดประหยัดพลังงาน 8

ตารางที่ 2 สัดส่วนของวัสดุชีวมวลต่อผลผลิต 11

ตารางที่ 3 ข้อมูลสำหรับการประเมินศักยภาพด้านพลังงานชีวมวลในรูปของการผลิตแก๊สชีวภาพ .. 12

ตารางที่ 4 แสดงก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุม 18

ตารางที่ 5 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง 30

ตารางที่ 6 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) 31

ตารางที่ 7 อัตราส่วนการเกิด การใช้ประโยชน์ และค่าความร้อนวัสดุชีวมวล 31

ตารางที่ 8 แสดงการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ 32

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละอาชีพหลักของครัวเรือน 36

ตารางที่ 10 แสดงสัดส่วนรายได้ต่อเดือนของครัวเรือน 37

ตารางที่ 11 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 38

ตารางที่ 12 เพศของผู้ให้ข้อมูล 39

ตารางที่ 13 อายุของผู้ให้ข้อมูล 39

ตารางที่ 14 ความรู้ทางด้านพลังงานของชุมชน และ ความต้องการเทคโนโลยีพลังงานทดแทน 40

ตารางที่ 15 เครื่องใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง 42

ตารางที่ 16 เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน 43

ตารางที่ 17 เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป 45

ตารางที่ 18 เครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ 48

ตารางที่ 19 จำนวนอุปกรณ์ทางด้านพลังงานเตาที่ใช้ในการหุงต้ม 48

ตารางที่ 20 จำนวนยานพาหนะด้านพลังงานกลุ่มเชิงพาณิชย์ 49

ตารางที่ 21 ปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้า 49

ตารางที่ 22 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงความร้อนครัวเรือนต่อเดือน 51

ตารางที่ 23 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะด้านพลังงานเชิงพาณิชย์ 53

ตารางที่ 24 ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย GHG ของครัวเรือน 55

ตารางที่ 25 พื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่บ้านวังป้อง 58

ตารางที่ 26 อัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อผลผลิต และสัดส่วนการใช้ประโยชน์ . 59

ตารางที่ 27 ผลคำนวณศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้ 59

ตารางที่ 28 การเลี้ยงสัตว์ 60

ตารางที่ 29 ศักยภาพของชีวมวลปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากมูลสัตว์ 61

ตารางที่ 30 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2560 63

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามชนิดพลังงาน 1
ภาพที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3
ภาพที่ 3 ขั้นตอนการจัดการพลังงานชุมชน 15
ภาพที่ 4 การมีส่วนร่วมของประชาคมในการวางแผนพลังงานชุมชน 16
ภาพที่ 5 แสดงองค์ประกอบการพัฒนาที่ยั่งยืน 19
ภาพที่ 6 แสดงองค์ประกอบของทุนชุมชน 20
ภาพที่ 7 การลงสำรวจข้อมูลพื้นฐานครัวเรือน 28
ภาพที่ 8 การเก็บข้อมูลพลังงานความร้อน 29
ภาพที่ 9 การเก็บข้อมูลพลังงานทดแทน 30
ภาพที่ 10 อาชีพหลักของครัวเรือนบ้านวังป้อง 36
ภาพที่ 11 รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน 37
ภาพที่ 12 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 38
ภาพที่ 13 เพศของผู้ให้ข้อมูล 39
ภาพที่ 14 อายุของผู้ให้ข้อมูล 40
ภาพที่ 15 ปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้า 51
ภาพที่ 16 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงความร้อนครัวเรือนต่อเดือน 52
ภาพที่ 17 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะด้านพลังงานเชิงพาณิชย์ 54
ภาพที่ 18 ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย GHG ของครัวเรือน 57
ภาพที่ 19 พื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่บ้านวังป้อง 58
ภาพที่ 20 การเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่บ้านวังป้อง 60
ภาพที่ 21 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 62
ภาพที่ 22 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย 64

ภาพที่ 23 แม่น้ำล้อง..... 65

ภาพที่ 24 หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไฟ LED..... 66

ภาพที่ 25 เตาแก๊สชีวมวลเชื้อเพลิงแกลบ..... 67

สารบัญตารางผนวก

หน้า

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลครัวเรือน 74

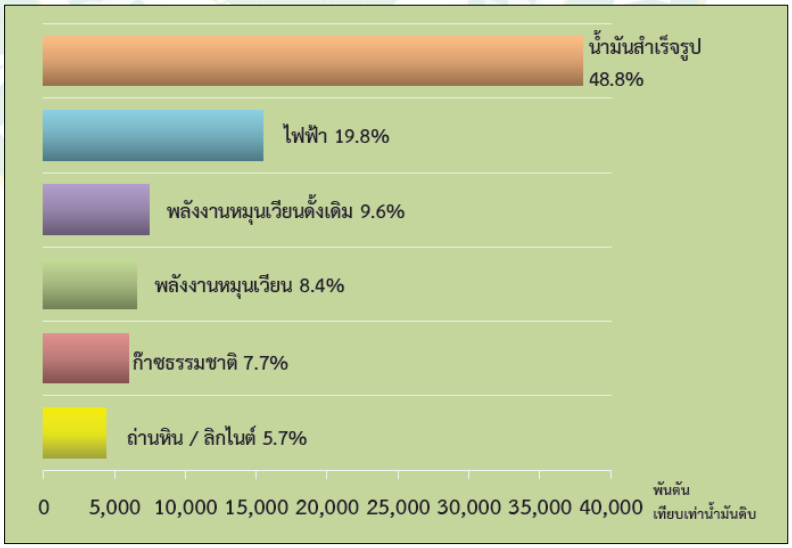
อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่เพาะปลูก	(ไร่)
B	สัดส่วนของวัสดุชีวมวลต่อผลผลิต	(ตัน/ไร่)
BQ	ศักยภาพด้านปริมาณของวัสดุชีวมวล	(ตัน)
BY	อัตราการเกิดแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้	(m3/kg VS)
C	สัดส่วนของวัสดุชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์	(ตัน/ไร่)
E	ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง	-
ENU	พลังงานที่ไม่มีการใช้ประโยชน์	(kg/ไร่)
EV	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อีวาโปเรเตอร์	(kW)
FW	อัตราการเกิดมูลสด	(kg/ตัว/วัน)
HHVR	ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุแต่ละชนิด	(kg/ไร่)
HV	ค่าความร้อนของวัสดุชีวมวล	(MJ/kg)
N1	ขนาดของประชากร	-
n	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	-
N2	จำนวนและชนิดของสัตว์	(ตัว)
RF	อัตราส่วนมูลที่เก็บได้	(kg/ตัว/วัน)
RNUratio	สัดส่วนวัสดุเหลือใช้ที่ไม่มีการใช้ประโยชน์	(kg/ไร่)
RTPratio	สัดส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้	(kg/ไร่)
TS	อัตราส่วนของแข็งทั้งหมด	(%)
VOPyear	ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรในรอบ	(kg/ไร่)
VOR	ปริมาณวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้	(kg/ไร่)
VS	อัตราส่วนของแข็งระเหยได้	(%)
WCP	กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์	(kW)
Y	ปริมาณผลผลิต	(ตัน/ไร่)

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ พลังงานถูกใช้ในภาคส่วนต่างๆ โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมและภาคคมนาคมขนส่ง ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดเทียบกับภาคส่วนอื่นๆ ภาคครัวเรือนเองก็มีการใช้พลังงานในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ครัวเรือนและชุมชนเป็นหน่วยที่เล็กซึ่งสามารถบริหารจัดการพลังงานโดยการใช้พลังงานอย่างประหยัดและการหาพลังงานทางเลือกจากพลังงานหมุนเวียนได้ไม่ยาก ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมและภาคคมนาคมขนส่งยังคงจำเป็นต้องพึ่งพลังงานฟอสซิล ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศและได้สร้างปัญหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม (วิสาขา, 2555) อย่างไรก็ตาม น้ำมันสำเร็จรูปยังคงมีการใช้ในสัดส่วนที่สูงกว่าพลังงานชนิดอื่น ร้อยละ 48.8 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ทั้งหมด ซึ่งมีการใช้ไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม พลังงานหมุนเวียน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน / ลิกไนต์ ร้อยละ 19.8 9.6 8.4 7.7 และ 5.7 ตามลำดับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามชนิดพลังงาน

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2558)

กระทรวงพลังงานได้ทบทวนการจัดทำแผนพลังงาน 5 แผนหลักในช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2579 ที่สอดคล้องกับรอบของการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้แก่ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้การบริหารจัดการด้านพลังงานของประเทศเป็นไปในแนวทางเดียวกันอย่างเป็นระบบ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

แผน PDP2015 ได้เน้นการเสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้า ด้วยการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า การลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติ การเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินเทคโนโลยีสะอาดการจัดหาไฟฟ้าจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น การเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนวียน รวมทั้งการพัฒนาระบบส่งไฟฟ้า ระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อรองรับการพัฒนาพลังงานทดแทน และการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

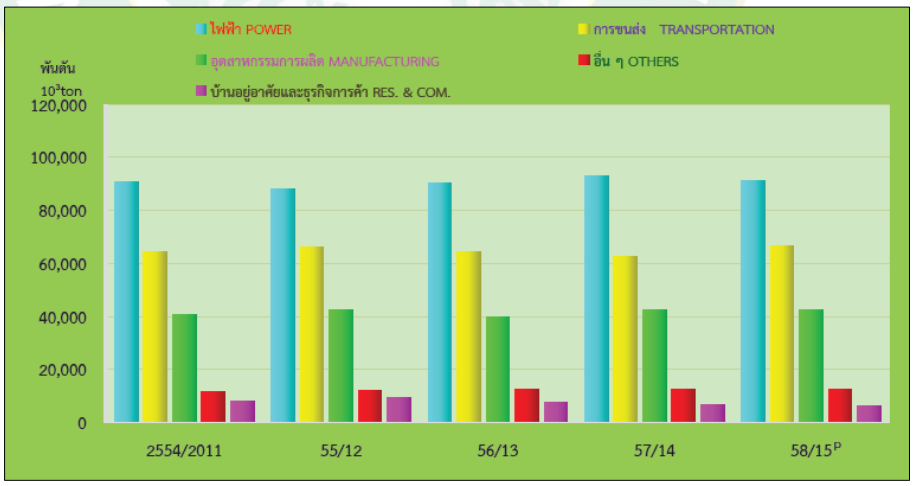
แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Plan: EEP) อนาคตปัญหาเรื่องราคาพลังงาน การแย่งชิงทรัพยากรพลังงานระหว่างประเทศ ปัญหาสิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นผลพวงของการผลิตและใช้พลังงาน จะเป็นปัญหาที่จะมีความรุนแรงยิ่งขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน การอนุรักษ์พลังงานของประเทศในระยะสั้น 5 ปี และระยะยาว 20 ปี โดยตั้งเป้าลดความเข้มของการใช้พลังงาน (Energy Intensity: EI) ลงร้อยละ 30 ในปี 2579 เมื่อเทียบทั้งในภาพรวมพลังงานของประเทศ และแนวทางในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และให้บรรลุเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานที่ตั้งไว้ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP) "พลังงานทางเลือก พลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียน" ศัพท์ต่างๆ เหล่านี้เริ่มเข้ามามีบทบาทในระบบไฟฟ้าของประเทศไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้ประเทศไทยจำเป็นต้องหันมาพิจารณาการใช้พลังงานทางเลือกคือ ปัญหาภาวะโลกร้อนที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) ซึ่งส่วนใหญ่คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) อันเกิดจากกระบวนการสันดาปของเชื้อเพลิงฟอสซิล ไม่ว่าจะในอุตสาหกรรมประเภทใด ไม่เว้นอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ที่ต้องอาศัยเชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan) ของประเทศระยะยาว ปีพ.ศ.2558-2579 มีการกำหนดทิศทางการบริหารจัดการด้านน้ำมันเชื้อเพลิงให้สอดคล้องกับเป้าหมายการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นการบูรณาการระหว่างแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579 กับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 โดยเริ่มกระบวนการจัดทำแผนจากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลปริมาณ

ความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเดียวกับแผนอนุรักษ์พลังงานแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิงฉบับนี้ “น้ำมันเชื้อเพลิง” หมายความรวมถึง น้ำมัน ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์และการจัดทำแผนจะมุ่งเน้นการบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง เนื่องจากเป็นภาคส่วนที่มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในสัดส่วนสูงที่สุดตามแผนอนุรักษ์พลังงาน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558)

แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan) การใช้ก๊าซธรรมชาติของประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณการผลิตในประเทศกลับลดลง ประเทศจึงต้องพึ่งพา LNG นำเข้า มากขึ้น ทำให้ต้นทุนราคาเชื้อเพลิงสูงขึ้น อีกทั้งมีความเสี่ยงที่จะขาดวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมปิโตรเคมีหาแนวทางบริหารจัดการแหล่งก๊าซธรรมชาติที่สัมปทานจะสิ้นอายุในปี 65-66 เพื่อให้การผลิตแหล่งก๊าซสำคัญเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จัดทำแผนการลดปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ไม่ผ่านโรงแยกก๊าซ เพื่อส่งเสริมการใช้ก๊าซอ่าวไทยให้เกิดประโยชน์สูงสุด และรักษาอายุแหล่งก๊าซในอ่าวไทยให้นานขึ้น ก๊าซธรรมชาติผลิตจากอ่าวไทย 80% ผ่านโรงแยกก๊าซ อีก 20% ส่งตรงเข้าโรงไฟฟ้า จึงควรลดสัดส่วนก๊าซอ่าวไทยที่ส่งตรงเข้าโรงไฟฟ้านี้ โดยนำ LNG มาเสริม เฉพาะในช่วงที่ LNG มีราคาลดลง (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน., 2558) ปัจจัยสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนขึ้นก็คือ การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ในชั้นบรรยากาศอันเกิดจากน้ำมือของมนุษย์นั่นเองก่อให้เกิดผลกระทบต่างๆ ตามมามากมาย ไม่ว่าจะเป็นภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น การละลายของน้ำแข็งที่ขั้วโลกระดับน้ำทะเลเพิ่มสูง (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2557)



ภาพที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2558)

เนื่องจากภาวะโลกร้อน (Global warming) ที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศในหลายๆ พื้นที่ทั่วโลก ในปัจจุบันเป็นผลมาจากการเผาไหม้จาก โรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์และการ

ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) เพิ่มขึ้นจนเข้าสู่สภาวการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และมีแนวโน้มว่าจะกลายเป็นสถานการณ์ที่ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นนานาประเทศจึงตระหนักถึงปัญหาและพยายามหามาตรการแก้ไขและป้องกันปัญหาเหล่านั้น สำหรับประเทศไทยการใช้พลังงานนับว่าเป็นกิจกรรมที่มีส่วนก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ ในโลกและเนื่องจากก๊าซเรือนกระจกเป็นปัญหาหลักของปัญหาภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกว่าร้อยละ 80 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในชั้นบรรยากาศซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลเช่น ถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2554)

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งเปลี่ยนข้อมูลจากกิจกรรมต่างๆ ให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยข้อมูล เช่น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไฟฟ้าหนึ่งหน่วย (kgCO_2e/kWh) (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2554)

การศึกษาข้อมูลผู้วิจัยเล็งเห็นว่าแผนพลังงานของกระทรวงพลังงาน แผน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP) เป็นแผนอนุรักษ์พลังงาน กำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงาน และแนวทางในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปัญหาสิ่งแวดล้อม ของแต่ละชุมชนนับว่ามีการศึกษากันน้อยมากโดยข้อมูลที่สำรวจส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางสังคมโดยให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานชุมชน เพื่อตอบสนองนโยบายรัฐบาลอีกทางหนึ่ง ความสำคัญในการร่วมแก้ปัญหาวิกฤติพลังงานอันต่อเนื่องจนถึงความต้องการในการวางแผนการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการมีส่วนร่วมของท้องถิ่น การใช้พลังงานของประชาชนในท้องถิ่น และศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในครัวเรือน รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้พลังงานในระดับครัวเรือน เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาเสนอแนะแนวทางการจัดการพลังงานในชุมชน

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อน และน้ำมันเชื้อเพลิง ของครัวเรือนในพื้นที่บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่ชุมชน บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
3. เพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนาพลังงานทดแทนสำหรับชุมชน บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตงานวิจัย

1. หมู่บ้านที่ดำเนินการคือ บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
2. ทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามเป็นรายครัวเรือนครอบคลุมจำนวนครัวเรือนมากกว่า 90% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด
3. เก็บข้อมูลจากการสอบถามจริงประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละครัวเรือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนอุปกรณ์พลังงานแต่ละชนิด เวลาการใช้ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด พลังงานที่ใช้ในการเกษตร พลังงานที่ใช้ในยานพาหนะ และข้อมูลอื่นๆ
4. ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลทางสถิติของชุมชน ในการการประเมินศักยภาพพลังงานทดแทน
5. วิเคราะห์ข้อมูลพลังงานที่ได้โดยเปลี่ยนค่าพลังงานให้อยู่ในรูปพลังงานเทียบเท่า

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ได้ทราบถึงข้อมูลและแหล่งที่มาของพลังงานที่ใช้ในระดับชุมชน บ้านวังป้อง หมู่ที่ 6 ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
2. ได้ข้อมูลการใช้งานและพฤติกรรมการใช้พลังงานชุมชน บ้านวังป้อง หมู่ที่ 6 ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
3. ได้ฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาพลังงานทดแทนสำหรับชุมชน บ้านวังป้อง หมู่ที่ 6 ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
4. ผลการศึกษาและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการใช้พลังงานในระดับชุมชนและหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเป็นแนวทางในการจัดการรูปแบบหรือวางแผนงานเพื่อพัฒนาพลังงานทดแทนสำหรับชุมชนอื่นๆ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินอัตราส่วนพลังงาน และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับชุมชน กรณีศึกษาบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่การศึกษาในครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลต่างๆ ทั้งแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

การวางแผนพลังงานชุมชนของประเทศไทย

การวางแผนพลังงานชุมชนเป็นกระบวนการที่ใช้การมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการพลังงานที่มีในชุมชนทั้งในรูปแบบของการประหยัดพลังงานและการหาพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนโดยสนับสนุนพลังงานหมุนเวียนหลัก ซึ่งเป็นการบริหารจัดการที่พัฒนาจากบนสู่ล่างมาเป็นแบบราบที่ให้ทุกภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนและบริหารจัดการพลังงานในชุมชน (วิสาขา, 2555)

การใช้พลังงานไฟฟ้า

การใช้พลังงานไฟฟ้าของชุมชนจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีอยู่ในครัวเรือนรายได้ครัวเรือนและจำนวนประชากร ในการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1) เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง
2) เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความบันเทิงและความสะดวกสบาย
3) เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความร้อน (เครื่องครัว)
4) เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความเย็น (เครื่องปรับอากาศ) (เสรี, 2548)

แนวทางในการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์พลังงานไฟฟ้า

การใช้พลังงานของชุมชนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ด้านพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง ดังนั้นถ้ามีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้น หรือใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ก็จะมีผลโดยตรงต่อการประหยัดการใช้ไฟฟ้าของชุมชน ซึ่งการหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้กันมี 3 แบบคือ

1 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP)

สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะคืออัตราส่วนระหว่างจำนวนพลังงานที่เครื่องปรับอากาศสามารถผลิตความเย็นได้ต่อจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ ดังนี้

$$COP = \frac{Q_{EV}}{W_{CP}}$$ **สมการที่ 1**

เมื่อ QEV = อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อีวาโปเรเตอร์ (kW)

WCP = กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ (kW)

2 อัตราส่วนประสิทธิภาพ (Energy Efficiency Ratio, EER)

หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนปริมาณความเย็นที่เครื่องปรับอากาศผลิตได้ต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Btu/h/W)

EER = ปริมาณความเย็นที่เครื่องปรับอากาศผลิตได้ (Btu/h) / กำลังไฟฟ้า (W)

3 ส่วนกลับของประสิทธิภาพ (kW/TR)

ส่วนกลับของประสิทธิภาพคือจำนวนพลังงานที่เครื่องปรับอากาศต้องใช้เป็นกิโลวัตต์ ต่อความสามารถที่เครื่องทำความเย็นได้ 1 ตันความเย็น สำหรับการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศนั้นสามารถประหยัดได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ได้แก่ (เสรี, 2548)

4 การเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดพลังงาน

การเปลี่ยนมาใช้หลอดชนิดประหยัดพลังงาน ซึ่งสามารถใช้ทดแทนหลอดเดิม

5 การเปลี่ยนมาใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง

การใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูงเป็นการนำแผ่นสะท้อนแสงมาติดตั้งเพิ่มเติมจะสามารถลดหลอดไฟฟ้าโดยโคมชนิด 4 หลอด จะสามารถลดลงได้ 2 หลอด โคมชนิด 3 หลอดและ 2 หลอด จะสามารถลดหลอดได้ 1 หลอดเป็นต้น (เสรี, 2548)

6 การใช้แสงสว่างธรรมชาติ

การใช้แสงสว่างธรรมชาติเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ซึ่งการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้จะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าทางด้านแสงสว่างลงได้ (เสรี, 2548)

7 การประหยัดพลังงาน

1) ปิดสวิตซ์เมื่อไม่ใช้งาน
2) หมั่นทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอยู่เสมอ
3) หลีกเลี่ยงสีทึบแสง
4) ติดตั้งหลอดไฟไว้เพื่อเตือน (เสรี, 2548)

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนการใช้หลอดประหยัดพลังงาน

ชนิดหลอดประหยัดพลังงาน	หลอดไฟฟ้าเดิม
หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน	หลอดไส้
9W	40W
13W	60W
18W	75W
25W	100W
หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก	หลอดไส้
5W	25W
7W	40W
9W	60W
11W	75W
หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง 18W	หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 20W
หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง 36W	หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 40W

ที่มา : (เสรี, 2548)

8 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (หลอดตะเกียบ)

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดตะเกียบชนิดที่ให้สีของแสงออกมาเทียบเท่าร้อยละของหลอดไส้ สำหรับใช้แทนหลอดไส้เพื่อช่วยประหยัดไฟ และอายุการใช้งานนานกว่า 8 เท่าของหลอดไส้ ซึ่งหลอดคอมแพคฟลูออเรเซนต์ 2 ประเภท คือ แบบขั้วเกียว และ แบบขั้วเสียบ โดยแบ่งตามลักษณะและการใช้งานของหลอดจะมี 5 ชนิด ดังนี้

1) หลอด SL แบบขั้วเกลียว มีบัลลาสต์ในตัวมีขนาด 9, 13, 18 และ 25 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับหลอดไส้
2) หลอดตะเกียบ 4 แท่ง ขั้วเกลียว (หลอด PL*E/C) ขนาด 9, 11, 15 และ 20 วัตต์ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว เปิดติดทันที ไม่กะพริบ ประหยัดไฟได้ร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับหลอดไส้
3) หลอดตะเกียบตัวยู 3 ขด (หลอด PL*E/T) ขนาดกะทัดรัด 20 และ 23 วัตต์ ให้ความสว่างมากและสามารถใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ได้ ประหยัดไฟได้ร้อยละ 80 ของหลอดไส้
4) หลอดตะเกียบขั้วเสียบ (หลอด PLS) บัลลาสต์ภายนอกขนาด 7, 9 และ 11 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้

5) หลอดตะเกียบ 4 แท่ง ขั้วเสียบ (หลอด PLS) บัลลาสต์ภายนอก 8, 10, 13, 18 และ 26 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้ (ใจเย็น พันธ์วงค์, 2556)

การประเมินศักยภาพพลังงานทดแทน

ศักยภาพพลังงานชีวมวลสามารถทำการประเมินได้โดยการใช้ข้อมูลต่างๆ ในการพิจารณาประกอบด้วย ปริมาณของชีวมวลที่เกิดขึ้น และค่าความร้อนของชีวมวล ทั้งนี้ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในหลากหลายชนิด และมีพื้นที่การผลิตรวมถึงจำนวนของสัตว์ต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงในทุกๆ ปี ดังนั้นการประเมินศักยภาพของชีวมวลทั้งศักยภาพทางด้านปริมาณ การนำไปใช้ประโยชน์ และศักยภาพทางด้านพลังงานจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องและต้องมีการปรับข้อมูลให้มีความทันสมัยตลอดเวลา ยกตัวอย่างเช่น เมื่อประมาณ 10 ปีก่อน แกลบถือว่าเป็นชีวมวลที่ไม่มีประโยชน์เกษตรกรต้องทิ้งหรือกำจัด แต่ปัจจุบันแกลบถือว่าเป็นชีวมวลที่มีมูลค่าเพราะสามารถนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า และใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรต่างๆ และในปัจจุบันเทคโนโลยีต่างๆ มีการพัฒนามากขึ้นส่งผลให้ชีวมวลบางชนิดที่ไม่มีค่าทางด้านพลังงานในอดีต เช่น ฟางข้าว ตอซัง เป็นต้น กลับสามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเป็นแก๊สชีวภาพ และเอทานอล ได้อย่างมีความคุ้มค่ามากขึ้น

ก๊าซชีวภาพ คือก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือในที่นี้คือมูลสัตว์โดยแบคทีเรียภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย อย่างไรแล้วส่วนใหญ่ก็จะเป็นก๊าซมีเทน 50-70% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์และน้ำการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1. ระดับครัวเรือน ยังไม่ได้รับความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาทางเทคโนโลยีในการก่อสร้างทำให้บ่อที่สร้างไปแล้วใช้การไม่ได้ ขาดแคลนมูลสัตว์และไม่มีแรงงานในการเติมมูลสัตว์ การนำไปใช้งานมีหลายรูปแบบ เช่น ใช้ในการหุงต้มอาหาร เป็นพลังงานแสงสว่าง พลังงานเครื่องยนต์และอื่นๆ พบว่ามีการใช้เพื่อการหุงต้มอาหารมากที่สุด รองลงมาตะเกียง พลังงานเครื่องยนต์
2. ระดับชุมชน มีการใช้สำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม เดินเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสูบน้ำการเกษตร เท่าที่ผ่านมากรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้สาธิตและสนับสนุนการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ เพื่อการสูบน้ำเพาะปลูก และผลิตกระแสไฟฟ้าบ้าง
3. ระดับอุตสาหกรรม ยังไม่มีเป็นที่แพร่หลาย แต่เป็นรูปที่มีศักยภาพมากที่สุดในการผลิตพลังงานรูปแบบก๊าซชีวภาพ ทั้งนี้เพราะประเทศไทยมีโรงงานยังมีน้ำเสียออกมาในปริมาณที่

สูงและมีสารอินทรีย์จำนวนมาก การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศจะได้ก๊าซชีวภาพกลับไปใช้เป็นพลังงานในโรงงานอีกด้วย (ถนัด, 2554)

ดังนั้นการพิจารณาศักยภาพของชีวมวลในปัจจุบันจึงมีข้อมูลต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ทั้งนี้หากจะพิจารณาศักยภาพพลังงานชีวมวลก็สามารถดำเนินการได้ดังนี้

1. จัดหาข้อมูลด้านการเกษตรกรรม และการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจะได้ข้อมูลประกอบด้วย ชนิดของพืชและสัตว์ พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่เก็บเกี่ยว ปริมาณผลผลิต จำนวนสัตว์เลี้ยง
2. เก็บข้อมูลปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งที่จะนำมาเป็นชีวมวลของพืชชนิดต่างๆ เช่น แกลบ ฟางข้าว ตอซัง เป็นต้น และทำการรายงานผลเป็นสัดส่วนต่อข้อมูลในข้อที่ 1 คือ สัดส่วนต่อพื้นที่หรือสัดส่วนต่อผลผลิต เป็นต้น
3. ศึกษาการจัดการและการนำวัสดุชีวมวลต่างๆ ของเกษตรกร เพื่อประเมินปริมาณของชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ เพราะการที่จะนำวัสดุชีวมวลเหล่านั้นมาใช้เป็นพลังงานจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์เดิม หรือต้องสร้างมูลค่าที่สูงกว่า โดยรายงานผลเป็นสัดส่วนของวัสดุชีวมวลที่ยังไม่ใช้ประโยชน์ต่อวัสดุชีวมวลที่เกิดขึ้นทั้งหมด
4. ตรวจวัดค่าความร้อนของวัสดุชีวมวลชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้น
5. ทำการประเมินศักยภาพด้านปริมาณของวัสดุชีวมวล ซึ่งพิจารณาได้จากสมการที่ 2

$$BQ = (A) \times (Y) \times (B) \times (C) \qquad \textbf{สมการที่ 2}$$

โดย BQ ศักยภาพด้านปริมาณของวัสดุชีวมวล (ตัน)
(A) พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)
(Y) ปริมาณผลผลิต (ตัน/ไร่)
(B) สัดส่วนของวัสดุชีวมวลต่อผลผลิต
(C) สัดส่วนของวัสดุชีวมวลที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์

ส่วนการคำนวณศักยภาพทางด้านพลังงานสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 3

$$EQ = BQ \times (HV) \qquad \textbf{สมการที่ 3}$$

โดย HV คือ ค่าความร้อนของวัสดุชีวมวล (MJ/kg)

ตารางที่ 2 สัดส่วนของวัสดุชีวมวลต่อผลผลิต

ชนิดพืช	ชนิดชีวมวล	สัดส่วนของวัสดุชีวมวลต่อผลผลิต
ข้าว	ฟางข้าว	0.49
	แกลบ	0.21
	ตอซัง	0.35
อ้อย	ใบและยอดอ้อย	0.17
	ชานอ้อย	0.28
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ลำต้น	0.44
	ใบ	0.31
	ซังข้าวโพด	0.21
	อื่นๆ (ราก/เหง้า/เปลือก)	0.45
มันสำปะหลัง	เหง้ามันสำปะหลัง	0.2
	กากมันสำปะหลัง	0.06
	เปลือกมันสำปะหลัง	0.28
ปาล์มน้ำมัน	ต้นและใบ	0.21
	ลำต้นปาล์มน้ำมัน	1
	ใบและทางปาล์ม	1.41
	ทะลายปาล์มเปล่า	0.32
	เส้นใยปาล์ม	0.19
	กะลาปาล์ม	0.04
ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง	ยอด ใบและลำต้น	1.177
ยางพารา	ตอ รากและกิ่งก้านไม้ยางพารา	5 ตันต่อไร่
	ปลายไม้ยางพารา	12 ตันต่อไร่
	ปีกไม้ยางพารา	12 ตันต่อไร่
	ขี้เลื่อยและเศษไม้ยางพารา	3 ตันต่อไร่
มะพร้าว	จั่นและทะลายมะพร้าว	0.29
	เปลือกและกาบมะพร้าว	0.33
	กะลามะพร้าว	0.25

ตารางที่ 2 ต่อ

ชนิดพืช	ชนิดชีวมวล	สัดส่วนของวัสดุชีวมวลต่อผลผลิต
มะม่วงหิมพานต์	เปลือกมะม่วงหิมพานต์	0.74
มังคุด	เปลือกมังคุด	0.69

การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุชีวมวลที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ขี้เลื่อย สามารถประเมินได้โดยการเก็บข้อมูลจากโรงงานต่างๆ และรายงานผลเป็นสัดส่วนต่อปริมาณของวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงาน เช่น ในโรงเลื่อยไม้จะมีขี้เลื่อยเกิดขึ้นในสัดส่วน 0.10 ของปริมาณไม้ที่เข้าสู่โรงงาน และมีเศษไม้เกิดขึ้น 0.174 ของปริมาณไม้ที่เข้าสู่โรงงาน เป็นต้น

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานชีวมวลในรูปของการผลิตแก๊สชีวภาพที่จะสามารถผลิตได้จากมูลของสัตว์สามารถดำเนินการโดยใช้ข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. จำนวนและชนิดของสัตว์ (N2) (ตัว)
2. อัตราการเกิดมูลสด (Fresh Waste, FW) (kg/ตัว/วัน)
3. อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ (Recoverable Fraction, RF)
4. อัตราส่วนของแข็งทั้งหมด (TS) (% ของ FW)
5. อัตราส่วนของแข็งระเหยได้ (VS) (% ของ TS)
6. อัตราการเกิดแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้ (Biogas yield, BY) (m3/kg VS)

ทั้งนี้ค่าต่างๆ สำหรับการประเมินศักยภาพด้านพลังงานชีวมวลในรูปของการผลิตแก๊สชีวภาพสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$BG\ (m^3/day) = N \times FW \times RF \times TS \times VS \times BY \qquad \textbf{สมการที่ 4}$$

ตารางที่ 3 ข้อมูลสำหรับการประเมินศักยภาพด้านพลังงานชีวมวลในรูปของการผลิตแก๊สชีวภาพ

ชนิดของมูลสัตว์	Fresh Waste (kg/ตัว/วัน)	Recoverable Fraction	TS (%)	VS (%)	Biogas yield (m^3/kg VS)
โคเนื้อ	5	0.5	17.44	13.37	0.307
โคนม	15	0.8	17.44	13.37	0.307
กระบือ	8	0.5	17.77	13.64	0.286
สุกรแม่พันธุ์	2	0.8	35.22	24.84	0.217
สุกรพ่อพันธุ์	2	0.8	35.22	24.84	0.217
ลูกสุกร	0.5	0.8	35.22	24.84	0.217

ตารางที่ 3 ต่อ

ชนิดของมูลสัตว์	Fresh Waste (kg/ตัว/วัน)	Recoverable Fraction	TS (%)	VS (%)	Biogas yield (m^3/kg VS)
สุกรขุน	1.2	0.8	35.22	24.84	0.217
สุกรพื้นเมือง	1.2	0.8	35.22	24.84	0.217
ไก่	0.03	0.8	33.99	22.34	0.242
เป็ด	0.03	0.4	26.82	17.44	0.310
ช้าง	40	0.5	26.64	21.61	0.241

ที่มา : สำนักจัดการคุณภาพน้ำ (2556)

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน

การจัดการพลังงาน หมายถึง การกำหนดนโยบาย เป้าหมาย ผู้รับผิดชอบ ในการนำไปปฏิบัติการวางแผนจะต้องรอบคอบ ต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีการติดตามประเมินผลเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้การจัดการพลังงานนั้นมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยต้องครอบคลุมและให้ความสำคัญในทุกมิติ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวัฒนธรรม โดยมีการบริหารจัดการที่ดี มีพหุภาคีร่วมทุกขั้นตอนเป็นตัวขับเคลื่อนระบบการจัดการพลังงาน สิ่งสำคัญประการแรกที่ต้องมี คือนโยบายพลังงานซึ่งกำหนดโดยผู้บริหารระดับสูงขององค์กร หรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งให้รับผิดชอบ ดูแลพลังงาน เพื่อที่จะได้นำนโยบายที่กำหนดขึ้นนี้ไปประกาศให้ทราบและยึดถือทั้งองค์กรประการต่อมาคือต้องการกำหนดโครงสร้างหน้าที่และความรับผิดชอบ เพื่อดำเนินการวางแผนอนุรักษ์พลังงาน โดยผู้รับผิดชอบดำเนินการจัดการพลังงาน ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดำเนินการทั้งหมดของโครงการจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์แต่ละประเภท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนด และดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อวางแผนอนุรักษ์พลังงานเป็นที่เรียบร้อยแล้วนำไปตรวจสอบและการแก้ไข ซึ่งต้องมีการตรวจวัดการใช้พลังงานที่ถูกต้อง และนำบทสรุปของการดำเนินการทั้งหมดมาทบทวน ปรับปรุง เพื่อนำไปวางแผนและกำหนดนโยบายพลังงานใหม่ จึงจะก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืนในที่สุด (ใจเย็น, 2556)

1 การจัดการพลังงานชุมชน

การจัดการพลังงานจะมีส่วนช่วยให้เกิดลดค่าใช้จ่าย สามารถที่จะเพิ่มกำไรและคุณภาพการบริการได้ และยังเป็นการปรับสภาพการทำงานให้ดีขึ้น ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมที่ดีและการมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติงานและช่วยลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งหลักในการจัดการพลังงาน มี 2 ประการ คือ

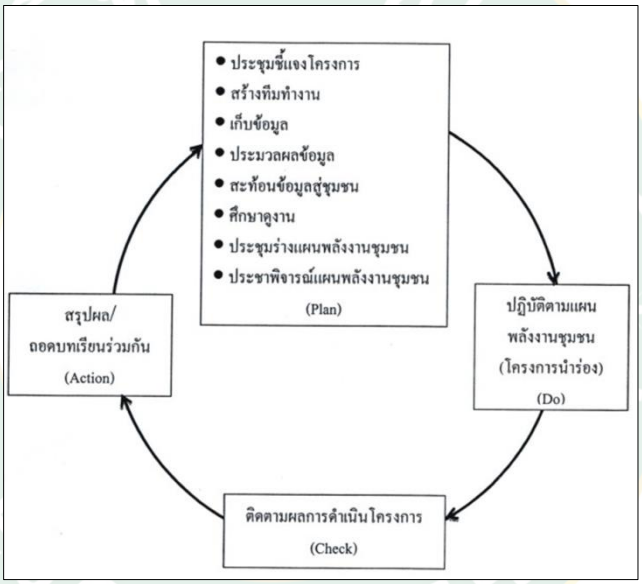
1) การซื้อพลังงานที่มีคุณภาพในราคาต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจทำได้โดยการหาข้อมูลเกี่ยวกับราคาพลังงานและแหล่งพลังงานอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อใช้ในการตัดสินใจ
2) การใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้และหลีกเลี่ยงการสูญเปล่าของพลังงาน

กล่าวโดยสรุป การจัดการพลังงานเป็นกระบวนการต่อเนื่องเพื่อให้มีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยั่งยืนและเพื่อลดค่าใช้จ่ายพลังงานการจัดการพลังงานชุมชนเป็นการดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนการบริหารจัดการ ตาม PDCA (Plan Do Check Act) โดยการประหยัดพลังงาน

1) การวางแผน (Plan) คือ ช่วงการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีรวมทั้งสร้างศักยภาพของชุมชนในการเรียนรู้เรื่องพลังงานและการวางแผน ผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดแผนทางเลือกต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและสิ่งแวดล้อม แล้วนำแผนเหล่านี้เข้าสู่เวทีประชาคมเพื่อช่วยการตัดสินใจว่าจะเลือกแผนพลังงานใด จากนั้นประชาชนจะร่วมกันลงรายละเอียดกิจกรรมที่นำไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมหรือ แผนปฏิบัติการ ซึ่งจะทำให้ได้รู้จักกระบวนการมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนพลังงาน มีการดำเนินกิจกรรมด้านพลังงานอย่างมีส่วนร่วมและประชาชนที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านพลังงานมีความรู้ความเข้าใจในด้านพลังงานเพิ่มมากขึ้น เห็นประโยชน์และคุณค่าของพลังงาน เกิดความตระหนักในการร่วมมือแก้ไขปัญหาพลังงานที่เกิดขึ้น เกิดความรู้คิด รู้ใช้พลังงานอย่างชาญฉลาด ซึ่งส่งผลให้ชุมชนมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดลงอย่างเหมาะสม และสอดคล้องตามศักยภาพท้องถิ่นตนเอง
2) การปฏิบัติ (Do) คือขั้นตอนดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ(Actionplanimplementation) เป็นช่วงของการนำแผนปฏิบัติการมาใช้จริงในชุมชนและเป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องอาศัยพลังประชาคมในการผลักดันและขับเคลื่อนงานให้เกิดความต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้ชุมชนได้รู้จักเทคโนโลยีพลังงาน รู้วิธีการใช้ รู้ประสิทธิภาพการใช้งาน ซึ่งจะทำให้เลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานของชุมชน เป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประชาชนอีกทั้ง ยังเป็นการส่งเสริมการประกอบอาชีพการผลิตอุปกรณ์เทคโนโลยีพลังงาน และสร้างกลุ่มอาชีพต่างๆ ให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น เป็นการหมุนเวียนเศรษฐกิจของชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

3) การตรวจสอบ (Check) การติดตามการดำเนินโครงการแล้วอย่างต่อเนื่อง ประชาชนควรมีการตรวจสอบผลการดำเนินโครงการเป็นระยะ ตั้งแต่เริ่มดำเนินการตามแผนที่วางไว้ทุกขั้นตอน เพื่อที่จะสามารถคาดการณ์ผลความสำเร็จของแผนได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งหากระหว่างดำเนินโครงการพบข้อผิดพลาดจะได้แก้ไขข้อผิดพลาดนั้นได้ทันท่วงที

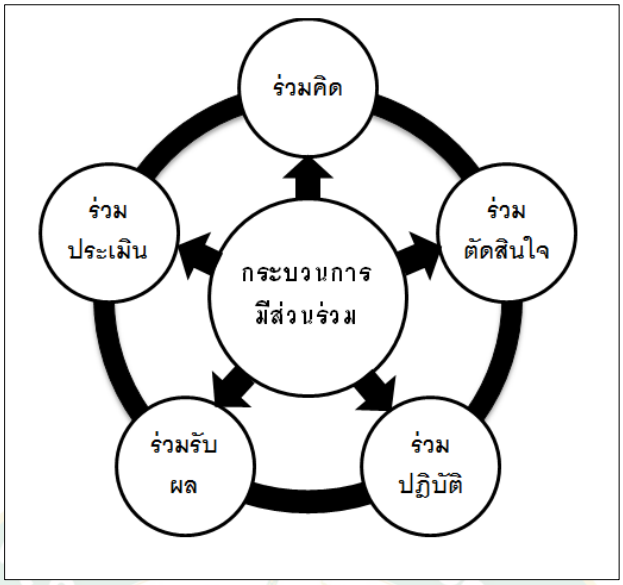
4) การแก้ไข (Action) การสรุปผลการดำเนินโครงการ และถอดบทเรียนร่วมกันของชุมชน ปัญหา อุปสรรค ข้อดี ข้อเสีย เพื่อพัฒนา การดำเนินการโครงการจัดทำแผนพลังงานในปีต่อไป รวมทั้งจัดทำรายงานแผนพลังงาน เพื่อเผยแพร่ และเป็นเครื่องมือในการดำเนินการด้านพลังงานในปีต่อๆไป ซึ่งแผนพลังงานจะช่วยให้เกิดการบริหารจัดการพลังงานในชุมชนเกิดความยั่งยืน (ใจเย็น, 2556)



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการจัดการพลังงานชุมชน

2 การวางแผนพลังงานชุมชน

การวางแผนพลังงานชุมชน เป็นกระบวนการที่จะผลักดันแผนปฏิบัติการพลังงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ออกมาได้จริงเป็นรูปธรรมโดยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนตลอดทั้งกระบวนการของการวางแผนพลังงานนั้น คือ การจะทำให้แผนที่คิดออกมานั้น นำมาปฏิบัติให้เป็นรูปธรรมได้อย่างไร การคิดจนได้แผนออกมาจะไม่มีความหมายใดๆ หากแผนที่ว่านี้ไม่สามารถขับเคลื่อนสู่การปฏิบัติจนเกิดผลตามที่ได้ตั้งไว้อย่างแท้จริง ตัวชี้วัดที่สำคัญ คือ ในกระบวนการวางแผนพลังงานสามารถดึงชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมรับรู้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น และวิเคราะห์เพื่อหาทางเลือกในการแก้ปัญหาตลอดจนมีคำมั่นสัญญาที่จะร่วมกันแก้ปัญหาในปัจจุบันและอนาคต (ใจเย็น, 2556)



ภาพที่ 4 การมีส่วนร่วมของประชาคมในการวางแผนพลังงานชุมชน

สรุปได้ว่าการพัฒนาและการจัดการพลังงานต้องทำอย่างยั่งยืนต้องคำนึงถึงในหลายๆมิติ ทั้งเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และต้องสอดคล้องกับสังคมวัฒนธรรม ศักยภาพของชุมชนนั้นๆด้วย การจัดการพลังงานจะยั่งยืนได้จำต้องมีการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ชุมชนสามารถพึ่งตนเองได้ (ใจเย็น, 2556)

3 แผนพัฒนาพลังงานชุมชน

ในแต่ละปีประเทศต้องเสียเงินตราจำนวนมากเพื่อจัดหาพลังงานให้เพียงพอแก่ความต้องการใช้พลังงานของประชาชนในประเทศ จนต้องมีการนำเข้าพลังงานจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นทุกปี การใช้พลังงานของชุมชนนั้นส่วนใหญ่ยังไม่มีประสิทธิภาพ สาเหตุหลักมาจากความไม่รู้หรือไม่เข้าใจ ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานจำนวนมาก ในบางแห่งพบว่ามีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงถึงร้อยละ 60 ของค่าใช้จ่ายร่วมทั้งหมด ชุมชนจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการที่จะช่วยชาติประหยัดพลังงานได้ จึงเกิดเป็น “แผนพลังงานชุมชน” ขึ้นและยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ว่าด้วย ต้องรู้จักประมาณตน ต้องใช้จ่ายอย่างมีเหตุผล และต้องสร้างภูมิคุ้มกันให้เข้มแข็งด้วยหลักการ “ความรู้คู่คุณธรรม”และแผนพลังงานชุมชนนี้จะเป็นแผนงานที่พัฒนาโดยประชาชนในชุมชน (วิสาขา, 2555)

4 ขั้นตอนในการจัดทำแผนพลังงานชุมชน

กระทรวงพลังงานได้กำหนดขั้นตอนในการจัดทำแผนพลังงานชุมชน ไว้ 10 ขั้นตอน ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับศักยภาพและความพร้อมของแต่ละชุมชน สามารถปรับได้ตามความเหมาะสม

1) สร้างความเข้าใจร่วมกัน
2) สร้างทีมคณะทำงานพลังงานชุมชน
3) จัดเก็บข้อมูลพลังงานในพื้นที่
4) ประมวลผลข้อมูลจัดทำสถานภาพพลังงาน
5) สะท้อนข้อมูลคืนสู่ชุมชน
6) ศึกษาดูงานเทคโนโลยีพลังงานที่ยั่งยืน
7) ประชุมระดมความคิดเห็น เพื่อจัดทำร่างแผนพลังงานของท้องถิ่น
8) รับฟังความคิดเห็นร่างแผนพลังงานกับประชาชนเพื่อจัดทำแผนพลังงานฉบับสมบูรณ์
9) ตามแผนพลังงานนำร่องที่วางไว้
10) สรุปบทเรียนการทำงานร่วมกัน (วิสาขา, 2552)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซในบรรยากาศซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอมและออกซิเจน 2 อะตอมต่อหนึ่งโมเลกุลมีสูตรเคมี CO_2 เมื่ออยู่ในสถานะของแข็งมักจะเรียกว่าน้ำแข็งแห้ง (Dry ice) เป็นก๊าซที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 4 ในอากาศรองจากไนโตรเจน ออกซิเจนและอาร์กอน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การหายใจของสิ่งมีชีวิตหรือการเผาไหม้ของสารประกอบอินทรีย์ ก๊าซนี้เป็นวัตถุดิบสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เพื่อใช้คาร์บอนและออกซิเจนในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ของพืชนี้เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกลงได้ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซหนึ่งที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกว่าร้อยละ 80 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (นิลรำไพ, 2553)

การเพิ่มขึ้นของภาวะโลกร้อนไม่ได้เกิดจากการเพิ่มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเดียวแต่เกิดจากก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโตมี 6 ชนิดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) และ ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6) ทั้งนี้ยังมีก๊าซอีกชนิดหนึ่งคือสารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟมแต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังถูกใช้เปรียบเทียบค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของ

โมเลกุลและขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆในบรรยากาศและจะคิดเทียบเท่ากับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังแสดงใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุม

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	200-450	1
มีเทน (CH_4)	9-15	21
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	120	310
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s)	100	140 - 11,700
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC_s)	50,000	6,500 – 9,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)	3,200	23,900

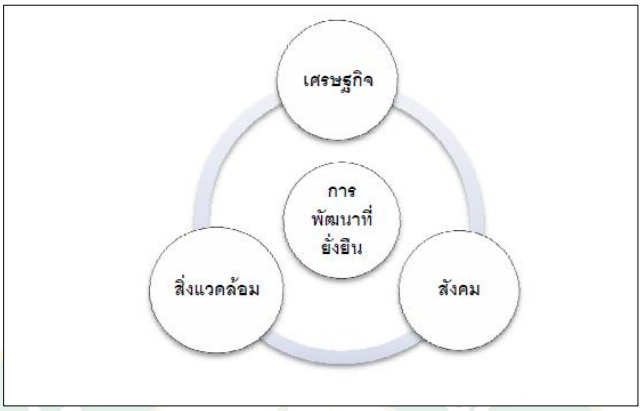
ที่มา : สุวิน (ม.ป.ป)

การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน

เมื่อเศรษฐกิจดีขึ้นจะทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น ทำให้มีการปล่อยของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วยการพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืนจะต้องพิจารณาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมพร้อม ๆ กัน อย่างสมดุลซึ่งสามารถก่อให้เกิดความมั่นคงด้านพลังงานภายในประเทศได้ ผศ.ดร.พิพัฒน์ ได้กล่าวถึงการพัฒนาทางด้านพลังงานที่ยั่งยืนไว้ทั้ง 3 ด้าน คือ (พิพัฒน์, 2550)

1) ด้านเศรษฐกิจ การพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืน หมายถึง การสร้างผลประโยชน์จากพลังงานให้มากที่สุด โดยจะต้องรักษาทุนของสังคมไว้ มีความเสมอภาคในการได้รับการตอบสนองความจำเป็นขั้นพื้นฐาน การสร้างความมั่นคงทางด้านปริมาณพลังงานสำรอง มีการส่งเสริมพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก การสร้างขีดความสามารถในการบริหารจัดการและการบูรณาการจัดการด้านพลังงาน การส่งเสริมระบบการค้าเสรีและการสร้างมูลค่าเพิ่มของพลังงานในชุมชน
2) ด้านสิ่งแวดล้อม คือ การเน้นรักษาเสถียรภาพของระบบนิเวศทั้งทางชีวภาพ และกายภาพอันนำไปสู่ความหลากหลายทางชีวภาพ ส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกเพื่อการมีระบบนิเวศที่ยั่งยืน
3) ด้านสังคม การพัฒนาจะต้องรักษาความมั่นคงของสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งการลดความขัดแย้งในสังคม คือ การสร้างความเป็นธรรม การมีส่วนร่วมจากคนในสังคม ความหลากหลายทางวัฒนธรรม การมีสถาบันทางสังคมที่ยั่งยืน และรณรงค์สร้างจิตสำนึกในการ

ประหยัดพลังงานแก่ประชาชนอย่างต่อเนื่อง สนับสนุนทางวิชาการแก่ภาคเอกชน กำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การผลิตและการใช้พลังงาน



ภาพที่ 5 แสดงองค์ประกอบการพัฒนาที่ยั่งยืน

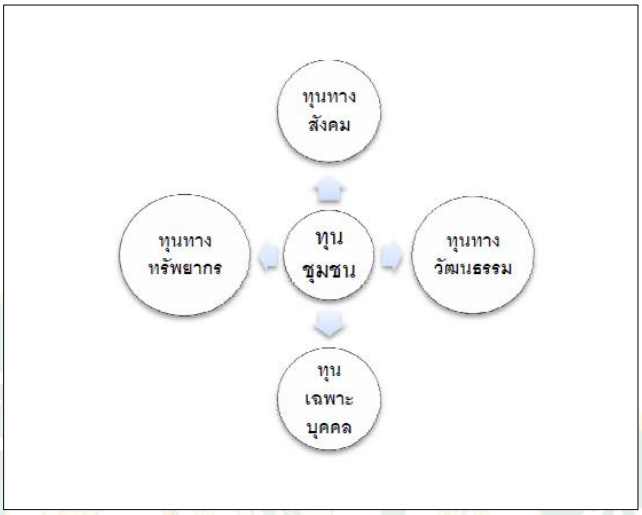
1 หลักการใช้ทรัพยากรที่ยั่งยืน

การพัฒนาที่ผ่านมามีการใช้ทรัพยากรจำนวนมากมายโดยขาดการวางแผนจนเกินขีดความสามารถของธรรมชาติที่จะรองรับได้ผลสุดท้ายจึงเกิดการลดน้อยถอยลงของทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติจะต้องพิจารณาถึงความยั่งยืน โดยมีหลักเกณฑ์ (จักรี, 2552)

1) ใช้ธรรมชาติโดยไม่เป็นการทำลายล้างต้นทุน คือ การจำกัดจำนวนหรือจำกัดวิธีการหาประโยชน์ไม่ให้ล่วงล้ำทำลายฐานทรัพยากร เช่น ป่าไม้ เกษตรกรรม ไม่ให้เกิดภาวะมลพิษทำลายระบบนิเวศพร้อมทั้งให้มีการบำรุงรักษาฐานทรัพยากรอยู่ตลอดเวลา
2) ใช้ธรรมชาติโดยคุ้มค่า คือ รู้จักใช้ประโยชน์ที่ได้มาให้คุ้มค่าและยั่งยืน โดยมุ่งถึงความต้องการพื้นฐานในสังคมก่อน
3) การจำกัดการผลิตหรือการบริโภคที่จะต้องรักษาต้นทุนธรรมชาติ และต้องสนองตอบความต้องการพื้นฐานก่อน หากมีผลกระทบต่อความต้องการพื้นฐานจำเป็นที่จะต้องหาสิ่งทดแทนจากส่วนอื่น ๆ หรือจากภายนอกประเทศ มาตรการต่าง ๆ ที่จูงใจให้เกิดการทดแทนจากภายนอกประเทศ เช่น การส่งเสริมการลงทุนในต่างประเทศ เป็นต้น
4) การกระจายโอกาสในสังคมภายใต้ขีดจำกัดของธรรมชาติ หากการกระจายโอกาสและประโยชน์ในสังคมไม่เป็นธรรม มาตรการอนุรักษ์ต่าง ๆ ก็ไม่อาจจะต้านทานการดิ้นรนเพื่อความอยู่รอดของผู้ด้อยโอกาสได้ ด้วยเหตุนี้เพื่อสร้างความเสมอภาคจึงต้องมีการกระจายโอกาสทางสังคมที่จะได้รับประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ

2 ทุนชุมชน

ทุนชุมชน หมายถึง ทุนทรัพยากรรวมทั้งทรัพยากรที่ชุมชนก่อให้เกิดหรือผลิตขึ้น เช่นปัจจัยสี่ รวมถึงเงินและสินทรัพย์อื่น ๆ ความรู้ภูมิปัญญาประสบการณ์ชีวิตของผู้คน ทุนทางสังคมและทุนทางวัฒนธรรม



ภาพที่ 6 แสดงองค์ประกอบของทุนชุมชน

ทุนทางสังคม คือวิธีคิด และระบบความรู้ในการจัดการวิถีของความเป็นชุมชน เช่น การจัดการทรัพยากร การจัดระบบความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันในสังคมชุมชน ไม่ว่าจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ กับธรรมชาติ หรือสิ่งเหนือธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยวิธีคิดที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับเรื่องระบบความรู้ ภูมิปัญญา อีกทั้งต้องอาศัยกฎเกณฑ์มากำกับการใช้ความรู้นั้น ซึ่งอาจเป็นในรูปของจารีต กฎหมาย หรือกฎเกณฑ์ทางสังคม พร้อมกันนั้นก็ต้องมีองค์กรที่เข้ามาทำหน้าที่จัดการเรื่องนั้นๆ เช่น การใช้ทรัพยากรต่างๆ การจัดการทุน เป็นต้นทุนทางสังคม มีความหมายถึง 2 อย่าง คือ อย่างแรกคือ ระบบคุณค่า เป็นคุณค่าที่เชื่อมร้อยผู้คนในชุมชนเข้าด้วยกัน ให้เป็นครอบครัว ชุมชน เป็นกฎเกณฑ์ ระเบียบ จารีตประเพณี รวมถึงวิถีของชุมชน อย่างที่สองเป็นสิ่งที่มีคุณค่าดีงามได้แสดงออกมา อย่างเป็นระบบ ระเบียบ ทำให้เกิดครอบครัว สถาบันชุมชน ศาสนา เป็นต้นนอกจากนี้ยังมีนักวิชาการอีกหลายท่านที่ให้นิยามของเรื่องทุนทางสังคม โดยสรุปรวมแล้วทุนทางสังคม หมายถึง วิธีคิด ระบบการจัดการทรัพยากร และระบบความสัมพันธ์ของการอยู่ร่วมกันเป็นชุมชนซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในท้องถิ่นและชุมชนให้มีการพัฒนาที่เข้มแข็งจริงจังและยั่งยืน (จักรี, 2552)

3 ทุนทางทรัพยากร

ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ชุมชน มีความพร้อมที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ทุนทางทรัพยากรสามารถสร้างให้มีขึ้นได้ หรืออาจจะทำลายให้เสื่อมโทรมลงไปได้ขึ้นอยู่กับความใส่ใจ หรือการดูแลของคนในชุมชนเอง (จักรี, 2552)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tuan and Thierry (1996) ศึกษาการใช้พลังงานในครัวเรือนในประเทศเวียดนาม จำนวน 4 จังหวัด พบว่าแหล่งของพลังงานที่ใช้ในครัวเรือนของเมืองฮานอยประกอบด้วย พลังงานไฟฟ้า 13.4% น้ำมันก๊าซ 2.49% ชีวมวลจากฟืน 20.1% และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 1.61% เปรียบเทียบกับในชนบทของเมืองฮานอยมีการใช้ 6.6%, 34.6%, 2.39%, 28.8% และ 27.6% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่ามีการใช้พลังงานจากชีวมวล และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่ารายได้ของครัวเรือนเป็นตัวแปรสำคัญ ที่ส่งผลกระทบกับโครงสร้างด้านการใช้พลังงาน

Ponnreay Y. (2001) ศึกษาคุณลักษณะการใช้พลังงานในครัวเรือนในประเทศกัมพูชา พบว่าการใช้พลังงานในการหุงต้มในครัวเรือนมีการใช้ในรูปแบบที่ไม่ใช่เชิงพาณิชย์มากกว่าพลังงานเชิงพาณิชย์ โดยมีการใช้ฟืนและถ่านเป็นเชื้อเพลิง 94% นอกนั้นเป็นก๊าซ LPG สำหรับหรับด้านแสงสว่างจะใช้น้ำมันก๊าดประมาณร้อยละ 90%

Ali M. E. (2002) ศึกษารูปแบบการบริโภคพลังงานในชนบทของประเทศบังคลาเทศ พบว่าแหล่งพลังงานส่วนใหญ่มาจาก แสงอาทิตย์ ลม และชีวมวลจากสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตร และศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานของชุมชนอย่างมาก ได้แก่ ระดับการศึกษา และความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีนั้นๆ นอกจากนั้นพบว่ารายได้ และการถือครองที่ดินมีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

Howells M.I. (2002) ศึกษาแบบจำลองการใช้พลังงานในชนบท ในประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งแบบจำลองที่ใช้จะรวมตัวแปรทางด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์เข้าไว้ด้วยกันและสิ่งที่ควรสนใจในการสร้างแบบจำลองได้แก่

- เวลาและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์
- ระดับความยุ่งยากและซับซ้อนของเทคโนโลยีที่นำมาใช้
- รายละเอียดของเทคโนโลยีที่แนะนำ
- ความสามารถของอุปกรณ์ที่ไม่ค่อยคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์
- ค่าใช้จ่ายต่างๆ
- หน้าที่ความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้นของชุมชน

เสรี (2548) การพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานชุมชนชนบทระดับหมู่บ้าน จากการศึกษาเก็บข้อมูล และวิเคราะห์การใช้พลังงานในครัวเรือนชนบทในพื้นที่ที่ตัวอย่างบ้านป่าคาย ตำบลป่ายาง อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก จำนวนครัวเรือน 152 ครัวเรือน เป็นครัวเรือนขนาดเล็กมีสมาชิก 1-6 คน การประกอบอาชีพจะเป็นการประกอบชีพทางการเกษตร และการรับจ้าง มีรายได้เฉลี่ยของครัวเรือนเท่ากับ 73,522.82 บาท/ปี หรือ 21,654 บาท/คน/ปี การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจำนวน 146 ครัวเรือนการใช้ไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 6 ครัวเรือนการวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านพลังงานพบว่า มีการใช้ปัจจัยต่างๆ ทางด้านพลังงานคือ เครื่องใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความบันเทิง เครื่องใช้ไฟฟ้าความสะดวกสบาย เครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องครัว น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน แก๊สหุงต้ม ถ่านไม้ ฟืน แกลบ และฟางข้าว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 100.88 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี คิดเป็น 51.64% ของพลังงานทั้งหมดแบ่งเป็นพลังงานในเครื่องใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง 24.45 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความบันเทิง 10.65 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความสะดวกสบาย 50.13 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี และเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องครัว 15.63 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ 56.42 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี คิดเป็น 28.65% ของพลังงานทั้งหมดเป็นการใช้น้ำมันเบนซินเท่ากับ 39.73 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี น้ำมันดีเซลเฉลี่ยเท่ากับ 12.17 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปีและมีการใช้แก๊สหุงต้ม (LPG) เฉลี่ยเท่ากับ 4.51 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงทดแทน 39.04 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี คิดเป็น 19.28% ของพลังงานทั้งหมดเป็นพลังงานจากถ่านเท่ากับ 24.13 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี และเป็นพลังงานจาก ไม้ฟืน แกลบ ฟางข้าว รวมกัน 14.92 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี มีการใช้พลังงานรวมเฉลี่ยเท่ากับ 195.43 กิโลกรัมเทียบเท่าน้ำมันดิบต่อปี

นพนันท์ (2550) การจัดการพลังงานชุมชนกรณีศึกษา ตำบลนาหมอบุญ อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าการใช้พลังงานส่วนใหญ่ คือ ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซหุงต้ม การวางแผนพลังงานที่เกิดขึ้นจากชุมชนท้องถิ่นก่อให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้คุณค่าและทันต่อสถานการณ์ การปฏิบัติตามแผนพัฒนายุทธศาสตร์พลังงานและโครงการนำร่องขององค์การบริหารส่วน ตำบลนาหมอบุญ อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ถ้าปฏิบัติการจัดการพลังงานตามแผนที่วางไว้จะสามารถลดการใช้พลังงานและเกิดการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืนกับชุมชน

ถนัด (2552) ศักยภาพชีวมวลภาคการเกษตรและชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ในภาคเหนือ การศึกษาศักยภาพชีวมวลภาคการเกษตรและชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ในภาคเหนือ สามารถสรุปข้าวมีผลผลิตเฉลี่ย 542 kg/ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลผลิตเฉลี่ย 640 kg/ไร่ มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ย 3,025 kg/ไร่ และอ้อยโรงงานมีผลผลิตเฉลี่ย 9,139 kg/ไร่สัดส่วนชีวมวลภาคเกษตรประกอบด้วย ตอซัง 22.39%, ฟางข้าว 14.60%, เมล็ดข้าว 63.01% ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วย

เปลือก 3.14% ต้น 28.02% ใบ/ยอด 10.46% เมล็ด 47.88% และซังข้าวโพด10.49% มันสำปะหลัง ประกอบด้วยต้นและใบ 15.86%, เหง้ามัน 7.54% หัวมัน 76.66% ใบอ้อย/ยอดอ้อย 23.29% และลำต้นอ้อย 76.72 ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้นทั้งหมด 2,768,949 ตัน เป็นชีวมวลที่ไม่ใช้ประโยชน์หรือมีการจัดการไม่ถูกต้อง 1,550,571 ตัน ประกอบด้วยชีวมวลจากข้าว 646,935.15 ตัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 356,582.80 ตันอ้อยโรงงาน 341,142 ตัน และมันสำปะหลัง 5,910.63 ตัน คิดเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นทั้งหมด 37,056,326 GJ/ปี หรือ 877,197.40 toe/ปี จังหวัดอุตรดิตถ์ และจังหวัดเชียงราย มีศักยภาพชีวมวลที่ยังไม่ใช้ประโยชน์สูงสุดคิดเป็น 27.43% และ 26.23% ของชีวมวลที่ยังไม่ใช้ประโยชน์ทั้งหมด

นิลรำไพ (2553) การศึกษาการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากศักยภาพชีวมวลจังหวัดสระแก้ว จากผลการศึกษาสำรวจปริมาณชีวมวลจากขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสระแก้ว พบว่ามีศักยภาพชีวมวลในการผลิตไฟฟ้า 11.64 เมกะวัตต์ โดยประเมินจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรดังนี้ คือ ถั่วเหลือง ฟางข้าว แกลบและซังข้าวโพด การศึกษาในครั้งนี้ทำให้พบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของชีวมวล อีกทั้งชนิดของชีวมวลแต่ละชนิดมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากน้อยต่างกัน ส่งผลให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้นเช่นเดียวกัน จากผลการศึกษาการลดภาวะโลกร้อนของการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการนำศักยภาพชีวมวลที่เหลือใช้ทางการเกษตรในจังหวัดสระแก้วมาผลิตไฟฟ้านั้นสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 27,971.92 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

น้ำเพชร และคณะ, (2555) ศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยไบโอแก๊ส ที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทั้ง 3 ชนิดมาบริหารการจัดการวัตถุดิบ จะใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าว มันสำปะหลัง และหญ้าสำหรับการผลิตไฟฟ้าต้องใช้พื้นที่ 21,417 71,993 และ940 ไร่ ตามลำดับและราคาต่อหน่วยวัตถุดิบในการผลิตไฟฟ้าคือ 4.44 3.87 และ 1.381 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับสำหรับวัตถุดิบที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้า 1 MW ภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งหญ้าเนเปียร์ยักษ์มีศักยภาพด้านพื้นที่และราคาการผลิตที่เหมาะต่อการผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการผลิตหญ้าเนเปียร์ยักษ์ในการผลิตไฟฟ้าสำหรับชุมชน

วิสาขา (2555) ศึกษาการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน พบว่า การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและครัวเรือนยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร มีบางชุมชนที่ไม่ดำเนินการต่อและบางชุมชนดำเนินการต่ออย่างเป็นรูปธรรม ปัญหาและอุปสรรค คือ การขาดการวิเคราะห์วัตถุดิบและทรัพยากรเพื่อผลิตพลังงานในชุมชนและความต้องการของชุมชน ส่งผลการให้เลือกเทคโนโลยีผลิตพลังงานหมุนเวียน และความเคยชินกับความสะดวกสบาย ซึ่งแนวทางในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้

ในระดับชุมชนและครัวเรือนให้เกิดความยั่งยืน สำหรับชุมชนคือ การวิเคราะห์พลังงานหมุนเวียนชุมชนในด้านปริมาณ คุณภาพ และบริบทของชุมชนการเลือกพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมกับชุมชน การผลิตหรือการใช้พลังงานจากพลังงานหมุนเวียน การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน และการติดตามประเมินผล สำหรับครัวเรือน คือการเลือกพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมกับครัวเรือน และความสามารถในการผลิตหรือใช้ของครัวเรือน การเลือกพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมกับครัวเรือน การผลิตหรือการใช้พลังงานหมุนเวียน การเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตหรือการใช้พลังงานหมุนเวียน และการสนับสนุนและการช่วยเหลือของชุมชนและครัวเรือนอื่นๆ

ใจเย็น (2556) ได้ศึกษาการใช้พลังงานในพื้นที่ตำบลน้ำปลีก โดยพบว่าตำบลน้ำปลีก ส่วนใหญ่ มีอาชีพหลักคือเกษตรกรรม จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 74.4 มีรายได้ต่อเดือน ระหว่าง 2,000-4,000 บาท จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 46.1 มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนไม่เกิน 5 คน จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 66.11 มีระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน มากกว่า 25 ปีขึ้นไป จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 81.2 และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในครัวเรือนมากที่สุด คือในประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 997.50 บาท รองลงมาคือ ไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 549.27 บาท ก๊าซหุงต้ม มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 277.89 บาท และถ่าน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 144.49 บาท ส่วนค่าใช้จ่ายพลังงานที่ต่ำที่สุดคือ ฟืน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 6.72 บาท ตำบลไม้กลอน กลุ่มตัวอย่างตำบลไม้กลอนส่วนใหญ่ มีอาชีพหลักคือเกษตรกรรม จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 68.3 มีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 10,000 บาท จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 25.6 มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนไม่เกิน 5 คน จำนวน 168 คน คิดเป็นร้อยละ 93.33 มีระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน มากกว่า 25 ปีขึ้นไป จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 74.4 และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานในครัวเรือนมากที่สุดคือ ในประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 828.04 บาท รองลงมาคือไฟฟ้า มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน 328.01 บาท ก๊าซหุงต้ม มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 276.55 บาท และถ่านค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 24.28 บาท ตามลำดับ ส่วนค่าใช้จ่ายพลังงานที่ต่ำที่สุดคือ ฟืน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2.78 บาท

พงษ์ศักดิ์ (2556) การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ในจังหวัดลำปาง กรณีศึกษา อำเภอแม่ทะ จากการศึกษา และวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานจากเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้จากพืชที่มีศักยภาพทางพลังงาน 13 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ลำไย กาแฟ ยางพารา ไผ่ กระเทียม หอมแดง และเห็ด พ.ศ. 2554-2555 ของอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปางพบว่า พื้นที่เพื่อการเกษตรของอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขึ้นทะเบียนต่อกรมที่ดิน และพื้นที่ที่ไม่มีการขึ้นทะเบียน รวมมีปริมาณ 128,537 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 28.30 ของพื้นที่ทั้งอำเภอ ซึ่งข้าวเป็นพืชที่มีปริมาณการใช้พื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดเป็น 47,393 ไร่ ซึ่ง

ส่งผลให้ข้าวมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดของผลผลิตรวมทั้งอำเภอ คิดเป็นร้อยละ 35.37 และจากกระบวนการดเก็บเกี่ยวผลผลิต และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของพืชแต่ละชนิด มักจะเกิดวัสดุที่เหลือใช้จำนวนมาก และมีจำนวนไม่น้อยที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ เมื่อคิดอัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ และสัดส่วนการใช้ประโยชน์ของเกษตรกร พบว่า ร้อยละการนำวัสดุเหลือใช้ไปใช้ประโยชน์รวม คิดเป็นร้อยละ 33.99 ซึ่งถือได้ว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่มีที่น้อย และเมื่อคำนวณปริมาณพลังงานที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ ได้มากกว่า 582.81 TJ หรือเทียบเท่าปริมาณน้ำมันดิบมากกว่า 13.80 ktoe ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า 32.38 GWhr หรือเทียบเท่ากับโรงไฟฟ้าขนาด 4,609.28 kW คิดเป็นร้อยละ 0.1 ของศักยภาพพลังงานในระดับประเทศ ดังนั้นพื้นที่ดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการก่อสร้าง หรือติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวล โดยอาจจะเป็นระบบแบบแยกศูนย์ (Decentralized) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งเชื้อเพลิงชีวมวลต่อไป

วิจิตร และคณะ (2556) การวิเคราะห์ศักยภาพและผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนในชุมชนกรณีศึกษาชุมชนบ้านลาด ตำบลบ้านแก้ง อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ชุมชนบ้านลาด มีปริมาณการใช้พลังงานรวม 539.75 toe/ปี มีค่าใช้จ่าย 18,369,990 บาท/ปี และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,492 ตัน CO_2/ปี มีศักยภาพด้านการผลิตพลังงานทดแทนรวม 43.137 ktoe/ปี จากแหล่งพลังงาน 4 ชนิด ได้แก่ พลังงานจากไม้ พลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พลังงานจากขยะในชุมชน และพลังงานจากแสงอาทิตย์ นำไปสู่การนำร่องการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน 4 ชนิด ได้แก่ บ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบโอ่ง เตาซุปเปอร์อั้งโล่ เตาเผาถ่าน 200 ลิตรแบบนอน และโซลาร์เซลขนาด 240 วัตต์ ในครัวเรือนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสามารถดำเนินงานใช้ได้จริงภายในชุมชน โดยหากคำนึงถึงผลทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า เตาซุปเปอร์อั้งโล่นอกจากช่วยลดปริมาณและค่าใช้จ่ายจากการใช้ถ่านแล้ว ยังมีระยะเวลาการคืนทุนเร็วที่สุด บ่อหมักก๊าซชีวภาพช่วยลดปริมาณและค่าใช้จ่ายจากการใช้ก๊าซ LPG และ ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด ส่วนโซลาร์เซลขนาด 240 วัตต์ ถึงแม้จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่มีระยะเวลาการคืนทุนนานที่สุด และเมื่อใช้สมดุลพลังงานเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ประโยชน์พบว่า การใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนมีผลลดปริมาณการใช้พลังงานได้ 2.27 toe/ปี สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ 44,594.32 บาท/ปี และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1.77 ตันCO_2/ปี และหากมีการขยายผลนำไปใช้ทั้งหมดในชุมชน จะทำให้ชุมชนสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 2,776,822.76 บาท/ปี และช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 227.46 ตัน CO_2/ปี

ภัทราณี และคณะ (2558) การศึกษาศักยภาพชีวมวลในพื้นที่ ตำบลข่อยสูง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ จากการศึกษาศักยภาพชีวมวลในพื้นที่ตำบลข่อยสูงทำให้ทราบถึง ปริมาณของเชื้อเพลิงแข็งที่มีอยู่ในพื้นที่ชุมชน ซึ่งมีค่าประมาณ 40,486.65 ตัน เชื้อเพลิงหลักที่มีในพื้นที่ คือ ยอดและใบอ้อย ฟางข้าว และตอซังข้าว ซึ่งโรงไฟฟ้าในโครงการมีการผลิตกระแสไฟฟ้า 300 วัน/ปี หรือ 25 วัน/เดือน จึงมีความต้องการใช้เชื้อเพลิงประมาณ 10,800 ตัน/ปี หรือประมาณ 900 ตัน/เดือน นั่นคือ จากการศึกษาความเป็นไป ได้ในการสร้างโรงไฟฟ้าในเขตพื้นที่ตำบลข่อยสูงมีความเป็นไปได้ เนื่องจากว่า ปริมาณเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่มีปริมาณที่มากถึง 25% ของ เชื้อเพลิงที่มีทั้งหมดในพื้นที่ตำบลข่อยสูง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมา

ศึกษาและรวมรวมทฤษฎี และข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหมู่บ้าน รวมทั้งศึกษาทฤษฎีที่ได้มีการดำเนินการมาแล้วที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในที่อยู่อาศัยรวมทั้งวิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้แก่ ครัวเรือนในพื้นที่บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 168 ครัวเรือน โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามวิธีทาโร ยามาเน (Taro Yamane, 1970) ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.05

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$ **สมการที่ 5**

เมื่อ n ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N1 ขนาดของประชากร

e ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง

แทนค่าสูตรเป็น $n = \frac{168}{1+168(0.05)^2}$

$= 118$

ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างของพื้นที่บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 118 ครัวเรือน

สำรวจข้อมูล

สำรวจข้อมูลการใช้พลังงานและศักยภาพด้านพลังงานครัวเรือนได้ทำการภาคสนามโดยการเก็บข้อมูลประกอบด้วย

ภาพที่ 7 การลงสำรวจข้อมูลพื้นฐานครัวเรือน

1 ข้อมูลพื้นฐานครัวเรือน คือ

1) ชื่อ ที่อยู่
2) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน
3) อายุและระดับการศึกษาของผู้ให้ข้อมูล
4) อาชีพของครัวเรือน
5) รายได้

2 ข้อมูลด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย

1) สอบถามปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากบิลค่าไฟฟ้า 3 เดือน ระหว่างเดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2561 (บาท/เดือน)
2) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากข้อมูลการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า
   2.1) ชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า (เก็บเฉพาะหลอดไฟไม่รวมบัลลาสต์)
   2.2) จำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า
   2.3) กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า
   2.4) เวลาการใช้งานใน 1 วัน
   2.5) จำนวนวันที่ใช้งานใน 1 เดือน
   2.6) จำนวนเดือนที่ใช้งานใน 1 ปี

3 ข้อมูลการใช้พลังงานความร้อน ประกอบด้วย

1) ชนิดของเชื้อเพลิง (LPG, ถ่าน แกลบ ฟืน เป็นต้น)
2) เตาที่ใช้ (เตาอั้งโล่ เตาดำ เตาปากยื่น เป็นต้น)
3) ปริมาณที่ใช้ (kg)
4) ความถี่ในการใช้ (kg/วัน หรือ kg/เดือน)

ภาพที่ 8 การเก็บข้อมูลพลังงานความร้อน

4 ข้อมูลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบด้วย

1) ชนิดของน้ำมัน (เบนซิน ดีเซล แก๊สโซฮอล์ เป็นต้น)
2) ขนิดของยานพาหนะหรือเครื่องยนต์
3) ปริมาณการใช้ (ลิตร/วัน)

5 ข้อมูลด้านพลังงานทดแทน ประกอบด้วย

1) ชนิดพืชที่ทำการเพาะปลูก
2) พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)
3) จำนวนครั้งของการเพาะปลูก (ครั้ง/ปี) หรือระยะเวลาในการปลูก (เดือน/ครั้ง)
4) ชนิดของสัตว์เลี้ยง
5) จำนวนสัตว์เลี้ยง (ตัว)
6) จำนวนครั้งในการเลี้ยง (ครั้ง/ปี) หรือระยะเวลาในการเลี้ยง (เดือน/ครั้ง)
7) ข้อมูลการนำวัสดุเหลือทิ้งไปใช้ประโยชน์

ภาพที่ 9 การเก็บข้อมูลพลังงานทดแทน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บได้มาทำการวิเคราะห์เป็นข้อมูลพลังงาน โดยใช้ค่าพลังงานเทียบเท่า (Energy Equivalent) ในการปรับแก้ ซึ่งได้ค่าพลังงานเทียบเท่า และทำการวิเคราะห์ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Emission Factor) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 5 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง

ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย(Unit)	kcal/UNIT	toe/(10^6Unit)	MJ/UNIT
ไฟฟ้า	kwhr	860	85.21	3.6
ก๊าซ(LPG)	Litre	6,360	630.14	26.62
น้ำมันเบนซิน	Litre	7,520	745.07	31.48
น้ำมันดีเซล	Litre	8,700	861.98	36.42
น้ำมันเตา	Litre	9,500	941.24	39.77
น้ำมันก๊าด	Litre	8,250	817.4	34.53
ฟืน	kg	3,820	378.48	15.99
ถ่าน	kg	6,900	683.64	28.88
แกลบ	kg	3,440	340.83	14.4
ก้านมะพร้าว	kg	4,290	425.06	17.96
เปลือกมะพร้าว	kg	4,430	438.93	18.54
กะลามะพร้าว	kg	4,860	481.54	20.34

ตารางที่ 5 ต่อ

ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย(Unit)	kcal/UNIT	toe/(10^6Unit)	MJ/UNIT
ขี้เลื่อย	kg	2,600	257.61	10.88
ซังข้าวโพด	kg	4,664	462.12	19.52
ฟาง	kg	2,700	267.52	11.3
หญ้าแห้ง	kg	3,300	326.97	13.81
ผักตบชวาแห้ง	kg	3,400	336.88	14.23
ก๊าซมูลสัตว์	kg	2,925.60	289.86	12.25

ที่มา : พงษ์ศักดิ์ (2556)

ตารางที่ 6 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย	ส่วนแฟเตอร์ kg Co2/หน่วย	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
ไฟฟ้า	kwhr	0.6093	ThaiNationalLCIDatabase/MTEC
ก๊าซ(LPG)	Litre	1.6812	IPCC 2006
น้ำมันเบนซิน	Litre	2.1896	แนวทางการประเมินคาร์บอนฟรุต พริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
น้ำมันดีเซล	Litre	2.7446	IPCC 2006
น้ำมันเตา	kg	0.3057	ThaiNationalLCIDatabase/MTEC
น้ำมันก๊าด	kg	0.3128	ThaiNationalLCIDatabase/MTEC

ตารางที่ 7 อัตราส่วนการเกิด การใช้ประโยชน์ และค่าความร้อนวัสดุชีวมวล

ชนิด	วัสดุชีวมวล	อัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต	สัดส่วนการนำไปใช้(ร้อยละ)	ค่าความร้อน (MJ/kg)
ข้าว	แกลบ	0.23	80	14.27
	ฟางข้าว	1.19	50	10.24
ลำไย	กิ่งก้าน	0.25	100	14.98
	อื่นๆ	0.13	20	14.98*
ไม้ดอกไม้ประดับ	ตอ	N/A	N/A	N/A

หมายเหตุ: N/A คือ ข้อมูลไม่ปรากฏ * ใช้ค่าความร้อนของกิ่งก้าน

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560)

ตารางที่ 8 แสดงการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

เครื่องใช้ไฟฟ้า		ขนาดที่ใช้ไฟ (วัตต์)
หลอดไฟฟ้าหลอดไส้		100
		60
		40
		25
หลอดฟลูออเรสเซนต์		36
		18
		10
หลอดตะเกียบ		20
		15
		11
		9
		7
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์		25
		18
		13
		9
เครื่องปรับอากาศ	24,000 BTU	2,500
	18,000 BTU	2,020
	9,000 BTU	880
พัดลม	ติดผนัง 16 นิ้ว	66
	ตั้งพื้น 16 นิ้ว	55
	ตั้งพื้น 12 นิ้ว	48
	ติดเพดาน 56 นิ้ว	75
	ติดเพดาน 16 นิ้ว	53
โทรทัศน์สีทั่วไป	29 นิ้ว	125
	25 นิ้ว	115
	21 นิ้ว	110

ตารางที่ 8 ต่อ

เครื่องใช้ไฟฟ้า		ขนาดที่ใช้ไฟ (วัตต์)
โทรทัศน์สี จอแบน	20 นิ้ว	82
	14 นิ้ว	60
	29 นิ้ว	180
	25 นิ้ว	168
	21 นิ้ว	112
	15 นิ้ว	70
	14 นิ้ว	68
เครื่องวิดีโอ		50
หม้อหุงข้าว	ความจุ 4 ลิตร	1,350
	ความจุ 2.5 ลิตร	1,050
	ความจุ 1.5 ลิตร	530
	ความจุ 1 ลิตร	450
	ความจุ 0.5 ลิตร	300
กระติกน้ำร้อน	ความจุ 3.2 ลิตร	720
	ความจุ 2.5 ลิตร	650
	ความจุ 2 ลิตร	600
เตารีด	ธรรมดา	1,000
	ไอน้ำ ขนาดเล็ก	1,325
	ไอน้ำ ขนาดใหญ่	1,800
เครื่องทำน้ำอุ่น	ขนาดเล็ก	3,300
	ขนาดกลาง	4,500
	ขนาดใหญ่	6,000
เครื่องซักผ้า แบบถังเดี่ยว	7 กิโลกรัม	340
	5 กิโลกรัม	305
	4.2 กิโลกรัม	220
	2.3 กิโลกรัม	210
	4.5 กิโลกรัม	330

ตารางที่ 8 ต่อ

เครื่องใช้ไฟฟ้า		ขนาดที่ใช้ไฟ (วัตต์)
กะทะไฟฟ้า		1,000
เครื่องซักผ้า แบบ 2 ถัง	6.5 กิโลกรัม	440
	6 กิโลกรัม	380
	4.5 กิโลกรัม	330
	ความจุ 32 ลิตร	1,500
เตาไมโครเวฟ	ความจุ 25 ลิตร	1,200
	ความจุ 20 ลิตร	750

ที่มา : สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (ม.ป.ป)

จากข้อมูลที่เก็บได้เบื้องต้น และค่าสัมประสิทธิ์พลังงานตาม นำมาพิจารณาร่วมกันเป็นค่าพลังงานในหน่วยพลังงานโดยมีวิธีการพิจารณาดังนี้

1) พลังงานจากไฟฟ้า

ข้อมูลที่ต้องใช้คือ จำนวนอุปกรณ์ (ชิ้น), จำนวนวัตต์ของอุปกรณ์ (วัตต์/ชิ้น), เวลาที่ใช้ในการทำงาน (ช.ม), จำนวนวันที่ใช้ต่อเดือน, จำนวนเดือนที่ใช้ต่อปี ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถหาค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปีได้ สัมประสิทธิ์พลังงาน (toe/kWh)

พลังงาน (EE,TOE/y) = พลังงานไฟฟ้าต่อปี (kWh/y) X สัมประสิทธิ์พลังงาน(TOE/kWh) **สมการที่ 6**

2) พลังงานจากเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์

ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงดังนั้นข้อมูลที่ต้องใช้คือปริมาณของเชื้อเพลิง (ลิตรหรือกิโลกรัม)และสัมประสิทธิ์พลังงานของเชื้อเพลิง (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ลิตรหรือกิโลกรัม)

พลังงาน = สัมประสิทธิ์พลังงานของเชื้อเพลิง x ปริมาณเชื้อเพลิง **สมการที่ 7**

3) พลังงานจากพลังงานทดแทน

ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงดังนั้นข้อมูลที่ต้องใช้คือปริมาณของเชื้อเพลิง(กิโลกรัม)และสัมประสิทธิ์พลังงานของเชื้อเพลิง (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ลิตรหรือกิโลกรัม)

พลังงาน = สัมประสิทธิ์พลังงานของเชื้อเพลิง x ปริมาณเชื้อเพลิง **สมการที่ 8**

4) ประเมินปริมาณวัสดุชีวมวลทางการเกษตรเหลือใช้ โดยใช้สมการ

$VOR = RP_{ratio} \times VOP_{year}$ **สมการที่ 9**

เมื่อ

VOR = ปริมาณวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้ (Volume of Residue agriculture; 10^6 kg)

RTP_{ratio} = สัดส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ (Residue to Product ratio; %)

VOP_{year} = ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรในรอบปี (Volume of agricultural Production per year; 10^6 kg)

5) ประเมินปริมาณศักยภาพพลังงานจากชีวมวลที่เกิดขึ้น โดยใช้สมการ

$$ENU = VOR \times RNU_r \times HHV_R$$ **สมการที่ 10**

เมื่อ

ENU = พลังงานที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ (Energy Not Used; 10^{12} J)

RNU_{ratio} = สัดส่วนวัสดุเหลือใช้ที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ (Residue Not Used ratio; %)

HHV_R = ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุแต่ละชนิด (High Heating Value of Residue; 10^6 kg)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ สถานะในครัวเรือน จำนวนสมาชิกในครัวเรือน อายุ อาชีพหลักของครอบครัว รายได้โดยประมาณต่อเดือน เป็นต้น

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อมูลการใช้พลังงาน พลังงานไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง ความร้อน เป็นต้น

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามข้อมูลศักยภาพพลังงาน พืชที่ปลูกในชุมชน สัตว์เลี้ยงในชุมชน การจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เป็นต้น

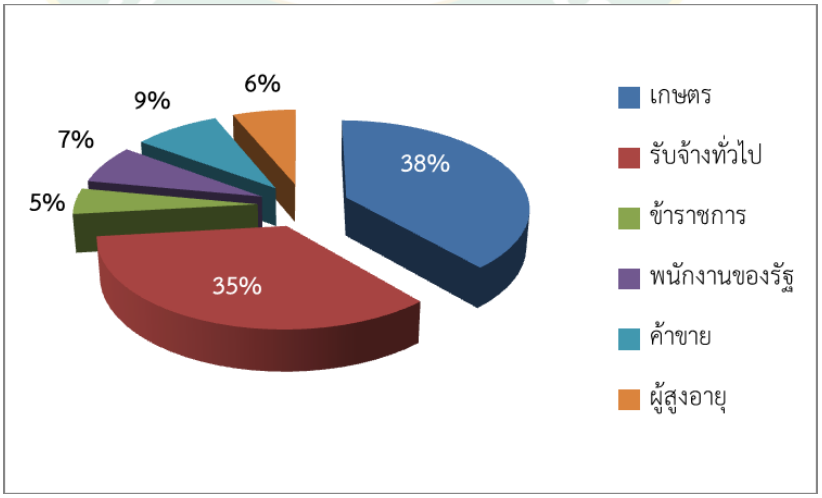
บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการทดลอง
ข้อมูลทั่วไปของชุมชน

บ้านวังป้อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านชนบทมีจำนวนครัวเรือน 168 ครัวเรือน จากครัวเรือนที่เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบสอบถาม ได้สำรวจจริง 127 ครัวเรือน แบบสำรวจมีอาชีพ เกษตรมากที่สุด มีจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 38.58 รองลงมาคือรับจ้างทั่วไป 44 คน คิดเป็นร้อยละ 34.65 และอาชีพค้าขายมีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 8.66 ผู้สูงอายุมีจำนวนน้อยที่สุดคือ 8 คน คิดป็นร้อยละ 6.30

1 อาชีพ

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละอาชีพหลักของครัวเรือน

อาชีพหลัก	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
เกษตร	49	38.58
รับจ้างทั่วไป	44	34.65
ข้าราชการ	6	4.72
พนักงานของรัฐ	9	7.09
ค้าขาย	11	8.66
ผู้สูงอายุ	8	6.30
รวม	127	100



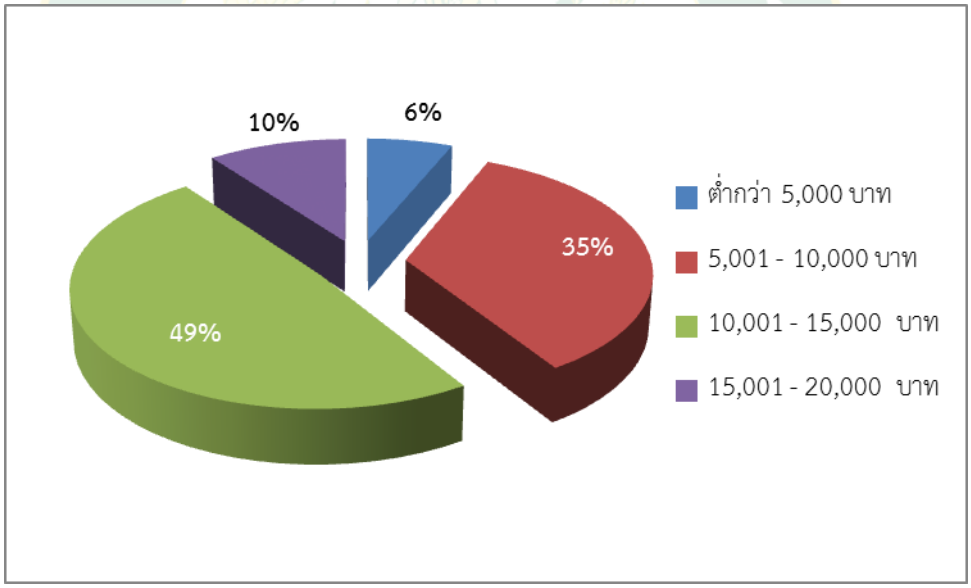
ภาพที่ 10 อาชีพหลักของครัวเรือนบ้านวังป้อง

2 รายได้ครัวเรือน

ตารางที่ 10 แสดงสัดส่วนรายได้ต่อเดือนของครัวเรือน

รายได้โดยประมาณต่อเดือน	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5,000 บาท	8	6.29
5,001 - 10,000 บาท	44	34.64
10,001 - 15,000 บาท	62	48.81
15,001 - 20,000 บาท	13	10.23

แบบสำรวจรายได้ต่อเดือนของครัวเรือน 10,001 - 15,000 บาท มากที่สุด มีจำนวน 62 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 48.81 รองลงมา 5,001 - 10,000 บาท 44 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 34.64 และ15,001 - 20,000 บาท มีจำนวน 13 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 10.23 ต่ำกว่า 5,000 บาท มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 8 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 6.29



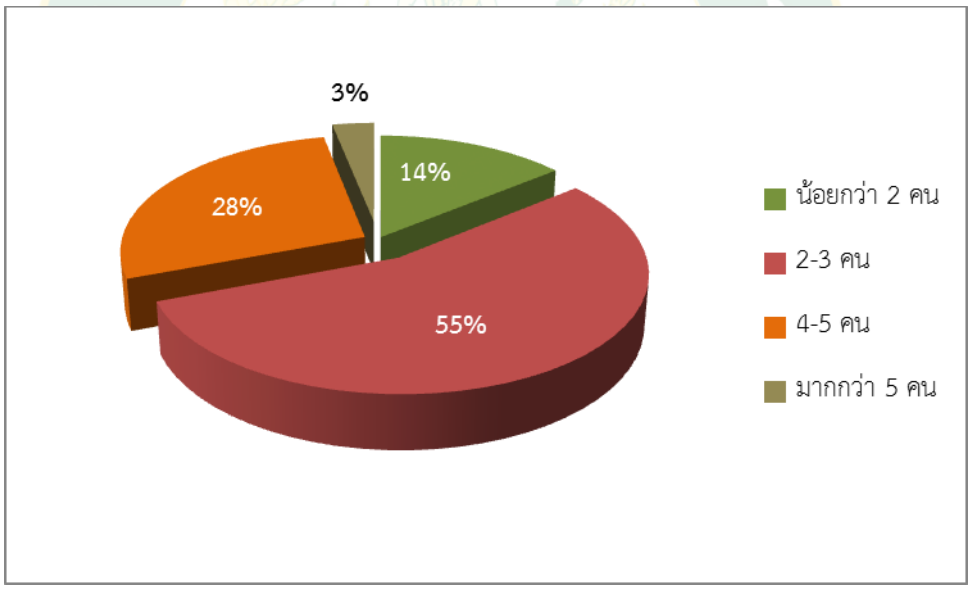
ภาพที่ 11 รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน

3 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน

ตารางที่ 11 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน

จำนวนผู้อยู่อาศัย (คน)	จำนวน (ครัวเรือน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 2 คน	18	14.17
2-3 คน	70	55.11
4-5 คน	35	27.55
มากกว่า 5 คน	4	3.14
รวม	127	100

แบบสำรวจจำนวนสมาชิก 2-3 คน มากที่สุด มีจำนวน 70 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 55.11 รองลงมา4-5 คน 35 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 27.55 และ น้อยกว่า 2 คน มีจำนวน 18 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 14.17 ต่ำมากกว่า 5 คน มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 4 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 3.14



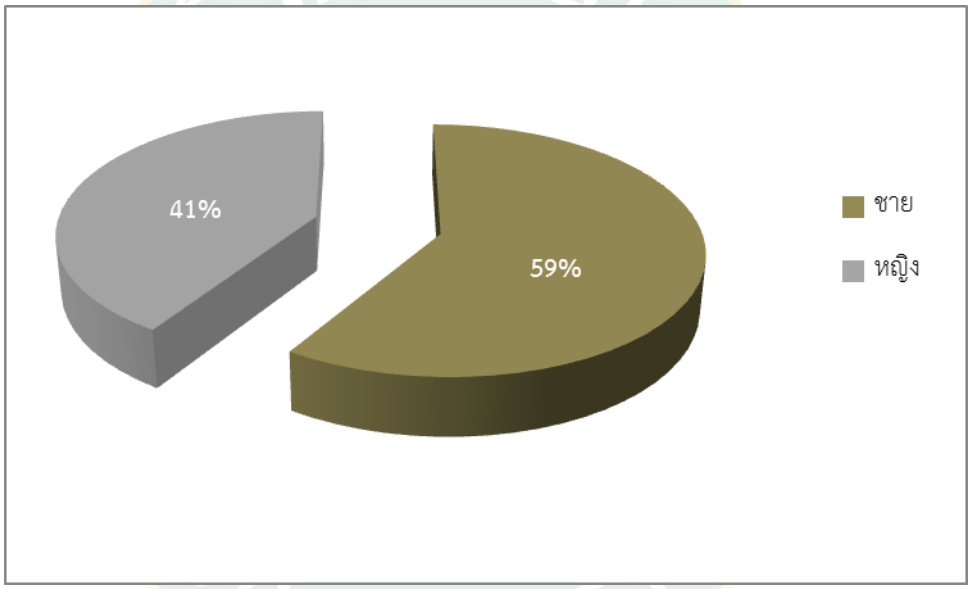
ภาพที่ 12 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน

4 เพศ/อายุของผู้ให้ข้อมูล

ตารางที่ 12 เพศของผู้ให้ข้อมูล

เพศ	จำนวน (ครัวเรือน)	ร้อยละ
ชาย	75	59.06
หญิง	52	40.94
รวม	127	100

แบบสำรวจเพศ เพศชาย มากที่สุด มีจำนวน 75 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 59.06 และ เพศหญิงจำนวน 52 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 40.94

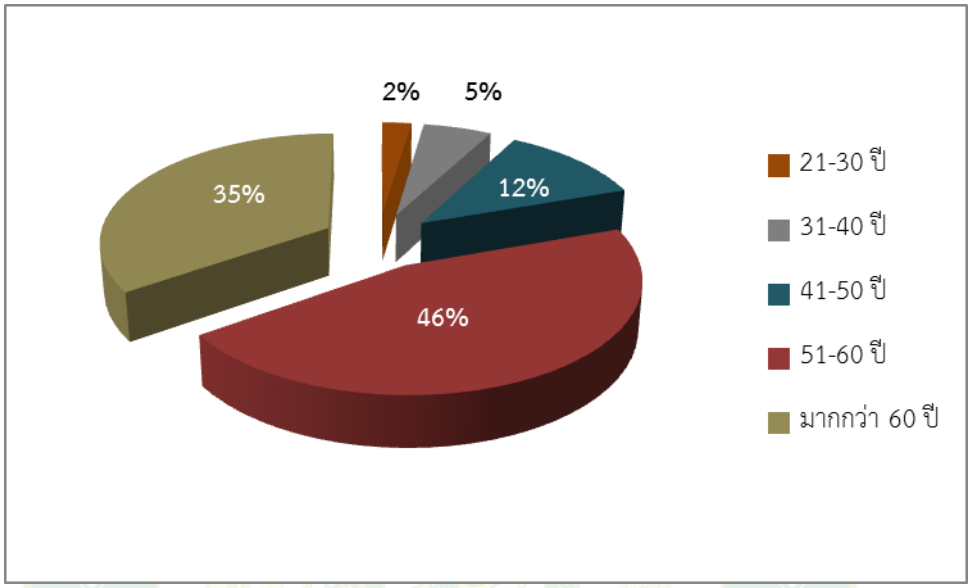


ภาพที่ 13 เพศของผู้ให้ข้อมูล

ตารางที่ 13 อายุของผู้ให้ข้อมูล

อายุ	จำนวน (ครัวเรือน)	ร้อยละ
21-30 ปี	3	2.36
31-40 ปี	7	5.51
41-50 ปี	15	11.81
51-60 ปี	58	45.66
มากกว่า 60 ปี	44	34.64
รวม	127	100

แบบสำรวจอายุของผู้ให้ข้อมูล 51-60 ปี มากที่สุด มีจำนวน 58 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 45.66 รองลงมา มากกว่า 60 ปี 44 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 34.64 และ 41-50 ปี มีจำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 11.81 ต่ำ 21-30 ปี มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 3 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 3.36



ภาพที่ 14 อายุของผู้ให้ข้อมูล

5 ความรู้ทางด้านพลังงานของชุมชน

ตารางที่ 14 ความรู้ทางด้านพลังงานของชุมชน และ ความต้องการเทคโนโลยีพลังงานทดแทน

รายการ	จำนวนครัวเรือน		ร้อยละ
1. ท่านทราบหรือไม่ว่าพลังงานทดแทนคืออะไร	ทราบ	110	86.61
	ไม่ทราบ	2	1.57
	ไม่แน่ใจ	15	11.81
รวม		**127**	**100**
2. ทราบพลังงานทดแทนจากช่องทางใด	TV	6	4.72
	Internet	3	2.36
	เสียงตามสายของชุมชน	100	78.74
	หน่วยงานอื่นๆระบุ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้)	18	14.17
รวม		**127**	**100**

ตารางที่ 14 ต่อ

รายการ	จำนวนครัวเรือน		ร้อยละ
3. หากมีการรณรงค์ให้มีการประหยัดไฟฟ้าโดยการปิดไฟในช่วงเวลาที่กำหนดท่านยินดีจะให้ความร่วมมือหรือไม่	ไม่ร่วม	6	4.72
	ไม่แน่ใจต้องขอดูรายละเอียดก่อน	25	19.68
	เข้าร่วมอย่างแน่นอน	96	75.59
รวม		**127**	**100**
4. หากมีการส่งเสริมให้ใช้พลังงานทดแทน ท่านคิดว่าพลังงานใดเหมาะสมกับครัวเรือนของท่านมากที่สุด	ชีวมวล (ไม้ ถ่าน แกลบ)	58	45.66
	แสงอาทิตย์ (อบแห้ง)	21	16.53
	Biogas	28	22.04
	แสงอาทิตย์ (ผลิตไฟฟ้า)	20	15.74
รวม		**127**	**100**
5. เทคโนโลยีพลังงานทดแทนชนิดใดที่ท่านมีความสนใจที่จะนำมาใช้	เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง	39	30.70
	เตาแก๊สชีวมวล (แกลบ)	18	14.17
	เตาแก๊สชีวมวล (ไม้ฟืน)	21	16.53
	ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	22	17.32
	เตาเผาถ่าน 200 ลิตร	4	3.14
	ระบบผลิตแก๊สชีวภาพ	23	18.11
รวม		**127**	**100**
6. หากมีการนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามข้อที่ 4 มาส่งเสริมให้กับชุมชนท่านจะมีส่วนร่วมอย่างไร	รับไปใช้งาน (ให้ฟรี) (100:0)	66	51.96
	ยินดีออกค่าใช้จ่ายบางส่วน (70:30)	6	4.72
	ยินดีออกค่าใช้จ่ายร่วม (50:50)	32	25.19
	ไม่แน่ใจ ขอพิจารณาก่อน	23	18.11
รวม		**127**	**100**

จากการแบบสอบถาม วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาพลังงานทดแทนสำหรับชุมชน โดยใช้แบบสอบถามจากครัวเรือนจำนวน 127 ครัวเรือน ในพื้นที่บ้านวังป้อง โดยผู้ตอบแบบสอบถาม

ที่ทราบถึงความหมายของพลังงานทดแทนมีจำนวน 110 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 86.61 โดยทราบถึงความหมายจากเสียงตามสายของชุมชนจำนวน 100 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 78.74 ซึ่งหากมีการรณรงค์ให้มีการประหยัดไฟฟ้าโดยการปิดไฟในช่วงเวลาที่กำหนดมีผู้สนใจเข้าร่วมจำนวน 96 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 75.59 และหากมีการส่งเสริมให้ใช้พลังงานทดแทน คิดว่าพลังงานที่เหมาะสมกับครัวเรือนมากที่สุดก็คือ ชีวมวล (ไม้ ถ่าน แกลบ) จำนวน 58 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 45.66 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความสนใจที่จะใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนชนิด เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง จำนวน 39 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 30.70 โดยสนใจรับไปใช้งาน (ให้ฟรี) จำนวน 66 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 51.96

ข้อมูลจำนวนของอุปกรณ์ทางพลังงานไฟฟ้า

1 อุปกรณ์ไฟฟ้า

ในกลุ่มเครื่องใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถแยกออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อง่ายในการพิจารณาได้ เป็น 4 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่มที่ 1 เครื่องใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง ประกอบด้วย หลอดฟูลออเรสเซนต์ หลอดไส้ หลอดตะเกียบ

กลุ่มที่ 2 เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน ประกอบด้วย กระติกน้ำร้อน หม้อหุงข้าวไฟฟ้า กระทะไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้า Microwave เตารีด เครื่องทำน้ำอุ่น

กลุ่มที่ 3 เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ประกอบด้วย ตู้เย็น TV เครื่องเล่น CD เครื่องเสียง พัดลมตั้งโต๊ะ พัดลมเพดาน เครื่องซักผ้า

กลุ่มที่ 4 เครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 15 เครื่องใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง

	รายการ	**จำนวน (หลอด)**	**หน่วย (W)**	**ร้อยละ**
เครื่องใช้ ไฟฟ้าแสงสว่าง	หลอดฟูลออเรสเซนต์	869	18	38.50
	หลอดฟูลออเรสเซนต์	89	32	3.94
	หลอดฟูลออเรสเซนต์	973	36	43.11
	หลอดไส้	17	40	0.753
	หลอดไส้	89	60	3.94
	หลอดตะเกียบ	2	20	0.088
	หลอดตะเกียบ	218	25	9.65
	รวม	**2,257**		**100**

จากตาราง พบว่าหมู่บ้านมีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ มากที่สุด จำนวน 973 หลอด คิดเป็นร้อยละ 43.11 รองลงมาเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 869 หลอด คิดเป็นร้อยละ 38.50 และหลอดตะเกียบ ขนาด 20 วัตต์ น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 0.088

ตารางที่ 16 เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน

	รายการ	**จำนวน (เครื่อง)**	**หน่วย (W)**	**ร้อยละ**
เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน	กระติกน้ำร้อน	10	600	3.71
		4	650	
		1	720	
		2	750	
	รวม	**17**		
	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	5	300	31.50
		26	450	
		10	500	
		34	530	
		5	540	
		10	650	
		10	750	
		4	760	
		29	1,050	
		7	1,100	
		4	1,550	
	รวม	**144**		
	กระทะไฟฟ้า	11	800	10.94
		4	900	
		29	1,000	
		2	1,100	
		4	1,500	
	รวม	**50**		

ตารางที่ 16 ต่อ

	รายการ	จำนวน (เครื่อง)	หน่วย (W)	ร้อยละ
เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน	เตาอบไฟฟ้า	1	750	0.656
		2	1,000	
	รวม	**3**		
	Microwave	4	750	13.78
		10	1,000	
		11	1,200	
		4	1,300	
		20	1,500	
		5	1,800	
		9	3,300	
	รวม	**63**		
	เตารีด	59	1,000	28.22
		13	1,200	
		10	1,300	
		2	1,400	
		12	1,500	
		23	1,800	
		10	3,300	
	รวม	**129**		
	เครื่องทำน้ำอุ่น	7	1,800	11.15
		8	2,800	
		34	3,300	
		2	4,500	
	รวม	**51**		
	รวม	**457**		**100**

จากตาราง พบว่าหมู่บ้านมีการใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 144 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 31.50 เตารีด 129 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 28.22 Microwave 63 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 13.78 เครื่องทำน้ำอุ่น 51 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 11.15 กระทะไฟฟ้า 50 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 10.94 กระติกน้ำร้อน 17 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 3.71 และ เตาอบไฟฟ้า 3 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 0.656

ตารางที่ 17 เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

	รายการ	**จำนวน (เครื่อง)**	**หน่วย (W)**	**ร้อยละ**
เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป	ตู้เย็น	7	54	20.67
		7	57	
		5	58	
		8	60	
		8	63	
		146	70	
		6	71	
		6	73	
		41	75	
		5	80	
	รวม	**239**		
	TV	1	35	29.93
		1	52	
		5	55	
		6	60	
		29	68	
		3	70	
		5	72	
		4	81	
		6	85	
		3	93	
		13	100	
		63	110	

ตารางที่ 17 ต่อ

	รายการ	จำนวน (เครื่อง)	หน่วย (W)	ร้อยละ
เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป	TV	55	112	29.93
		11	120	
		3	122	
		35	125	
		37	168	
		8	170	
		24	175	
		25	180	
		9	220	
	รวม	**346**		
	เครื่องเล่น CD	2	20	0.778
		7	50	
	รวม	**9**		
	เครื่องเสียง	7	50	1.64
		7	70	
		2	79	
		3	90	
	รวม	**19**		
	พัดลมตั้งโต๊ะ	1	32	34.60
		30	48	
		10	49	
		3	54	
		160	55	
		3	56	
		29	57	
		15	60	
		5	65	

ตารางที่ 17 ต่อ

	รายการ	จำนวน (เครื่อง)	หน่วย (W)	ร้อยละ
เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป	พัดลมตั้งโต๊ะ	15	66	34.60
		20	70	
		9	73	
		90	75	
		10	78	
	รวม	**400**		
	พัดลมเพดาน	3	53	1.21
		1	63	
		2	66	
		1	68	
		3	75	
		1	87	
		3	104	
	รวม	**14**		
	เครื่องซักผ้า	7	305	11.15
		6	330	
		15	340	
		1	350	
		12	380	
		1	400	
		43	440	
		5	450	
		4	550	
		2	750	
		2	1,000	
		13	1,100	
		15	1,200	

ตารางที่ 17 ต่อ

รายการ		จำนวน (เครื่อง)	หน่วย (W)	ร้อยละ
		3	1,300	
	รวม	**129**		
	รวม	**1,156**	เครื่อง	100

จากตาราง พบว่าหมู่บ้านมีการใช้พัดลมตั้งโต๊ะ 400 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 34.60 TV 346 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 29.93 ตู้เย็น 239 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 20.67 เครื่องซักผ้า 129 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 11.15 เครื่องเสียง 19 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.64 พัดลมเพดาน 14 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.21 เครื่องเล่น CD 9 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 0.778

ตารางที่ 18 เครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ

รายการ	จำนวน (เครื่อง)	หน่วย (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	จำนวน ครัวเรือน	ร้อยละ
เครื่องปรับอากาศ	29	9,000	1	36	47.24
	23	12,000	2	18	
	8	18,000	3	6	
รวม	**60**			**60**	

พบว่าหมู่บ้านมีการใช้เครื่องปรับอากาศ 60 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 47.24

2 อุปกรณ์สำหรับการหุงต้ม

เตาที่ใช้ในการหุงต้ม 319 เตา แบ่งตามชนิดเชื้อเพลิงได้แก่ (ก๊าซ LPG ถ่าน ฟืน)

ตารางที่ 19 จำนวนอุปกรณ์ทางด้านพลังงานเตาที่ใช้ในการหุงต้ม

รายการ		จำนวน	หน่วย	ร้อยละ
เตาที่ใช้ในการหุงต้ม	เตาแก๊ส LPG	165	เตา	51.72
	เตาอั้งโล่ธรรมดา	154	เตา	48.27
	รวม	**319**		**100**

จากตาราง พบว่าหมู่บ้านมีการใช้เตาที่ใช้ในการหุงต้ม เตาแก๊ส LPG 165 เตา คิดเป็นร้อยละ 51.72 และ เตาอั้งโล่ธรรมดา 154 เตา คิดเป็นร้อยละ 48.27

3 จำนวนยานพาหนะ

ในกลุ่มพลังงานเชิงพาณิชย์ คือ น้ำมันเบนซิน ดีเซล ประกอบด้วย (จักรยานยนต์, รถยนต์ 4 ล้อกระบะ, รถยนต์ 4 ล้อ เก๋ง)

ตารางที่ 20 จำนวนยานพาหนะด้านพลังงานกลุ่มเชิงพาณิชย์

รายการ		จำนวน	หน่วย	ร้อยละ
ยานพาหนะ	จักรยานยนต์	253	คัน	63.72
	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	100	คัน	25.18
	รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	44	คัน	11.09
	รวม	**397**		**100**

จากตาราง พบว่าหมู่บ้านมีการใช้ยานพาหนะมากที่สุด คือจักรยานยนต์ 253 คัน คิดเป็นร้อยละ 63.72 รองลงมา รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ) 100 คัน คิดเป็นร้อยละ 25.18 และ รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง) 44 คันคิดเป็นร้อยละ 11.09

ปริมาณการใช้พลังงาน

1 ปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 21 ปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้า

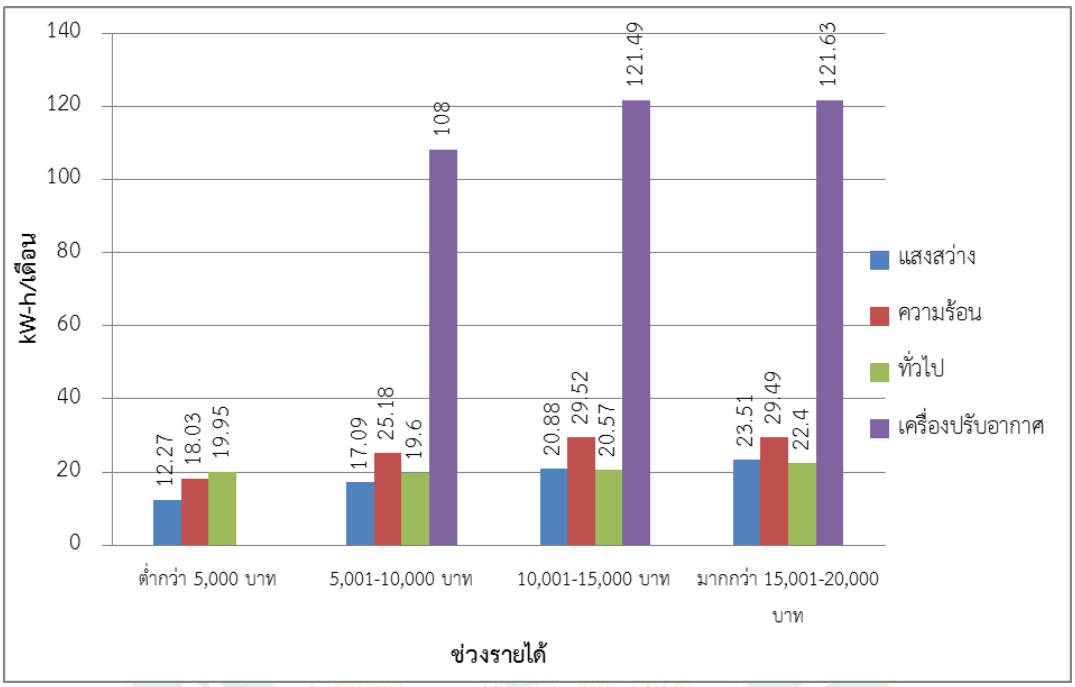
ช่วงรายได้	ประเภท	ปริมาณ kW-h/เดือน	ค่าใช้จ่าย บาท/เดือน	
ต่ำกว่า 5,000 บาท	แสงสว่าง	12.27	ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	201.03
	ความร้อน	18.03		
	ทั่วไป	19.95		
	เครื่องปรับอากาศ	-	มีเครื่องปรับอากาศ	-
	รวม	**50.25**		
5,001-10,000 บาท	แสงสว่าง	17.09	ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	247.48
	ความร้อน	25.18		
	ทั่วไป	19.60		
	เครื่องปรับอากาศ	108	มีเครื่องปรับอากาศ	679.48
	รวม	**169.87**		

ตารางที่ 21 ต่อ

ช่วงรายได้	ประเภท	ปริมาณ kW-h/เดือน	ค่าใช้จ่าย บาท/เดือน	
10,001-15,000 บาท	แสงสว่าง	20.88	ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	284.08
	ความร้อน	29.52		
	ทั่วไป	20.57		
	เครื่องปรับอากาศ	121.49	มีเครื่องปรับอากาศ	769.84
	รวม	**192.46**		
มากกว่า 15,001-20,000 บาท	แสงสว่าง	23.51	ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	301.06
	ความร้อน	29.49		
	ทั่วไป	22.04		
	เครื่องปรับอากาศ	121.63	มีเครื่องปรับอากาศ	788.12
	รวม	**197.03**		

*คิดอัตราค่าไฟฟ้า 4 บาท/(kW-h)

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าครัวเรือนต่อเดือนตามช่วงรายได้ มากกว่า 15,001-20,000 บาท มีการใช้ไฟฟ้ารวม 197.03 kW-h/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายครัวเรือนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ 301.6 บาท/เดือน และครัวเรือนที่มีเครื่องปรับอากาศ 745.28 บาท/เดือน รายได้ 10,001-15,000 บาท มีการใช้ไฟฟ้ารวม 192.46 kW-h/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายครัวเรือนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ 284.08 บาท/เดือน และครัวเรือนที่มีเครื่องปรับอากาศ 769.84 บาท/เดือน รายได้ 5,001-10,000 บาท มีการใช้ไฟฟ้ารวม 169.87 kW-h/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายครัวเรือนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ 247.48 บาท/เดือน และครัวเรือนที่มีเครื่องปรับอากาศ 679.48 บาท/เดือน และรายได้ ต่ำกว่า 5,000 บาท มีการใช้ไฟฟ้ารวม 50.25 kW-h/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายครัวเรือนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ 201.03 บาท/เดือน ดังแสดงในตารางที่ 21 และภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้า

2 ปริมาณการใช้พลังงานในการหุงต้ม

ตารางที่ 22 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงความร้อนครัวเรือนต่อเดือน

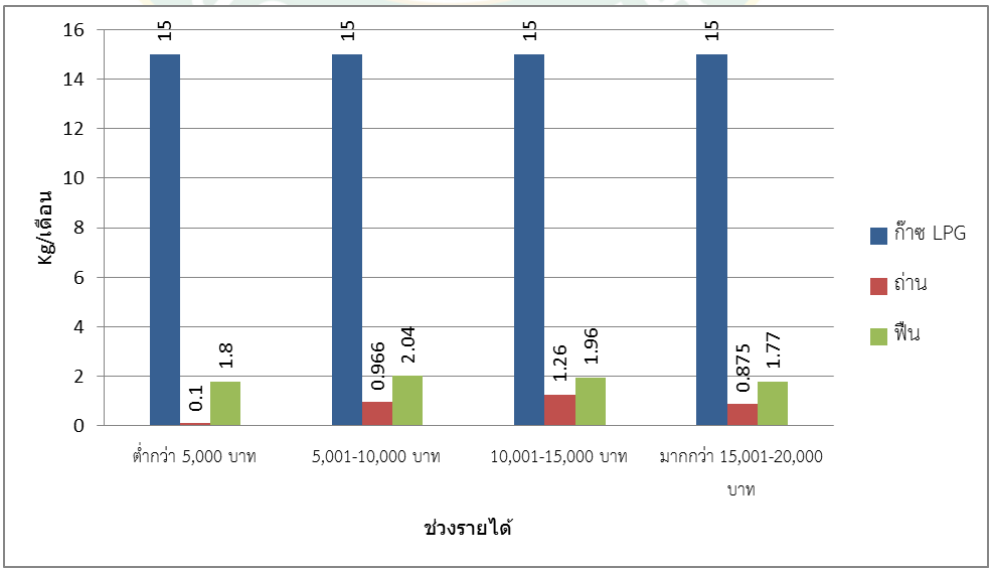
ช่วงรายได้	ประเภท	ปริมาณ Kg/เดือน	ค่าใช้จ่าย บาท/เดือน
ต่ำกว่า 5,000	ก๊าซ LPG	15	400
	ถ่าน	0.1	1
	ฟืน	1.8	-
	รวม	**16.9**	
5,001-10,000 บาท	ก๊าซ LPG	15	400
	ถ่าน	0.966	9.66
	ฟืน	2.04	-
	รวม	**18.06**	
10,001-15,000 บาท	ก๊าซ LPG	15	400
	ถ่าน	1.26	12.06
	ฟืน	1.96	-
	รวม	**18.22**	

ตารางที่ 22 ต่อ

ช่วงรายได้	ประเภท	ปริมาณ Kg/เดือน	ค่าใช้จ่าย บาท/เดือน
มากกว่า 15,001-20,000 บาท	ก๊าซ LPG	15	400
	ถ่าน	0.875	8.75
	ฟืน	1.77	-
	รวม	**17.64**	

*คิดอัตราการซื้อถ่าน 20 บาท/ kg จากร้านขายของชำในชุมชนบ้านวังป้อง

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงความร้อนครัวเรือนต่อเดือนตามช่วงรายได้ มากกว่า 15,001-20,000 บาท มีการใช้เชื้อเพลิงความร้อนรวม 17.64 Kg/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงความร้อนก๊าซ LPG อยู่ที่ 400 บาท/เดือน และใช้เชื้อเพลิงความร้อนถ่าน 8.75 บาท/เดือน รายได้ 10,001-15,000 บาท มีการใช้เชื้อเพลิงความร้อนรวม 18.22 Kg/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงความร้อนก๊าซ LPG อยู่ที่ 400 บาท/เดือน และใช้เชื้อเพลิงความร้อนถ่าน 12.6 บาท/เดือน รายได้ 5,001-10,000 บาท มีการใช้เชื้อเพลิงความร้อนรวม 18.06 Kg/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงความร้อนก๊าซ LPG อยู่ที่ 400 บาท/เดือน และใช้เชื้อเพลิงความร้อนถ่าน 9.66 บาท/เดือน รายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท มีการใช้เชื้อเพลิงความร้อนรวม 16.9 Kg/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงความร้อนก๊าซ LPG อยู่ที่ 400 บาท/เดือน และใช้เชื้อเพลิงความร้อนถ่าน 1 บาท/เดือน ดังแสดงในตารางที่ 22 และภาพที่ 16



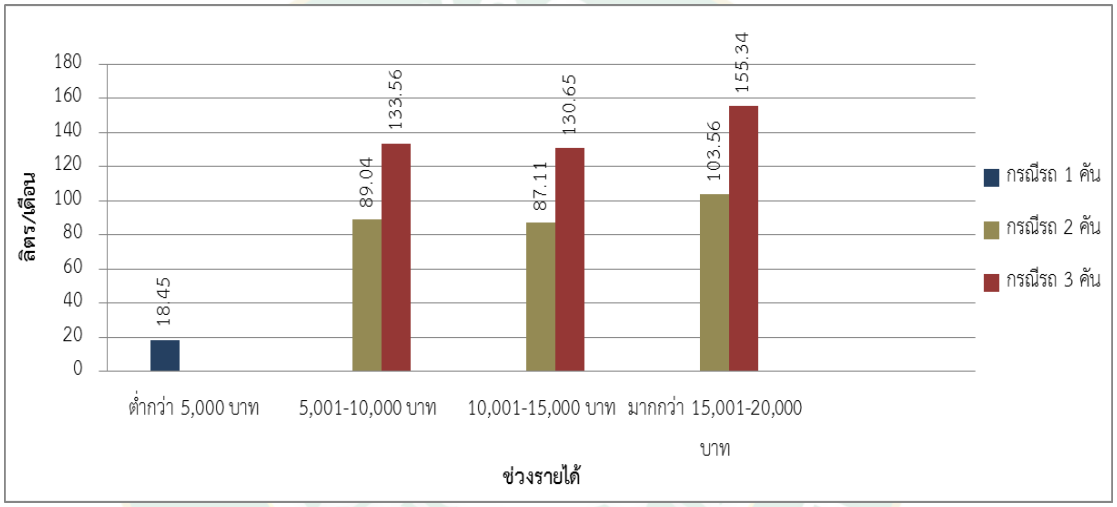
ภาพที่ 16 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงความร้อนครัวเรือนต่อเดือน

3 ปริมาณการใช้พลังงานในยานพาหนะ

ตารางที่ 23 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะด้านพลังงานเชิงพาณิชย์

ช่วงรายได้	ประเภท	ปริมาณ	ค่าใช้จ่าย
		ลิตร/เดือน	บาท/เดือน
ต่ำกว่า 5,000	กรณีรถ 1 คัน - จักรยานยนต์	18.45	533.2
	รวม	**18.45**	
5,001-10,000 บาท	กรณีรถ 2 คัน - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง) - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ) - รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง),รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	89.04	2,548.71
	กรณีรถ 3 คัน - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง),รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	133.56	3,823.07
	รวม	**222.6**	
10,001-15,000 บาท	กรณีรถ 2 คัน - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง) - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ) - รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง),รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	87.11	2,491.64
	กรณีรถ 3 คัน - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง),รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	130.65	3,737.47
	รวม	**217.79**	
มากกว่า 15,001-20,000 บาท	กรณีรถ 2 คัน - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง) - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ) - รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง),รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	103.56	2,961.96
	กรณีรถ 3 คัน - จักรยานยนต์,รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง),รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	155.34	4,442.94
	รวม	**258.92**	

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะด้านพลังงานเชิงพาณิชย์ครัวเรือนต่อเดือนตามช่วงรายได้ มากกว่า15,001-20,000 บาท เชื้อเพลิงน้ำมันรวม 258.92 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายยานพาหนะ กรณีรถ 3 คัน 4,442.94 บาท/เดือน กรณีรถ 2 คัน 2,961.96 บาท/เดือน รายได้ 10,001-15,000 บาท เชื้อเพลิงน้ำมันรวม 217.79 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายยานพาหนะกรณีรถ 3 คัน 3,737.47 บาท/เดือน กรณีรถ 2 คัน 2,491.64 บาท/เดือน รายได้ 5,001-10,000 บาท เชื้อเพลิงน้ำมันรวม 222.6 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายยานพาหนะกรณีรถ 3 คัน 3,823.07 บาท/เดือน กรณีรถ 2 คัน 2,548.71 บาท/เดือน และ รายได้ ต่ำกว่า 5,000 บาท เชื้อเพลิงน้ำมันรวม 18.45 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายกรณีรถ 1 คัน 533.20 บาท/เดือน ดังแสดงในตารางที่ 23 และภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะด้านพลังงานเชิงพาณิชย์

4 การวิเคราะห์ค่าปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แบ่งเป็น 4 กรณีศึกษาคือ

1) กรณี C1 ครอบครัวรายได้ต่ำ
2) กรณี C2 ครอบครัวรายได้ปานกลาง
3) กรณี C3 ครอบครัวรายได้ค่อนข้างสูง
4) กรณี C4 ครอบครัวรายได้สูง

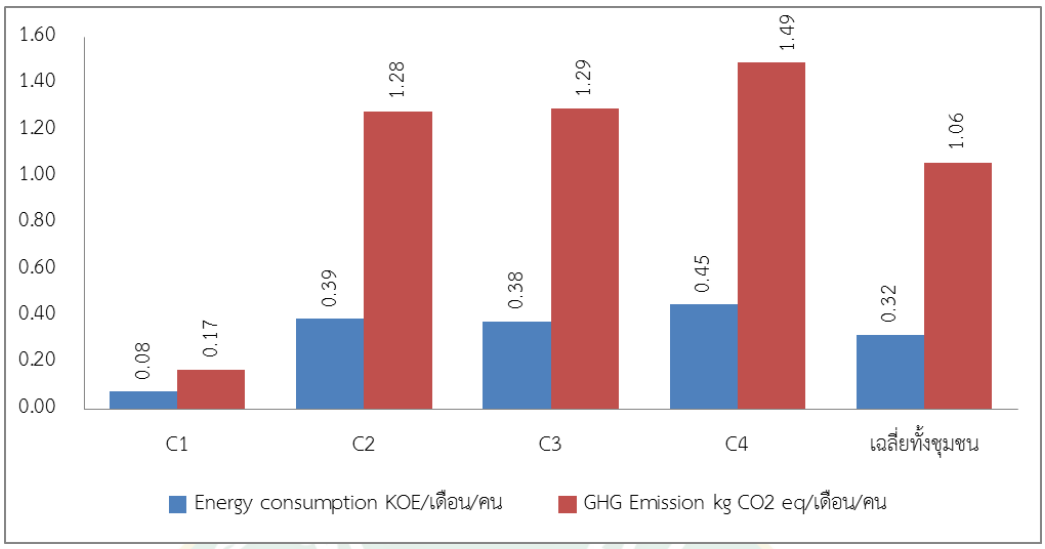
ตารางที่ 24 ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย GHG ของครัวเรือน

	ประเภท		KOE/เดือน	KOE/เดือน/คน	kg CO_2 eq/เดือน	kg CO_2 eq/เดือน/คน
	แสงสว่าง		1.04	0.0020	7.47	0.0143
	ความร้อน		1.53	0.0029	10.98	0.0210
	ทั่วไป		1.69	0.0032	12.15	0.0233
	เครื่องปรับอากาศ		-	-	-	-
	ก๊าซ LPG		9.45	0.0181	25.2	0.0484
	ถ่าน		0.378	0.0007	-	-
C1	ฟืน		11.55	0.022	-	-
	เบนซิน	จักรยานยนต์	13.74	0.026	32.84	0.063
		รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	-	-	-	-
	ดีเซล	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	-	-	-	-
	รวม		**39.41**	**0.075**	**88.67**	**0.170**
	แสงสว่าง		1.45	0.027	10.41	0.019
	ความร้อน		2.14	0.041	15.34	0.029
	ทั่วไป		1.67	0.032	11.94	0.022
	เครื่องปรับอากาศ		9.20	0.017	65.80	0.126
	ก๊าซ LPG		9.45	0.018	25.21	0.048
	ถ่าน		0.365	0.007	-	-
C2	ฟืน		1.39	0.026	-	-
	เบนซิน	จักรยานยนต์	10.73	0.020	31.55	0.060
		รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	85.93	0.164	252.54	0.484
	ดีเซล	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	80.03	0.153	254.83	0.489
	รวม		**202.39**	**0.3884**	**667.65**	**1.28**

ตารางที่ 24 ต่อ

	ประเภท		KOE/เดือน	KOE/เดือน/คน	kg CO_2 eq/เดือน	kg CO_2 eq/เดือน/คน
	แสงสว่าง		1.77	0.034	12.72	0.024
	ความร้อน		2.51	0.048	17.98	0.034
	ทั่วไป		1.75	0.033	11.94	0.022
	เครื่องปรับอากาศ		10.35	0.019	74.02	0.142
	ก๊าซ LPG		9.45	0.018	25.21	0.048
	ถ่าน		0.477	0.009	-	-
C3	ฟืน		1.33	0.0025	-	-
	เบนซิน	จักรยานยนต์	11.76	0.022	34.57	0.066
		รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	77.12	0.148	226.64	0.435
	ดีเซล	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	80.03	0.153	270.31	0.518
	รวม		**196.59**	**0.377**	**673.42**	**1.29**
	แสงสว่าง		2.03	0.038	14.32	0.027
	ความร้อน		2.51	0.048	17.96	0.034
	ทั่วไป		1.90	0.036	13.64	0.026
	เครื่องปรับอากาศ		10.36	0.019	74.10	0.142
	ก๊าซ LPG		9.45	0.018	25.21	0.048
	ถ่าน		0.331	0.063	-	-
C4	ฟืน		1.21	0.023	-	-
	เบนซิน	จักรยานยนต์	13.19	0.025	38.77	0.074
		รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	91.52	0.175	268.97	0.516
	ดีเซล	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	102.03	0.195	324.87	0.623
	รวม		**234.53**	**0.45**	**777.89**	**1.49**
	เฉลี่ยทั้งชุมชน		**168.23**	**0.32**	**551.91**	**1.06**

* จำนวนประชากรในพื้นที่บ้านวังป้อง ปี 2560 จำนวน 521 คน



ภาพที่ 18 ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย GHG ของครัวเรือน

ในช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (เดือน มกราคม – มีนาคม 2561) ทำการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ พบว่าในมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของครัวเรือนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 197.03 kW-h/เดือน ซึ่งเป็นกลุ่มครัวเรือน C4 ครอบครัวรายได้สูง หรือ ผู้ที่มีรายได้มากกว่า 15,001-20,000 บาท ส่วนกลุ่มกรณี C1 ถึง C3 จะมีการใช้เฉลี่ย 137.52 kW-h/เดือน สำหรับเชื้อเพลิงในยานพาหนะก็พบว่ามีการใช้น้ำมันสูงที่สุด 258.92 ลิตร/เดือน C4 ครอบครัวรายได้สูง หรือ ผู้ที่มีรายได้มากกว่า 15,001-20,000 บาท ส่วนการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มนั้นมีการใช้ LPG 15 Kg/เดือน เฉลี่ยทั้งชุมชน 0.32 KOE/เดือน/คน 1.06 kg CO_2 eq/เดือน/คน โดยปริมาณการใช้พลังงานจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามฐานะของครัวเรือนดังแสดงในตารางที่ 24 และภาพที่ 18

ศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่ชุมชน

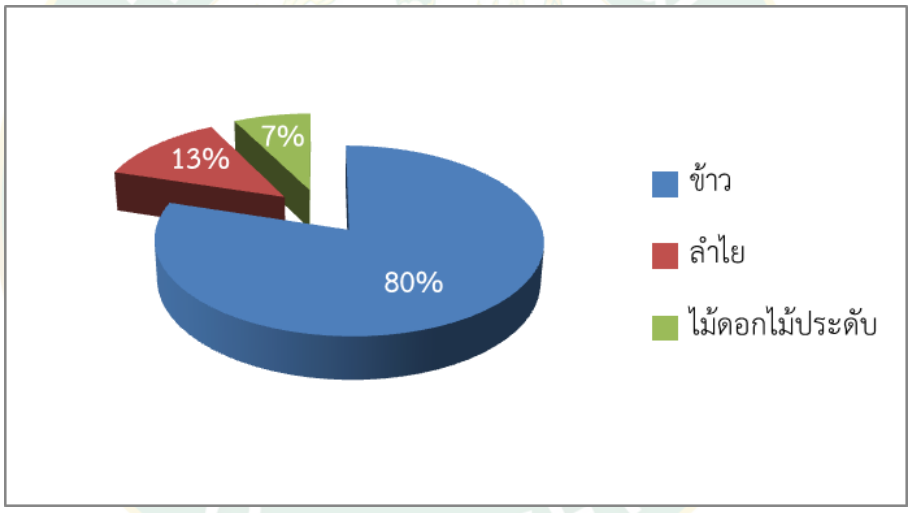
1 ชีวมวล

จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่บ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีการทำการเกษตรประกอบด้วยการปลูก ข้าว ลำไย ไม้ดอกไม้ประดับรวมกัน 426 ไร่ และมีการเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วย โคเนื้อ 219 ตัว ไก่พื้นเมือง 130 ตัว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าประสงค์เพื่อทำกาประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุชีวมวลที่เกิดจากการเกษตรกรรมและศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลของสัตว์เลี้ยงโดยเป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนในการพัฒนาพลังงานทดแทนในชุมชนต่อไป

ตารางที่ 25 พื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่บ้านวังป้อง

เกษตรกรรม			
ชนิด	**พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)**	**จำนวนครั้งในการเพาะปลูก (ครั้ง/ปี)**	**ร้อยละ**
ข้าว	340	2	79.81
ลำไย	54	-	12.68
ไม้ดอกไม้ประดับ	32	1	7.51
รวม	**426**		**100**

ที่มา: (สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่)



ภาพที่ 19 พื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่บ้านวังป้อง

จากตารางที่ 26 พื้นที่บ้านวังป้อง มีการเพาะปลูกข้าวมากที่สุดอยู่ที่ 340 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาเป็นลำไย 54 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13 และ ไม้ดอกไม้ประดับ 32 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7

ตารางที่ 26 อัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อผลผลิต และสัดส่วนการใช้ประโยชน์

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณผลผลิต (kg/ไร่)	วัสดุเหลือใช้			สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)	ศักยภาพชีวมวล (kg/ปี)
			อัตราส่วน	ปริมาณการเกิด			
				(kg/ไร่)	(kg/ปี)		
ข้าว	แกลบ	631 (ข้าวเปลือก)	0.23	145.13	98,688.40	80	19,737.68
	ฟางข้าว	631 (ข้าวเปลือก)	0.49	309.19	210,249.2	50	105,124.6
ลำไย	กิ่งก้าน	883 (ลำไยสด)	0.25	220.75	11,920.50	100	0.00
	อื่นๆ	883 (ลำไยสด)	0.13	114.79	6,198.66	20	4,958.93
ไม้ดอกไม้ประดับ	ตอ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

หมายเหตุ: N/A คือ ข้อมูลไม่ปรากฏ

ในการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูก จะทำการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแสดงดังตารางที่ 27 โดยพบว่า มีปริมาณแกลบเกิดขึ้นจากการปลูก 2 ครั้ง/ปี ในปริมาณ 19,737.68 kg/ปี และเกิดฟางข้าว 105,124.6 kg/ปี ส่วนกิ่งไม้ลำไยนั้นถึงแม้ว่าจะมีปริมาณการเกิดที่สูงแต่เกษตรกรได้นำไปใช้ประโยชน์ทั้งการขาย และการนำไปเป็นเชื้อเพลิงแล้วทั้งหมด เหลือเฉพาะส่วนอื่นๆ เช่น ใบ กิ่งขนาดเล็ก เป็นต้น ในปริมาณ 4,958.93 kg/ปี รวมเป็นศักยภาพการเกิดชีวมวล 129,821.21 kg/ปี

ตารางที่ 27 ผลคำนวณศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	ศักยภาพชีวมวล (kg/ปี)	อัตราการจัดเก็บได้ (kg/ปี)*	ค่าความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน (GJ/ปี)
ข้าว	แกลบ	19,737.68	9,868.84	14.27	140.83
	ฟางข้าว	105,124.6	52,562.3	10.24	538.23
ลำไย	กิ่งก้าน	0.00	0.00	14.98	0.00
รวม		**124,862.28**	**62,431.14**	**-**	**679.06**

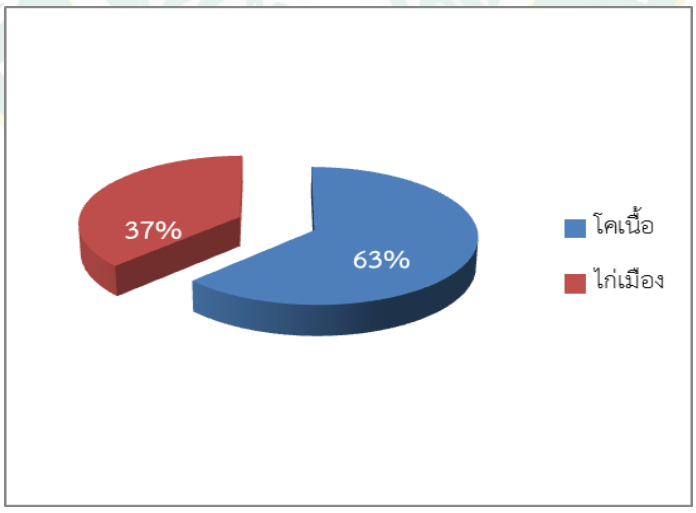
* พิจารณาที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% ของประมาณศักยภาพ

ผลผลิตทางการเกษตรโดยรวมของแต่ละปีนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ฤดูกาลเพาะปลูก และฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งจากกระบวนการเกี่ยวผลผลิตของพืชแต่ละชนิดมักจะเกิดวัสดุเหลือใช้จำนวนมาก ซึ่งอัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อผลผลิต และสัดส่วนการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ของเกษตรกร ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางสถิติของหน่วยงานทางราชการ และบทความวิจัยต่างๆ เพื่อคำนวณหาอัตราการใช้ประโยชน์ จากวัสดุเหลือใช้ของเกษตรกรในพื้นที่ พบว่าการนำวัสดุเหลือใช้ไปใช้ประโยชน์ของเกษตรกร ซึ่งถือได้ว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่มีที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนการเกิดวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้รวม ดังตารางที่ 27 โดยผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานจากวัสดุชีวมวลพบว่า ที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% จะมีชีวมวลปริมาณ 62,431.14 kg/ปี คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 679.06 GJ/ปี

2 แก๊สชีวภาพ

ตารางที่ 28 การเลี้ยงสัตว์

การเลี้ยงสัตว์		
ชนิด	**จำนวน(ตัว)**	**ร้อยละ**
โคเนื้อ	219	62.75
ไก่เมือง	130	37.24
รวม	**349**	**100**



ภาพที่ 20 การเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่บ้านวังป่อง

การเลี้ยงสัตว์พื้นที่บ้างวังป่อง มีการเลี้ยงโคเนื้อมากที่สุดอยู่ที่ 219 ตัว คิดเป็นร้อยละ 62.75 และไก่เมือง 130 ตัว คิดเป็นร้อยละ 37.24

ตารางที่ 29 ศักยภาพของชีวมวลปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากมูลสัตว์

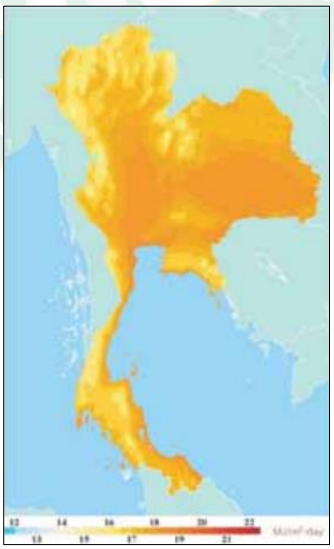
ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณมูลสด (kg/ตัว/วัน)	อัตราการจัดเก็บได้ (%)	TS (%)	VS (%)	HHV (MJ/m^3)	อัตราการเกิดแก๊ส (m^3/kg VS)	ปริมาณแก๊ส (m^3/วัน)	ศักยภาพพลังงาน	
									(MJ/วัน)	(GJ/ปี)
โคเนื้อ	219	5	50	17.4	13.37	26.45	0.307	22.47	594.40	216.96
ไก่เมือง	130	0.03	0	33.9	22.34	26.45	0.246	0.00	0	0
รวม	**349**	**5.03**	**50**	**51.3**	**35.71**		**0.553**	**22.47**	**594.40**	**216.96**

ศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าจากจำนวนของสัตว์เลี้ยงที่มีอยู่เมื่อทำการพิจารณาศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ 22.47 m^3/วัน คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 594.40 MJ/วัน หรือ 216.96 GJ/ปี

3 พลังงานธรรมชาติ

แสงอาทิตย์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์และจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียมประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมประกอบกับข้อมูลที่ได้จากตรวจวัดภาคพื้นดิน พบว่าการกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ ในแต่ละเดือนของประเทศได้รับอิทธิพลสำคัญจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และ พฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 23 MJ/m^2-day และเมื่อพิจารณาแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงและได้จัดทำเป็นแผนที่ เรียกแผนที่ดังกล่าวว่า “แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย” ในแผนที่จะแสงความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์ที่บริเวณต่างๆ ของประเทศไทยได้รับในรูปของค่ารายวันเฉลี่ยต่อปีใน หน่วย MJ/m^2-day และภายหลังนำผลที่วิเคราะห์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากภาพดาวเทียมไปตรวจสอบกับสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ที่ได้จัดตั้งไว้



ภาพที่ 21 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2560)

ตารางที่ 30 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2560

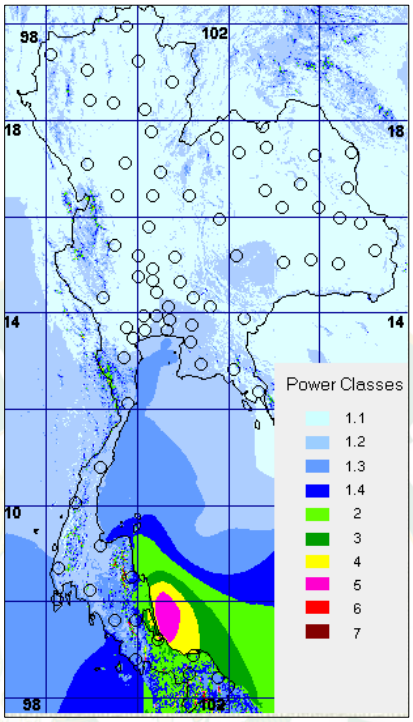
สถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์		**ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์รายเดือนของปี 2558 (หน่วย : MJ/m^2-day)**
	ม.ค	15.1
	ก.พ	17.2
	มี.ค	16.3
กรมพัฒนาพลังงาน	เม.ย	20.4
ทดแทนและ	พ.ค	20.3
อนุรักษ์พลังงาน	มิ.ย	17.7
ตำบลหนองหาร	ก.ค	18.5
อำเภอสันทราย	ส.ค	16.2
จังหวัดเชียงใหม่	ก.ย	14.7
	ต.ค	14.6
	พ.ย	15.4
	ธ.ค	14.3

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2560)

พลังงานลม

ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานลมที่ประเมินได้ปริมาณ 1,600 เมกะวัตต์ ปัจจุบันได้มีการพัฒนามาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตไฟฟ้าประมาณ 1,043 กิโลวัตต์ บริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงมากอยู่บริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ตอนกลางและตอนบน ในขณะที่บริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมสูงจะอยู่บริเวณตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เทือกเขาเพชรบูรณ์ตอนล่างและรอบๆ ทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้ยังพบว่ามีแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีอีกส่วนหนึ่งอยู่บริเวณเทือกเขาด้านทิศตะวันตกตั้งแต่ภาคใต้ตอนบนจรดภาคเหนือตอนล่างในเขตจังหวัดเพชรบุรี กาญจนบุรี ตาก ซึ่งเกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และยังมีแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่ในบริเวณเทือกเขาในอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อุทยานแห่งชาติเขาหลวงและใต้ร่มเย็น จังหวัดนครศรีธรรมราช อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จังหวัดพังงา และเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ ส่วนแหล่งที่มีศักยภาพพลังงานลมรองลงมาที่มีความเร็วลม 4.4 เมตร/วินาทีขึ้นไปที่ความสูงระดับ 50 เมตร พบว่าอยู่ในภาคใต้ตอนบนบริเวณอ่าวไทย ตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์

ชุมพรจรดจังหวัดสุราษฎร์ธานีและบริเวณเทือกเขาในภาคเหนือเช่นจังหวัดเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดเพชรบูรณ์และเลย เป็นต้น



ภาพที่ 22 แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2560)

พลังงานน้ำ

การใช้น้ำเพื่อผลิตพลังงานในประเทศไทยได้ดำเนินการมาอย่างช้านาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ แม้ว่าในปัจจุบันโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ในประเทศไทยจะไม่สามารถเกิดขึ้นมาใหม่ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศ และบริเวณที่มีศักยภาพไม่เหมาะสมต่อการพัฒนา แต่ก็ยังมีพื้นที่ซึ่งมีศักยภาพและเหมาะสมต่อการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำอีก อาทิ ไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านหรือชุมชน อ่างเก็บน้ำเพื่อชลประทานของกรมชลประทานหรือขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศก็ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ผลิตไฟฟ้าได้นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์จากด้านชลประทาน การประมงหรือการเกษตร ซึ่งจากการศึกษาพื้นที่ที่มีศักยภาพของไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กทั่วประเทศ พบว่ามีพื้นที่ที่มีศักยภาพซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กได้ถึง 25,500 เมกะวัตต์และเป็นไฟฟ้าพลังนั้นขนาดเล็กมากหรือไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน 1,000 เมกะวัตต์ และเป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำอีกประมาณ 115 เมกะวัตต์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560)

จากการสำรวจแม่น้ำที่ไหลผ่านหมู่บ้านบ้านวังป้อง หมู่ที่ 6 ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ มีความกว้าง 16 เมตร และมีความลึก 1.5 เมตร ซึ่งสามารถนำมาเป็นพลังงานได้ 0.327 J

ภาพที่ 23 แม่น้ำล้อง

MAEJO UNIVERSITY

แนวทางการลดพลังงานและการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของบ้านวังป้อง

1 การเปลี่ยนหลอดไฟ LED

ข้อมูลเบื้องต้น (Home Pro, ม.ป.ป)

กำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์	36	W/หลอด
จำนวนหลอด	973	หลอด
ระยะเวลาการใช้งาน	6	ชั่วโมง/วัน
กำลังไฟฟ้าของหลอด LED	18	W/หลอด
ราคาหลอด LED	319	บาท/หลอด

จากแผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Plan: EEP) ได้กำหนดเป้าหมายการลดการใช้ไฟฟ้าในอาคารขนาดเล็กและบ้านลง 8% ดังนั้นในบ้านวังป้องมีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 28.73 kWh/เดือน หากต้องการลดให้ได้ 8% ค่าพลังงาน 2.29 kWh/เดือน ดังนั้นทำการเปลี่ยนหลอด LED 78 หลอด จะต้องเสียค่าใช้จ่าย 24,882 บาท และจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1.39 kg CO_2 eq/เดือน

ภาพที่ 24 หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไฟ LED

2 การใช้เตาแกลบทดแทน LPG

การเผาไหม้มาประยุกต์ใช้ โดยการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ แกลบ เศษไม้จากการตัดแต่งกิ่งไม้ผลเช่น ลำไย หรือไม้โตเร็ว ให้เกิดเป็นแก๊สเชื้อเพลิง และมีการนำแก๊สที่ได้มาเผาซ้ำอีกครั้งเพื่อเป็นพลังงานทดแทน LPG ในครัวเรือน ดังนั้นนอกจากจะได้พลังงานแล้วยังสามารถลดหมอกควันจากการเผาไหม้ในที่โล่งแจ้ง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ ด้านการใช้งานเตาแก๊สชีวมวลพบว่า

- ชุมชนมีแกลบ 9,868.84 kg/ปี หรือปริมาณการใช้ 27.03 kg/วัน
- มีการใช้แกลบเฉลี่ย 1.64 kg/ครั้ง
- มีการใช้เตาแกลบ 1 ครั้ง/วัน
- มีการใช้ปริมาณ LPG 15 kg/เดือน
- เตาแกลบสามารถทดแทนการใช้ LPG ได้ 0.16 kg/ครั้ง
- สามารถลดการใช้แก๊สหุงต้มลงเหลือเฉลี่ย 5 kg/เดือน
- คิดเป็นค่าพลังงานปริมาณได้ 133.1 MJ/ครั้ง
- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 8.40 kg CO_2 eq/เดือน

ภาพที่ 25 เตาแก๊สชีวมวลเชื้อเพลิงแกลบ

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา เก็บข้อมูลและวิเคราะห์การประเมินพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นในครัวเรือนระดับชุมชนกรณีศึกษาบ้านวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 127 ครัวเรือน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม การใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อน และน้ำมันเชื้อเพลิง ของครัวเรือน และการปล่อย GHG ของครัวเรือน ศักยภาพพลังงานทดแทนในพื้นที่ชุมชน

สรุปผลงานวิจัย

1. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าครัวเรือนต่อเดือน แบ่งตามช่วงรายได้มากที่สุด มากกว่า 15,001-20,000 บาท มีการใช้ไฟฟ้ารวม 197.03 kW-h/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายครัวเรือนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ 301.6 บาท/เดือน และครัวเรือนที่มีเครื่องปรับอากาศ 745.28 บาท/เดือน และน้อยที่สุดรายได้ ต่ำกว่า 5,000 บาท มีการใช้ไฟฟ้ารวม 50.25 kW-h/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายครัวเรือนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ 201.03 บาท/เดือน
2. การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มนั้นมีการใช้ทั้ง LPG ถ่าน และฟืน รวม 70.82 kg/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงความร้อนก๊าซ LPG จะอยู่ที่ 400 บาท/เดือน และใช้เชื้อเพลิงความร้อนถ่านรวม 31.47 บาท/เดือน
3. ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะด้านพลังงานเชิงพาณิชย์ครัวเรือนต่อเดือน แบ่งตามช่วงรายได้มากที่สุด มากกว่า 15,001-20,000 บาท เชื้อเพลิงน้ำมันรวม 258.92 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายยานพาหนะ กรณีรถ 3 คัน 4,442.94 บาท/เดือน กรณีรถ 2 คัน 2,961.96 บาท/เดือน และน้อยที่สุดรายได้ รายได้ ต่ำกว่า 5,000 บาท เชื้อเพลิงน้ำมันรวม 18.45 ลิตร/เดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายกรณีรถ 1 คัน 533.20 บาท/เดือน
4. ปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมีค่าเฉลี่ยทั้งชุมชน 0.32 KOE/เดือน/คน 1.06 kg CO_2 eq/เดือน/คน
5. ปริมาณแกลบเกิดขึ้นมีประมาณ 19,737.68 kg/ปี ฟางข้าว 105,124.6 kg/ปี วัสดุชีวมวลจากลำไย 4,958.93 kg/ปี รวมเป็นศักยภาพการเกิดชีวมวล 129,821.21 kg/ปี
6. ศักยภาพการผลิตพลังงานจากวัสดุชีวมวลพบว่า ที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% จะมีชีวมวลปริมาณ 62,431.14 kg/ปี คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 679.06 GJ/ปี

7. ศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ 22.47 m^3/วัน คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 594.40 MJ/วัน หรือ 216.96 GJ/ปี
8. เป้าหมายการลดการใช้ไฟฟ้าในอาคารขนาดเล็กและบ้านลง 8% ค่าพลังงาน 2.29 kWh/เดือน ทำการเปลี่ยนหลอด LED 78 หลอด จะต้องเสียค่าใช้จ่าย 24,882 บาท และจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1.39 kg CO_2 eq/เดือน
9. ด้านการใช้งานเตาแก๊สชีวมวลพอว่า สามารถลดการใช้แก๊สหุงต้มลงเหลือเฉลี่ย 5 kg/เดือน และจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือน 8.40 kg CO_2 eq/เดือน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานและปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในพื้นที่ชุมชนอื่น
2. ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ ความเข้าใจและสนับสนุนให้มีการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ที่ได้มาตรฐาน และมีประสิทธิภาพสูง เช่น เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานฉลากเบอร์ 5 หรือหลอดไฟ LED แทนหลอดไส้
3. ส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เพื่อทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม LPG จะเป็นการลดค่าใช้จ่าย

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2560. **ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย**.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2558. **รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย 2558 ฉบับที่ 2 ปีที่ 2.**

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2554. **โครงการส่งเสริการใช้ฉลากคาร์บอน สำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน.**

จักรี ศรีพนม, ศุภชัย สำเภา, อุทัย อาวรณ์. 2552. **การพัฒนาแบบจำลองเพื่อพัฒนาการส่งเสริมพลังงานชุมชนกรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลสำนักตะคร้ออำเภอเทพารักษ์จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยนเรศวร. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ใจเย็น พันธ์วงค์. 2556. **การจัดการพลังงานชุมชน กรณีศึกษา ตำบลน้ำปลีก อำเภอเมือง และตำบลไม้กลอน อำเภอพนา จังหวัดอำนาจเจริญ**. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะบริหารศาสตร์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ถนัด ไชยพันธ์. 2554. **การจัดการพลังงานชุมชนขององค์การบริหารส่วน ตำบลตาอ็อง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์. พัฒนาชุมชนมหาบัณฑิต**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นพนันท์ นานคงแนบ. 2550. **การจัดการพลังงานชุมชน กรณีศึกษาตำบลนาหมอบุญ อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช**. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

น้ำเพชร พันธุ์พิพัฒน์ และ สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. 2555. ศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยไบโอแก๊สที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. **การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13.**

นิกราน หอมดวง ณัฐวุฒิ ดุษฎี กิตติกร สาสุจิตต์ และ ธเนศ ไชยชนะ. 2552. ศักยภาพชีวมวลภาคการเกษตรและชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ในภาคเหนือ. **การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5.**

นิลรำไพ เด็ดแก้ว. 2553. **การศึกษาการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากศักยภาพพลังงานชีวมวล จังหวัดสระแก้ว**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น. 2556. **การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ในจังหวัดลาปาง พลังงานชุมชนกรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลสำนักตะคร้ออำเภอเทพารักษ์ จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์สาขาวิชาพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยนเรศวร. มหาวิทยาลัย

นเรศวร.

พิพัฒน์ นนทนาธรณ์. 2550. **โครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อศึกษาโครงสร้างระบบพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภัทราณี นาคคงคา พิสิษฏ์ มณีโชติ และศิรินุช จินดารักษ์. 2558. การศึกษาศักยภาพชีวมวลในพื้นที่ตำบลข่อยสูง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์. **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8.**

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2557. **การพัฒนาพลังงานหมุนเวียนของประเทศไทย**.

วิจิตร จันทรมาศ และ รัชพล สันติวรากร. 2556. การวิเคราะห์ศักยภาพและผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนในชุมชน กรณีศึกษาชุมชนบ้านลาด ต.บ้านแก้ง อ.ภูเขียว จ.ชัยภูมิ. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 1**.

วิสาขา ภู่จินดา. 2552. การประยุกต์หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการพลังงานในระดับชุมชน. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม,** 15-16.

วิสาขา ภู่จินดา. 2555. แนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนของประเทศไทย. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม,** 82-83.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2558. **แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 (PDP2015)**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา http://27.254.37.81/epposite/index.php/th/component/k2/itemlist/category/298-pdp (27 มิถุนายน 2560).

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2558. **แผนการบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2558-2579 Oil Plan 2015**.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2558. **แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ พ.ศ. 2558 - 2579 Gas Plan 2015.**

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2558. **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2015)**.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. 2556. **ปัญหามลพิษจากการเลี้ยงสุกร**. กรมควบคุมลมพิษ.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. (ม.ป.ป). **เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน**.

เสรี กังวานกิจ. 2548. **การพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานชุมชนชนบทระดับหมู่บ้าน**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมพลังงาน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวิน อภิชาติพัฒนศิริ. ม.ป.ป. **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**. มหาวิทยาลัยมหิดล.

Ali M. E. 2002. Energy Consumption Pattern in Rural Bangladesh-The Opportunity for New Zealand. **A household Survey Massey University New Zealand**, 29.

Home Pro. ม.ป.ป. หลอดไฟ **LED**. [Online]. Available https://www.homepro.co.th/

category/11985.

Howells M.I., T. A., N. Cross and L.C. Jeftha,. 2002. Rural Energy Modeling **Energy Research Institute**, 43.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ,2006. **Guideline for National Greenhouse Gas Inventories.** National Greenhouse GasInventories Programme.

Ponnreay Y. 2001. Characteristics of Energy use in household in Cambodia. **AIT Thesis no EEA007240**. **Bangkok. Thailand**, 28.

Tuan N. A. and T. Lefevre. 1996. **Analysis of Household Energy Demand in Vietnamjournal of Energy Policy**. 89-99.

Taro Yamane. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis**.3rdEd. New York. Harper and Row Publications.

ภาคผนวก ก
ข้อมูลครัวเรือน

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลครัวเรือน

ลำดับ	บ้านเลขที่	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)	รายได้ (บาท/ปี)
1	1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
2	2	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
3	2/1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
4	3	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
5	4	2-3 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
6	4/1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
7	7	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
8	7/1	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
9	8	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
10	10	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
11	12	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
12	13	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
13	14	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
14	14/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
15	15/1	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
16	16/1	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
17	17	น้อยกว่า 2 คน	10,001 - 15,000 บาท
18	18	4-5 คน	5,001 - 10,000 บาท
19	19	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
20	21	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
21	22	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
22	24	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
23	25	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
24	27	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
25	29	น้อยกว่า 2 คน	15,001-20,000 บาท
26	30	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
27	31	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
28	32	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	บ้านเลขที่	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)	รายได้ (บาท/ปี)
29	31/1	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
30	32/3	2-3 คน	15,001-20,000 บาท
31	34	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
32	35	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
33	36	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
34	36/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
35	39	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
36	40	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
37	41	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
38	43	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
39	44	น้อยกว่า 2 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
40	47	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
41	47/1	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
42	52	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
43	52/1	มากกว่า 5 คน	15,001-20,000 บาท
44	55	น้อยกว่า 2 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
45	56	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
46	56/1	2-3 คน	15,001-20,000 บาท
47	57	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
48	58	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
49	59	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
50	61	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
51	61/1	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
52	62	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
53	63	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
54	64	2-3 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
55	64/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
56	65	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	บ้านเลขที่	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)	รายได้ (บาท/ปี)
57	66	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
58	67	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
59	68	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
60	69/1	2-3 คน	15,001-20,000 บาท
61	70	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
62	71	น้อยกว่า 2 คน	10,001 - 15,000 บาท
63	72	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
64	73/1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
65	74	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
66	76	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
67	78	มากกว่า 5 คน	5,001 - 10,000 บาท
68	80	น้อยกว่า 2 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
69	82/1	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
70	83	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
71	85	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
72	86	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
73	86/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
74	87	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
75	87/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
76	87/2	4-5 คน	5,001 - 10,000 บาท
77	88	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
78	88/1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
79	89	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
80	90	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
81	91/1	มากกว่า 5 คน	10,001 - 15,000 บาท
82	92	น้อยกว่า 2 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
83	93	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
84	96	มากกว่า 5 คน	10,001 - 15,000 บาท

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	บ้านเลขที่	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)	รายได้ (บาท/ปี)
85	99	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
86	100	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
87	102	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
88	103	น้อยกว่า 2 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
89	104	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
90	104/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
91	104/2	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
92	105	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
93	106	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
94	106/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
95	109	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
96	109/1	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
97	111	4-5 คน	5,001 - 10,000 บาท
98	112	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
99	113	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
100	115	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
101	116	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
102	117	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
103	118	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
104	119	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
105	120/1	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
106	121	2-3 คน	15,001-20,000 บาท
107	121/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
108	121/2	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
109	122	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
110	122/1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
111	123	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
112	125	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	บ้านเลขที่	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)	รายได้ (บาท/ปี)
113	125/1	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
114	126	น้อยกว่า 2 คน	10,001 - 15,000 บาท
115	128/2	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
116	129	4-5 คน	15,001-20,000 บาท
117	130	2-3 คน	5,001 - 10,000 บาท
118	131	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
119	132	4-5 คน	5,001 - 10,000 บาท
120	133	2-3 คน	10,001 - 15,000 บาท
121	133/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
122	134	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
123	136	น้อยกว่า 2 คน	5,001 - 10,000 บาท
124	136/1	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
125	137	น้อยกว่า 2 คน	ต่ำกว่า 5,000 บาท
126	143	4-5 คน	10,001 - 15,000 บาท
127	144	4-5 คน	15,001-20,000 บาท

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามการใช้พลังงานและศักยภาพพลังงานชุมชน

แบบสอบถามการใช้พลังงานและศักยภาพพลังงานชุมชน

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วันที่เก็บข้อมูล...../...../.....

ผู้เก็บข้อมูล .....เบอร์โทร.....

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ นามสกุล .....เบอร์โทร.....

ที่อยู่ เลขที่.....หมู่ที่.....ต. .....

อ. ..... จ. .....

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

สถานะในครัวเรือน ☐ เจ้าของบ้าน ☐ สมาชิกในครัวเรือน

จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ☐ น้อยกว่า 2 คน ☐ 2-3 คน

☐ 4 - 5 คน ☐ มากกว่า 5 คน

อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี

☐ 41-50 ปี ☐ 51-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี

อาชีพหลักของครอบครัว ☐ ข้าราชการ ☐ พนักงานของรัฐ ☐ เจ้าหน้าที่ อปท.

☐ ค้าขาย ☐ รับจ้างทั่วไป ☐ อื่นๆ.....

รายได้โดยประมาณต่อเดือน ☐ ต่ำกว่า 5,000 บาท ☐ 5,001 – 10,000 บาท

☐ 10,001 – 15,000 บาท ☐ 15,001 – 20,000 บาท

☐ 20,001 – 25,000 บาท ☐ มากกว่า 25,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้พลังงาน

2.1 พลังงานไฟฟ้า

2.1.1 แสงสว่าง

ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	เวลาในการใช้งาน			ข้อมูลเพิ่มเติม
			h/วัน	วัน/เดือน	เดือน/ปี	
☐ หลอดไส้ ☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ☐ หลอดตะเกียบ LED ☐ หลอด ☐ หลอดไฟแรงสูง ☐ อื่นๆ ระบุ.....						
☐ หลอดไส้ ☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ☐ หลอดตะเกียบ LED ☐ หลอด ☐ หลอดไฟแรงสูง ☐ อื่นๆ ระบุ.....						
☐ หลอดไส้ ☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ☐ หลอดตะเกียบ LED ☐ หลอด ☐ หลอดไฟแรงสูง ☐ อื่นๆ ระบุ.....						
☐ หลอดไส้ ☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ☐ หลอดตะเกียบ LED ☐ หลอด ☐ หลอดไฟแรงสูง ☐ อื่นๆ ระบุ.....						

ชนิด	ขนาด (W)	จำนวน (หลอด)	เวลาในการใช้งาน			ข้อมูลเพิ่มเติม
			h/วัน	วัน/เดือน	เดือน/ปี	
☐ หลอดไส้ ☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ☐ หลอดตะเกียบ ☐ หลอด LED ☐ หลอดไฟแรงสูง ☐ อื่นๆ ระบุ.....						
☐ หลอดไส้ ☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ☐ หลอดตะเกียบ ☐ หลอด LED ☐ หลอดไฟแรงสูง ☐ อื่นๆ						

2.1.2 เครื่องใช้ไฟฟ้า

ชนิด		ขนาด (W)	เวลาในการใช้งาน			ข้อมูลเพิ่มเติม
			h/วัน	วัน/เดือน	เดือน/ปี	
กระติกน้ำร้อน	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
กระทะไฟฟ้า	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
เตาอบไฟฟ้า	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					

ชนิด		ขนาด (W)	เวลาในการใช้งาน			ข้อมูลเพิ่มเติม
			h/วัน	วัน/เดือน	เดือน/ปี	
Microwave	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
ตู้เย็น	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
TV	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
เครื่องเล่น CD	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
เครื่องเสียง	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
พัดลมตั้งโต๊ะ	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
พัดลมฝาผนัง	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
พัดลมเพดาน	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					
เครื่องปรับอากาศ	เครื่องที่ 1					
	เครื่องที่ 2					
	เครื่องที่ 3					

2.1.3 น้ำมันเชื้อเพลิง

ยานพาหนะ	ชนิดน้ำมันที่ใช้	ปริมาณที่ใช้		ข้อมูลเพิ่มเติม
		ลิตร/วัน	บาท/วัน	บาท/วัน
จักรยานยนต์ คันที่ 1 ขนาดกำลัง CC	☐ Benzene 91 95 ☐ Gasohol 91 95			
จักรยานยนต์ คันที่ 2 ขนาดกำลัง CC	☐ Benzene 91 95 ☐ Gasohol 91 95			
จักรยานยนต์ คันที่ 3 ขนาดกำลัง CC	☐ Benzene 91 95 ☐ Gasohol 91 95			
รถยนต์ 4 ล้อ (เก่ง) ขนาดกำลัง CC	☐ Benzene 91 95 ☐ Gasohol 91 95 ☐ Diesel ☐ Biodiesel ☐ LPG ☐ NGV ☐ อื่นๆ ระบุ.....			
รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ) ขนาดกำลัง CC	☐ Benzene 91 95 ☐ Gasohol 91 95 ☐ Diesel ☐ Biodiesel ☐ LPG ☐ NGV ☐ อื่นๆ ระบุ.....			

ยานพาหนะ	ชนิดน้ำมันที่ใช้	ปริมาณที่ใช้		ข้อมูลเพิ่มเติม
		ลิตร/วัน	บาท/วัน	บาท/วัน
รถยนต์ 6 ล้อ ขนาดกำลัง CC	☐ Benzene 91 95 ☐ Gasohol 91 95 ☐ Diesel ☐ Biodiesel ☐ LPG ☐ NGV ☐ อื่นๆ ระบุ.....			

2.1.4 ความร้อน

เชื้อเพลิง	ชนิดเตา	ปริมาณที่ใช้	ข้อมูลเพิ่มเติม
LPG	☐ เตา gas ☐ อื่นๆ ระบุ.....	..... เดือน/ถัง ..... kg (ขนาดถัง) ..... บาท/ถัง	
ถ่าน	☐ เตาอั้งโล่ธรรมดา ☐ เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง ☐ เตาดำ ☐ เตาปากยื่น ☐ เตาแก๊สชีวมวล ☐ อื่นๆ ระบุ.....	.....kg/วัน .....บาท/kg	(.....ถุง/วัน) (.....kg/ถุง) (.....บาท/ถุง)
ฟืน	☐ เตาอั้งโล่ธรรมดา ☐ เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง ☐ เตาดำ ☐ เตาปากยื่น ☐ เตาแก๊สชีวมวล ☐ อื่นๆ ระบุ.....	.....kg/วัน .....บาท/kg	

เชื้อเพลิง	ชนิดเตา	ปริมาณที่ใช้	ข้อมูลเพิ่มเติม
แกลบ	☐ เตาอั้งโล่ธรรมดา ☐ เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง ☐ เตาดำ ☐ เตาปากยื่น ☐ เตาแก๊สซีวมวล ☐ อื่นๆ ระบุ.....	.....kg/วัน .....บาท/kg	
อื่นๆ ระบุ	☐ เตาอั้งโล่ธรรมดา ☐ เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง ☐ เตาดำ ☐ เตาปากยื่น ☐ เตาแก๊สซีวมวล ☐ อื่นๆ ระบุ.....	.....kg/วัน .....บาท/kg	

ส่วนที่ 3 ข้อมูลศักยภาพพลังงาน

3.1 พืช

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูก ไร่	จำนวนครั้งที่ปลูก ครั้ง/ปี	ผลผลิต kg/ไร่/ปี	ข้อมูลเพิ่มเติม

3.2 สัตว์เลี้ยง

ชนิดสัตว์	จำนวน (ตัว)	วิธีการเลี้ยง	ระยะเวลาในการเลี้ยงต่อครั้ง (เดือน)	จำนวนครั้งที่เลี้ยง (ครั้ง/ปี)	ข้อมูลเพิ่มเติม
		☐ ปล่อย ☐ คอก/โรงเรือน/บ่อ/กระชัง ☐ อื่นๆ ระบุ.			
		☐ ปล่อย ☐ คอก/โรงเรือน/บ่อ/กระชัง ☐ อื่นๆ ระบุ			
		☐ ปล่อย ☐ คอก/โรงเรือน/บ่อ/กระชัง ☐ อื่นๆ ระบุ.			
		☐ ปล่อย ☐ คอก/โรงเรือน/บ่อ/กระชัง ☐ อื่นๆ ระบุ.			

3.3 เศษอาหาร

ปริมาณ (kg/วัน)	การจัดการ	ข้อมูลเพิ่มเติม
	☐ ทิ้ง ☐ ทำปุ๋ย ☐ ผลิต biogas ☐ อื่นๆ ระบุ.....	

3.4 น้ำมันพืชเหลือทิ้ง

ปริมาณ kg/วัน	การจัดการ	ข้อมูลเพิ่มเติม
	☐ ทิ้ง ☐ ผลิต biodiesel ☐ อื่นๆ ระบุ.....	

ส่วนที่ 4 การจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ชนิด	การจัดการ	ข้อมูลเพิ่มเติม
เศษไม้	☐ ทิ้ง O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ เผา O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ฝังกลบ O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ใช้เป็นเชื้อเพลิง กับ ระบุ ..... (เตา) ☐ ใช้ในการผลิตเป็นพลังงาน กับ ระบุ ..... (เทคโนโลยี) ☐ ขาย ☐ ใช้เป็นปุ๋ย (ผลิตปุ๋ย) ☐ อื่นๆ ระบุ.....	
แกลบ	☐ ทิ้ง O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ เผา O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ฝังกลบ O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ใช้เป็นเชื้อเพลิง กับ ระบุ ..... (เตา)	

ชนิด	การจัดการ	ข้อมูลเพิ่มเติม
	☐ ใช้ในการผลิตเป็นพลังงาน กับ ระบุ ..... (เทคโนโลยี) ☐ ขาย ☐ ใช้เป็นปุ๋ย (ผลิตปุ๋ย) ☐ อื่นๆ ระบุ.....	
ฟางข้าว	☐ ทิ้ง O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ เผา O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ฝังกลบ O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ใช้เป็นเชื้อเพลิง กับ ระบุ ..... (เตา) ☐ ใช้ในการผลิตเป็นพลังงาน กับ ระบุ ..... (เทคโนโลยี) ☐ ขาย ☐ ใช้เป็นปุ๋ย (ผลิตปุ๋ย) ☐ อื่นๆ ระบุ.....	
ระบุ	☐ ทิ้ง O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ เผา O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ฝังกลบ O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ใช้เป็นเชื้อเพลิง กับ ระบุ ..... (เตา) ☐ ใช้ในการผลิตเป็นพลังงาน กับ ระบุ ..... (เทคโนโลยี)	

ชนิด	การจัดการ	ข้อมูลเพิ่มเติม
	☐ ขาย ☐ ใช้เป็นปุ๋ย (ผลิตปุ๋ย) ☐ อื่นๆ ระบุ.....	
ระบุ	☐ ทิ้ง O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ เผา O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ฝังกลบ O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ใช้เป็นเชื้อเพลิง กับ ระบุ ..... (เตา) ☐ ใช้ในการผลิตเป็นพลังงาน กับ ระบุ ..... (เทคโนโลยี) ☐ ขาย ☐ ใช้เป็นปุ๋ย (ผลิตปุ๋ย) ☐ อื่นๆ ระบุ.....	
มูลสัตว์	☐ ทิ้ง O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ฝังกลบ O ที่ทั่วไป O ที่ที่จัดเตรียมไว้ของชุมชน ☐ ใช้ในการผลิตเป็นพลังงาน กับ ระบุ ..... (เทคโนโลยี) ☐ ขาย ☐ ใช้เป็นปุ๋ย (ผลิตปุ๋ย) ☐ อื่นๆ ระบุ.....	

ส่วนที่ 5 ข้อมูลอื่นๆ

1. ท่านทราบหรือไม่ว่าพลังงานทดแทนคืออะไร

☐ ทราบ

☐ ไม่ทราบ

☐ ไม่แน่ใจ

2. จากข้อที่ 1 ถ้า ตอบทราบ ทราบจากช่องทางใด

☐ TV ☐ วิทยุ ☐ Internet ☐ เสียงตามสายของชุมชน

☐ หน่วยงานของรัฐ ระบุ.....

☐ หน่วยงานอื่นๆ ระบุ.....

3. หากมีการรณรงค์ให้มีการประหยัดไฟฟ้าโดยการปิดไฟในช่วงเวลาที่กำหนดท่านยินดีจะให้ความร่วมมือหรือไม่

☐ ไม่ร่วม

☐ ไม่แน่ใจต้องขอดูรายละเอียดก่อน

☐ เข้าร่วมอย่างแน่นอน

4. หากมีการส่งเสริมให้ใช้พลังงานทดแทน ท่านคิดว่าพลังงานใดเหมาะสมกับครัวเรือนของท่านมากที่สุด

☐ ชีวมวล (ไม้ ถ่าน แกลบ) ☐ Biogas

☐ แสงอาทิตย์ (อบแห้ง) ☐ แสงอาทิตย์ (ผลิตไฟฟ้า)

☐ Biodiesel ☐ ลม

☐ น้ำ ☐ อื่นๆ ระบุ.....

5. เทคโนโลยีพลังงานทดแทนชนิดใดที่ท่านมีความสนใจที่จะนำมาใช้

☐ เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูง ☐ เตาแก๊สชีวมวล (แกลบ)

☐ เตาแก๊สชีวมวล (ไม้ฟืน) ☐ ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

☐ เตาเผาถ่าน 200 ลิตร ☐ ระบบผลิตแก๊สชีวภาพ

☐ อื่นๆ ระบุ.....

6. หากมีการนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามข้อที่ 4 มาส่งเสริมให้กับชุมชนท่านจะมีส่วนร่วมอย่างไร

☐ รับไปใช้งาน (ให้ฟรี) (100:0) ☐ ยินดีออกค่าใช้จ่ายบางส่วน (70:30)

☐ ยินดีออกค่าใช้จ่ายร่วม (50:50) ☐ ยินดีออกค่าใช้จ่ายเอง (0:100)

☐ ไม่แน่ใจ ขอพิจารณาก่อน

ภาคผนวก ค

บทความที่ได้เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการ

ISBN 978-974-474-059-5

TREC-10

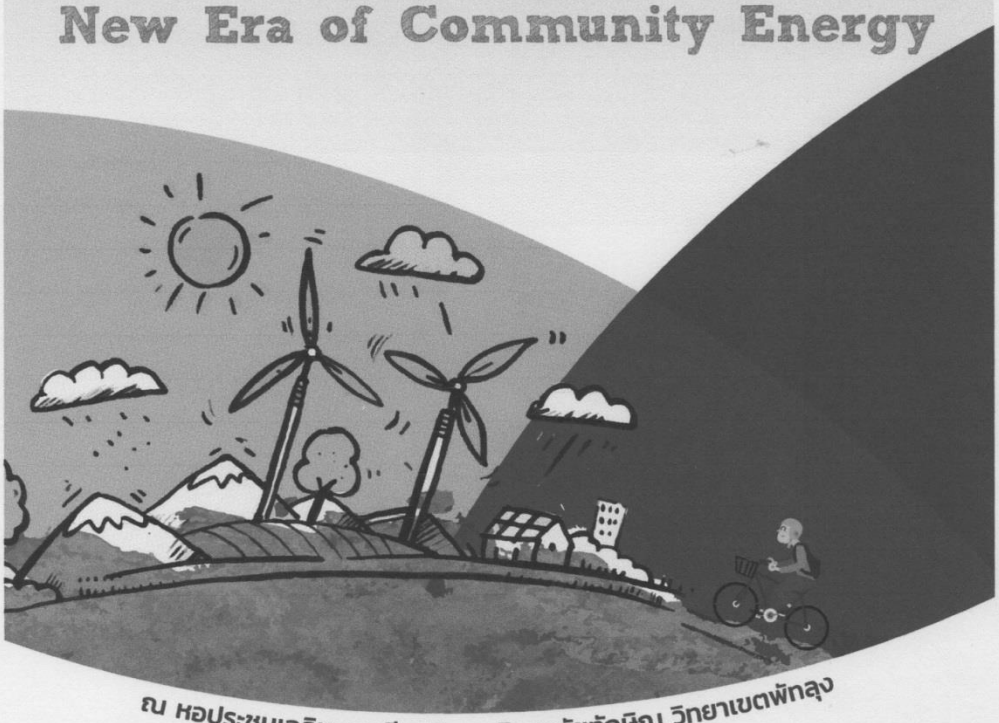
The 10th Thailand Renewable Energy for Community Conference

การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

พลังงานยุคเปลี่ยนผ่าน

เล่าขานวิถีพอเพียง หล่อเลี้ยงชุมชนยั่งยืน

New Era of Community Energy



ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

ร่วมจัดโดย

การประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลและการผลิตก๊าซชีวมวลในพื้นที่บ้านวังป่อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

Biomass Energy Potential Evaluation In Ban Wangpong, Mearim District, Chiangmai

ประภากร เลาเรือง[1*] ณัฐด์ณิชา สุขเกษม[1] นิกราน หอมดวง[1] และธเนศ ไชยชนะ[1]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ชีวมวลนับว่าเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนเป้าหมายของแผนพัฒนาพัฒนาพลังงานของประเทศไทย ทั้งนี้งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุชีวมวลที่เกิดจากการเกษตรกรรม และศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลของสัตว์เลี้ยง ในพื้นที่บ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลพื้นที่เกษตรกรรมและการเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ โดยผลการศึกษาพบว่า ชุมชนบ้านวังป่องที่มีพื้นที่เกษตรกรรม 426 ไร่ และมีการเลี้ยงสัตว์ที่ประกอบด้วย โคเนื้อ 219 ตัว ไก่พื้นเมือง 130 ตัว ชุมชนวังป่องมีศักยภาพด้านปริมาณชีวมวลรวม 279,999.21 kg/ปี ประกอบด้วย แกลบ 19,737.68 kg/ปี ฟางข้าว 255,302.60 kg/ปี และวัสดุชีวมวลจากลำไย 4,958.93 kg/ปี จากปริมาณทั้งหมดพิจารณาที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% จะมีชีวมวลปริมาณ 137,520.14 kg/ปี คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 2,060.05 GJ/ปี ด้านศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ 22.47 m^3/วัน คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 594.40 MJ/วัน หรือ 216.96 GJ/ปี

คำสำคัญ: ชีวมวล วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ศักยภาพพลังงาน

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งประเทศไทยมิได้มีแหล่งพลังงานพาณิชย์ภายในประเทศมากพอต่อความต้องการ ทำให้ต้องพึ่งพาพลังงานในภาพรวมจากต่างประเทศปริมาณร้อยละ 60 ของความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ทั้งหมด[1]

กระทรวงพลังงานได้นำข้อคิดเห็นที่ได้จากเสียงประชาชนไปใช้ประกอบในการทบทวนและบูรณาการจัดทำแผนเป็น 5 แผน ได้แก่ (1) แผน PDP2015 (2) แผน EEP (3) แผน AEDP (4) แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย และ (5) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Plan: EEP) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ 2) เพื่อกำหนดยุทธศาสตร์และแนวทางในการส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงานแผนพลังงานของกระทรวงพลังงาน แผน (Energy Efficiency Development Plan: EEP)[2] ประกอบกับภาครัฐยังมีการรณรงค์ให้มีการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้เพื่อเป็นพลังงานความร้อนเทียบเท่าน้ำมันดิบรวม 3,851 ตัน อย่างไรก็ดีการส่งเสริมการใช้ชีวมวลในระดับอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศยังประสบกับปัญหาในการบริหารจัดการใช้เชื้อเพลิงที่กระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ[3] จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่บ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ พบว่ามีการทำการเกษตรประกอบด้วยการปลูกข้าว ลำไย ไม้ดอกไม้ประดับรวมกัน 426 ไร่ และมีการเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วย โคเนื้อ 219 ตัว ไก่พื้นเมือง 130 ตัว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าประสงค์เพื่อทำการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุชีวมวลที่เกิดจากการเกษตรกรรม และศักยภาพการ

*Corresponding author: Tel.: 087-1833530. E-mail address: Artfreedom811@Gmail.com

ผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลของสัตว์เลี้ยงโดยเป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนในการพัฒนาพลังงานทดแทนในชุมชนต่อไป

ซึ่งให้ชุมชนพึ่งตนเองด้านพลังงานโดยใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก มีการสนับสนุนการผลิตพลังงานใช้เองในชุมชนและครัวเรือน และการประหยัดพลังงานในครัวเรือนทำให้ชุมชนใช้พลังงานทางเลือกเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โครงการด้านพลังงานชุมชน เป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่กระทรวงพลังงาน ได้พัฒนาใช้เป็นเครื่องมือที่จะเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการพลังงานในท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็ง เหมาะสมกับสถานการณ์และสนองตอบความต้องการในแต่ละชุมชน หากได้มีดำเนินการให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ จักทำให้ชุมชน ท้องถิ่น สามารถพึ่งพาตนเองได้ โดยบริหารจัดการทรัพยากรพลังงานในพื้นที่

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงที่มาจากสิ่งมีชีวิต หรือสารอินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ โดยรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น แกลบซังข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงมูลสัตว์ และของเสียจากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร และของเสียจากชุมชนเป็นต้น[4]

ปริมาณชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผัน และขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศซึ่งชีวมวลแต่ละประเภทจะให้พลังงานจากการเผาไหม้ที่แตกต่างกันตามลักษณะองค์ประกอบต่างๆ ของชีวมวลในแต่ละชนิด[4] แสดงดังตารางที่ 1

แก๊สชีวภาพ หรือ ไบโอแก๊ส คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการหมักย่อยสลายของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน (anaerobic digestion) โดยทั่วไปจะหมายถึงแก๊สมีเทนที่เกิดจากการหมัก (fermentation) ของสารอินทรีย์ โดยกระบวนการนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในหลุมขยะ กองมูลสัตว์ และก้นบ่อแหล่งน้ำนิ่ง กล่าวคือเมื่อไหร่ก็ตามที่มีสารอินทรีย์หมักหมมกันเป็นเวลานานก็อาจเกิดแก๊สชีวภาพแต่นี่เป็นเพียงแค่หลักการทางทฤษฎี[7]

ตารางที่ 1 อัตราส่วนการเกิด การใช้ประโยชน์ และค่าความร้อนวัสดุชีวมวล [5]

ชนิด	วัสดุชีวมวล	อัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (MJ/kg)
ข้าว	แกลบ	0.23	80	14.27
	ฟางข้าว	1.19	50	10.24
ลำไย	กิ่งก้าน	0.25	100	14.98
	อื่นๆ	0.13	20	14.98*
ไม้ดอกไม้ประดับ	ตอ	N/A	N/A	N/A

หมายเหตุ: N/A คือ ข้อมูลไม่ปรากฏ * ใช้ค่าความร้อนของกิ่งก้าน

ที่มา: (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2560)

วิธีการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืชและพืชที่ปลูก
2. รวบรวมข้อมูลสัดส่วนของวัสดุชีวมวลทางการเกษตร

3. ประเมินปริมาณวัสดุชีวมวลทางการเกษตรเหลือใช้ โดยใช้สมการ

$$VOR = RP_{ratio} \times VOP_{year} \quad (1)$$

เมื่อ

VOR = ปริมาณวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้ (Volume of Residue agriculture; 10^6 kg)

RTP_{ratio} = สัดส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ (Residue to Product ratio; %)

VOP_{year} = ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรในรอบปี (Volume of agricultural Production per year; 10^6 kg)

4. ประเมินปริมาณศักยภาพพลังงานจากชีวมวลที่เกิดขึ้น โดยใช้สมการ

$$ENU = VOR \times RNU, \times HHV_R \quad (2)$$

เมื่อ

ENU = พลังงานที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ (Energy Not Used; 10^{12} J)

RNU_{ratio} = สัดส่วนวัสดุเหลือใช้ที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ (Residue Not Used ratio; %)

HHV_R = ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุแต่ละชนิด (High Heating Value of Residue; 10^6 kg)

$$TOE = ENU / (42.244 \times 10^9) \quad (3)$$

เมื่อ

TOE = พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Tons of Oil Equivalents energy;10^3 toe)

โดยกำหนดให้ 1 toe = 42.244×10^9 J

5. ประเมินปริมาณศักยภาพการผลิตก๊าซจากมูลสัตว์ที่เกิดขึ้น

1. ข้อมูลพื้นที่ บ้านวังป้อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ พบว่า พืชสำคัญของบ้านวังป้อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ คือ ข้าว ลำไย ไม้ดอกไม้ประดับ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ของการปลูกพืชดังกล่าวเท่านั้น ซึ่งจากตารางที่ 2 พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่การเกษตรของพืชทั้ง 3 ชนิดรวมกัน 426 ไร่ ของ 178 ครัวเรือน และพบว่ามีการเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วย โคเนื้อ 219 ตัว ไก่พื้นเมือง 130 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พื้นที่เพาะปลูกพืชในพื้นที่บ้านวังป้อง

เกษตรกรรม				การเลี้ยงสัตว์	
ชนิด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	จำนวนครั้งในการเพาะปลูก (ครั้ง/ปี)	ร้อยละ	ชนิด	จำนวน (ตัว)
ข้าว	340	2	79.81	โคเนื้อ	219
ลำไย	54	-	12.68	ไก่เมือง	130
ไม้ดอกไม้ประดับ	32	1	7.51		
รวม	426		100		349

ที่มา: (สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่)

2. ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ในการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูก จะทำการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแสดงดังตารางที่ 3 โดยพบว่า มีปริมาณแกลบเกิดขึ้นจากการปลูก 2 ครั้ง/ปี ในปริมาณ 19,737.68 kg/ปี และเกิดฟางข้าว 255,302.60 kg/ปี ส่วนกิ่งไม้ลำไยนั้นถึงแม้ว่าจะมีปริมาณการเกิดที่สูงแต่เกษตรกรได้นำไปใช้ประโยชนทั้งการขาย และการนำไปเป็นเชื้อเพลิงแล้วทั้งหมด เหลือเฉพาะส่วนอื่นๆ เช่น ใบ กิ่งขนาดเล็ก เป็นต้น ในปริมาณ 4,958.93 kg/ปี รวมเป็นศักยภาพการเกิดชีวมวล 279,999.21 kg/ปี

ตารางที่ 3 อัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อผลผลิต และสัดส่วนการใช้ประโยชน์

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณผลผลิต (kg/ไร่)	วัสดุเหลือใช้			สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)	ศักยภาพชีวมวล (kg/ปี)
			อัตราส่วน	ปริมาณการเกิด			
				(kg/ไร่)	(kg/ปี)		
ข้าว	แกลบ	631 (ข้าวเปลือก)	0.23	145.13	98,688.40	80	19,737.68
	ฟางข้าว	631 (ข้าวเปลือก)	1.19	750.89	510,605.20	50	255,302.60
ลำไย	กิ่งก้าน	883 (ลำไยสด)	0.25	220.75	11,920.50	100	0.00
	อื่นๆ	883 (ลำไยสด)	0.13	114.79	6,198.66	20	4,958.93
ไม้ดอกไม้ประดับ	ตอ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

หมายเหตุ: N/A คือ ข้อมูลไม่ปรากฏ

3. ศักยภาพการผลิตพลังงานจากวัสดุชีวมวล

ผลผลิตทางการเกษตรโดยรวมของแต่ละปีนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ฤดูกาลเพาะปลูก และ ฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งจากกระบวนการเกี่ยวผลผลิตของพืชแต่ละชนิดมักจะเกิดวัสดุเหลือใช้จำนวนมาก ซึ่งอัตราส่วนการเกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อผลผลิต และสัดส่วนการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ของเกษตรกร ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางสถิติของหน่วยงานทางราชการ และบทความวิจัยต่างๆ เพื่อคำนวณหาอัตราการใช้ประโยชน์ จากวัสดุเหลือใช้ของเกษตรกรในพื้นที่ พบว่าการนำวัสดุเหลือใช้ไปใช้ประโยชน์ของเกษตรกร ซึ่งถือได้ว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่มีที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนการเกิดวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้รวม ดังตารางที่ 4 โดยผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานจากวัสดุชีวมวลพบว่า ที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% จะมีชีวมวลปริมาณ 137,520.14 kg/ปี คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 2,060.05 GJ/ปี

ส่วนของศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าจากจำนวนของสัตว์เลี้ยงที่มีอยู่เมื่อทำการพิจารณาศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ 22.47 m^3/วัน คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 594.40 MJ/วัน หรือ 216.96 GJ/ปี ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลคำนวณศักยภาพพลังงานเศษวัสดุทางการเกษตรเหลือใช้บ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	ศักยภาพชีวมวล (kg/ปี)	อัตราการจัดเก็บได้ (kg/ปี)*	ค่าความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน (GJ/ปี)
ข้าว	แกลบ	19,737.68	9,868.84	14.27	140.83
	ฟางข้าว	255,302.60	127,651.30	10.24	1,307.15
ลำไย	กิ่งก้าน	0.00	0.00	14.98	0.00
รวม		**275,040.28**	**137,520.14**	-	**2,060.05**

* พิจารณาที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% ของประมาณศักยภาพ

ตารางที่ 5 ศักยภาพของชีวมวลปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากมูลสัตว์

ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณมูลสด (kg/ตัว/วัน)	อัตราการจัดเก็บได้ (%)	TS (%)	VS (%)	HHV (MJ/m^3) [8]	อัตราการเกิดแก๊ส (m^3/kg VS)	ปริมาณแก๊ส (m^3/วัน)	ศักยภาพพลังงาน	
									(MJ/วัน)	(GJ/ปี)
โคเนื้อ	219	5	50	17.4	13.37	26.45	0.307	22.47	594.40	216.96
ไก่เมือง	130	0.03	0	33.99	22.34	26.45	0.246	0.00	0	0
รวม	**349**	**5.03**	**50**	**51.39**	**35.71**		**0.553**	**22.47**	**594.40**	**216.96**

จากการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุชีวมวล และศักยภาพแก๊สชีวภาพดังที่แสดงในตราง 4 และ 5 จะเห็นได้ว่า หากมีการบริหารจัดการวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ อย่างเป็นระบบชุมชนบ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ จะสามารถผลิตพลังงานเองในชุมชนใช้ชีวมวลเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน ช่วยเพิ่มรายได้และยังจะเป็นการบริหารจัดการวัสดุต่างๆ ซึ่งช่วยลดปัญหาด้านชีวมวลได้อีกทางหนึ่ง

สรุปผลการวิจัย

จากจุดประสงค์ของงานวิจัยเพื่อทำการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุชีวมวลที่เกิดจากการเกษตรกรรม และศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลของสัตว์เลี้ยง ในพื้นที่บ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ ที่มีพื้นที่เกษตรกรรม 426 ไร่ และมีการเลี้ยงสัตว์ที่ประกอบด้วย โคเนื้อ 219 ตัว ไก่พื้นเมือง 130 ตัว สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณแกลบเกิดขึ้นมีประมาณ 19,737.68 kg/ปี ฟางข้าว 255,302.60 kg/ปี วัสดุชีวมวลจากลำไย 4,958.93 kg/ปี รวมเป็นศักยภาพการเกิดชีวมวล 279,999.21 kg/ปี
2. ศักยภาพการผลิตพลังงานจากวัสดุชีวมวลพบว่า ที่อัตราการจัดเก็บได้ 50% จะมีชีวมวลปริมาณ 137,520.14 kg/ปี คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 2,060.05 GJ/ปี
3. ศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ 22.47 m^3/วัน คิดเป็นศักยภาพพลังงานเท่ากับ 594.40 MJ/วัน หรือ 216.96 GJ/ปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

1. สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และสำนักงานปศุสัตว์อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ที่ได้ให้ข้อมูลประกอบการศึกษา
2. งานวิจัยในครั้งนี้ทุนอุดหนุนการศึกษา โครงการผลิตและพัฒนาศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียนสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2559

เอกสารอ้างอิง

[1] สานักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2552) สถานการณ์ พลังงาน กระทรวงพลังงาน

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558-2579 (EEP2015). กระทรวงพลังงาน.

[3] Romel M. Carlos, Do ba Khang. Characterization of biomass energy projects in Southeast Asia,December, 2007.

[4] ภัทราณี นาคคงคา และคณะ. (2558). การศึกษาศักยภาพชีวมวลในพื้นที่ตาบลช่อยสูง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8.

[5] พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น. (2556) การวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ในจังหวัดลาปางกรณีศึกษา : อำเภอแม่ทะ วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลาปางปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2556 – ธันวาคม 2556.

[6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2560). รายงานพลังงานของประเทศไทย 2560.(ออนไลน์), แหล่งที่มา http://www.dede.go.th/dede/_ index.php?id=96,เข้าดูเมื่อวันที่ 26 ส.ค. 2560. (2560),ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย. (ออนไลน์), แหล่งที่http://www.dede.go.th/dede/index.php?option เข้าดูเมื่อวันที่ 26 ส.ค. 2560.

[7] สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์และคณะ. (2553). การผลิตก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับ ครัวเรือนในชุมชน.

[8] C. Grima-Olmedo , A. Ramírez-Gómez , R. Alcalde-Cartagena. Energetic performance of landfill and digester biogas in a domestic cooker journal 134, 2014, pp 301-308.

ENERGY NETWORK OF THAILAND 14th

RSEC RMUTT Research and Service Energy Center RMUTT

14th Conference on Energy Network of Thailand

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14

13 - 15 มิถุนายน 2561 ณ โนโวเทล ระยอง

Proceeding

ผู้สนับสนุน

หน่วยงานในเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14
13 – 15 มิถุนายน 2561 ณ โนโวเทล ระยอง

การใช้พลังงานและการปล่อยแก๊สเรือนกระจกในพื้นที่บ้านวังป่อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

Energy Consumption and GHF Emission in Ban Wang Pong, Mae Rim District Chiang Mai Province

ประภากร เลาเรือง[1*] ณัฐณ์ณิชา สุขเกษม[2] นิกราน หอมดวง[2] และธเนศ ไชยชนะ[2]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ที่ 4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

E-mail address: Artfreedom811@Gmail.com, Tel.: 087-1833530

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาการใช้พลังงาน และปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในพื้นที่ หมู่ที่ 6 บ้านวังป่อง ตำบลเหมืองแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 127 ครัวเรือน ข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย ชนิด กำลังไฟฟ้า จำนวน และเวลาในการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ชนิดและปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในยานพาหนะ ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มในครัวเรือน และทำการคำนวนเป็นค่าพลังงานและค่าปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกโดยใช้ค่าพลังงานเทียบเท่าและค่า GHG Emission Factor ในการคำนวน และในการวิเคราะห์ผลได้แบ่งการพิจารณาเป็น 5 กรณีศึกษา คือ C1-C5 ตามลักษณะการใช้พลังงานและฐานะของครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่าครัวเรือนกลุ่ม C5 มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 186.32 kW-h/เดือน ครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-4 จะมีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 67.62 kW-h/เดือน มีการใช้น้ำมันเบนซินในรถจักรยานยนต์ 15.67 ลิตร/เดือน ในรถยนต์เก๋ง 119.47 ลิตร/เดือน และมีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 108.40 ลิตร/เดือน ใช้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มรวม 17.35 kg/เดือน คิดเป็นการใช้พลังงานรวม 7.20 38.44 127.46 131.88 และ 220.89 KOE/เดือน สำหรับครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-5 ตามลำดับ และมีปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.21 173.05 434.65 470.57 และ 732.16 kg CO_2 eq/เดือน สำหรับครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-5 ตามลำดับ

คำสำคัญ การใช้พลังงาน ปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจก GHG Emission Factor

Abstract

The objective of this research was to study the energy used and greenhouse gas emission (GHG emission). The study area are 127 households of Ban Wang Pong, Mae Rim District Chiang Mai Province. The study was done by, type amount, power, and used time of Household electric equipment were determined. Type and volume of vehicle and stove were recorded. All data were analyzed to energy value and GHG emission value by using energy equivalent and GHG Emission Factor in 5 case study following the household financial status (C1 to C5). It was found that the power consumption of C5 is highest with 186.32 kW-h/month while C-1 to C-4 requite 67.62 kW-h/ month. Gasoline for motorcycle and car was 15.67 and 119.47 liter/month respectively. Diesel consumption is 108.40 liter/month. Fuel for cooking is 17.35 kg/ month. Total energy used is 7.20, 38.44, 127.46, 131.88 and 220.89 KOE/month for C-1 to C-5 respectively. Total greenhouse gas emission (GHG emission) from energy sector is 41.21, 173.05, 434.65, 470.57 and 732.16 kg CO_2 eq /month for C-1 to C-5 respectively.

Key word, energy used, greenhouse gas emission, GHG Emission Factor

1. บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ยังไม่สามารถ ปฏิเสธได้กิจกรรมทุกประเภทของมนุษย์ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้นในอดีตมนุษย์ใช้พลังงานหลักๆ จากธรรมชาติเช่นดวงอาทิตย์ลมและน้ำหลังจากที่มีการคิดค้น และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและได้ค้นพบแหล่งพลังงานที่ยิ่งใหญ่และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของโลกคือน้ำมันเชื้อเพลิงและกลายเป็นแหล่งพลังงานหลักของโลก สืบต่อมาจนปัจจุบันเมื่อการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม และการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกทำให้มีการใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นปัญหาดังกล่าวทำให้มีการตระหนักว่าน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นเป็นพลังงานที่มีจำกัดหากยังมีการใช้กันในระดับปัจจุบันต่อไปจะเกิดปัญหาการขาดแคลนขึ้นอย่างแน่นอนในอนาคตประกอบกับมีภาวะ ต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อราคาน้ำมัน [1] จากการศึกษาเรื่องรูปแบบการจัดหาพลังงานให้แก่ชุมชนขนาดเล็กในชนบทเพื่อประโยชน์ในการผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมขนาดย่อมการจัดหาพลังงานให้ชุมชนนั้นสมาชิกของชุมชน จะต้องพร้อมที่เรียนรู้เทคโนโลยีและวิธีการใหม่ในการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแผนพลังงานนั้นต้องได้รับการยอมรับจากชุมชนมีความสอดคล้องกับวิถีชุมชนสภาพพื้นที่ความต้องการและการประกอบอาชีพของชุมชน [2]การจัดการพลังงานของประเทศคือการลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศโดยการผลิตพลังงานใช้เองและใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดและใช้อย่างคุ้มค่ารู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพแม่ล้อมของท้องถิ่นการหาแหล่งพลังงานให้มีความหลากหลายดังนั้นการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนในชุมชนจะช่วยเสริมศักยภาพของชุมชนมากขึ้น [3] ดังนั้นงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission) จากการใช้พลังงานระดับครัวเรือนของชุมชนหมู่บ้านวังป่อง ตำบลวังป่อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ หมู่บ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

1) สำรวจสภาพทั่วไปของชุมชน
2) เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสมานโดยใช้แบบสอบถามประกอบสัมภาณ์น้ามันเชื้อเพลิง ของครัวเรือน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการเก็บข้อมูลนั้นผู้ศึกษาได้ออกแบบแบบสอบถาม (Questionnaires) ซึ่งประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์แบบสำรวจและแบบประเมิน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการเก็บข้อมูลการพิจารณจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการสุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่สามารถเป็นตัวแทนของประชาชนทั้งหมด โดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) [4] ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

เมื่อ n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
N คือ ขนาดของประชากร
e คือ ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง

แทนค่าสูตรเป็น $n = \frac{168}{1+168(0.05)^2}$

$= 118.30$

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง = 118.30 ครัวเรือน จึงเลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 127 ครัวเรือน

3) คำนวนปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission) โดยใช้ค่าพลังงานเทียบเท่า (Energy Equivalent) และค่า Emission Faction ดังแสดงในตารางที่ 1 ในการคำนวน โดยแบ่งการพิจารณาเป็น
   - เครื่องใช้ไฟฟ้า
     - แสงสว่าง
     - ความร้อน
     - ทั่วไป
     - เครื่องปรับอากาศ
   - ยายพาหนะ
     - รถจักรยายนต์
     - รถยนต์ (น้ำมันเบนซิล)
     - รถยนต์ (น้ำมันดีเซล)
   - เชื้อเพลิงหุงต้ม
     - LPG
     - ถ่าน
     - ฟืน
4) การวิเคราะห์ค่าปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แบ่งเป็น 4 กรณีศึกษา คือ
   - กรณี C-1 ครอบครัวรายได้ต่ำ
   - กรณี C- 2 ครอบครัวรายได้ค่อนข้างต่ำ
   - กรณี C- 3 ครอบครัวรายได้ปานกลาง (รถเก่ง)
   - กรณี C- 4 ครอบครัวรายได้ปานกลาง (รถกระบะ)
   - กรณี C- 5 ครอบครัวรายได้สูง

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ที่ใช้การคำนวณพลังงานโดยใช้ค่าพลังงานเทียบเท่าและค่า Emission Factor

ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย (Unit)	Energy Equivalen* (toe/10^6Unit)	Emission Factor** (kg CO_2/หน่วย)
ไฟฟ้า	kwhr	85.21	0.6093
ก๊าซ(LPG)	Litre	630.14	1.6812
เบนซิน	Litre	745.07	2.1896
ดีเซล	Litre	861.98	2.7446
ฟืน	kg	378.48	-
ถ่าน	kg	683.64	-

หมายเหตุ
*รายงานพลังงานของประเทศไทย, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [5]
**2006 IPCC [6]

3. ผลการศึกษางานวิจัย

3.1 ข้อมูลทั่วไปของชุมชน

พื้นที่หมู่บ้านวังป่อง ตำบลวังป่อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ หมู่บ้านวังป่อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ มีจำนวนครัวเรือน 168 ครัวเรือน ประชากร 521 คน อาชีพหลักทางด้านการเกษตร (ทำนา ทำสวนผลไม้ เลี้ยงสัตว์) มีพื้นที่ประมาณ 2,167 ไร่ เป็นที่อยู่อาศัย 1,029 ไร่ นอกนั้นเป็นพื้นที่ทำเกษตรกรรมและที่สาธารณะประโยชน์ประมาณ 1,138 ไร่

3.2 ข้อมูลอุปกรณ์ทางด้านพลังงาน

ผลการสำรวจจำนวน ของเครื่องใช้ไฟฟ้า ยายพาหนะและเตาที่ใช้ในการหุงต้ม แสดงดังตารางที่ 2 โดยพบว่า บ้านวังป่องมีเครื่องใช้ไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 3,930 ชิ้น (แบ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง 2,257 หลอด เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน 457 เครื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป 1,156 เครื่อง และเครื่องปรับอากาศ 60 เครื่อง) เตาที่ใช้ในการหุงต้ม 319 เตา และ ยานพาหนะ 397 คัน

3.2 ปริมาณการใช้พลังงาน

ในช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (เดือน มกราคม – มีนาคม 2561) ทำการวิเคราะห์ประมาณการใช้พลังงานตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ พบว่าในมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของครัวเรือนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 186.32 kW-h/เดือน ซึ่งเป็นกลุ่มครัวเรือน C-5 (ครัวเรือนที่มีเครื่องปรับอากาศ) ส่วนกลุ่มกรณี C-1 ถึง C-4 จะมีการใช้เฉลี่ย 67.62 kW-h/เดือน สำหรับเชื้อเพลิงในยานพาหนะก็พบว่ามีการใช้น้ำมันเบนซินในรถจักรยานยนต์15.67 ลิตร/เดือน ในรถยนต์เก่ง 119.47ลิตร/เดือน และมีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 108.40 ลิตร/เดือน ส่วนการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มนั้นมีการใช้ทั้ง LPG ถ่าน และฟืน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 จำนวนอุปกรณ์ทางด้านพลังงาน

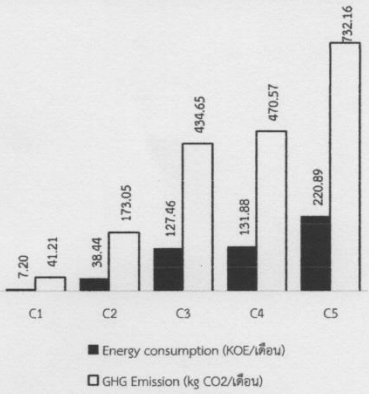
รายการ		จำนวน	หน่วย
เครื่องใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง	หลอดฟูโอเรสเซนต์	869	หลอด
	หลอดฟูโอเรสเซนต์	89	หลอด
	หลอดฟูโอเรสเซนต์	973	หลอด
	หลอดไส้	17	หลอด
	หลอดไส้	89	หลอด
	หลอดตะเกียบ	2	หลอด
	หลอดตะเกียบ	218	หลอด
เครื่องใช้ไฟฟ้าความร้อน	กระติกน้ำร้อน	17	เครื่อง
	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	144	เครื่อง
	กระทะไฟฟ้า	50	เครื่อง
	เตาอบไฟฟ้า	3	เครื่อง
	Microwave	63	เครื่อง
	เตารีด	129	เครื่อง
	เครื่องทำน้ำอุ่น	51	เครื่อง
เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป	ตู้เย็น	239	เครื่อง
	TV	346	เครื่อง
	เครื่องเล่น CD	9	เครื่อง
	เครื่องเสียง	19	เครื่อง
	พัดลมตั้งโต๊ะ	400	เครื่อง
	พัดลมเพดาน	14	เครื่อง
	เครื่องซักผ้า	129	เครื่อง
เครื่องปรับอากาศ		60	เครื่อง
เตาที่ใช้ในการหุงต้ม	เตาแก๊ส LPG	165	เตา
	เตาอั้งโล่ธรรมดา	154	เตา
ยานพาหนะ	จักรยานยนต์	253	คัน
	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	100	คัน
	รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	44	คัน

ตารางที่ 3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงครัวเรือนต่อเดือน

ประเภท			ปริมาณ
ไฟฟ้า (kW-h)		แสงสว่าง	19.39
		ความร้อน	34.29
		ทั่วไป	13.95
		เครื่องปรับอากาศ	118.69
		รวม	186.32
เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ (ลิตร)	เบนซิน	จักรยานยนต์	15.67
		รถยนต์ 4 ล้อ (เก๋ง)	119.47
	ดีเซล	รถยนต์ 4 ล้อ (กระบะ)	108.40
เชื้อเพลิงทางความร้อน (kg)		ก๊าซ LPG	15.00
		ถ่าน	1.80
		ฟืน	0.55

จากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงครัวเรือนต่อเดือนต่อครัวเรือนทำการวิเคราะห์เป็นพลังงานในหน่วยพลังงานเทียบเท่า KOE พบว่ามีการใช้พลังงานรวม 7.20 38.44 127.46 131.88 และ 220.89 KOE/เดือน สำหรับครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-5 ตามลำดับ โดยปริมาณการใช้พลังงานจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามฐานะของครัวเรือน ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 1 และพบว่าสัดส่วนของการใช้พลังงานของครัวเรือนที่มีรายได้สูงและปานกลางจะเป็นการใช้พลังงานในกลุ่มเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะมีปริมาณสูงที่สุดคิดเป็นประมาณ 88% ของปริมาณพลังงานทั้งหมด ส่วนครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำสัดส่วนของการใช้พลังงานในแต่ละชนิดจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2 สำหรับครัวเรือนที่มีรายสูง (C5) และครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำ (C2)

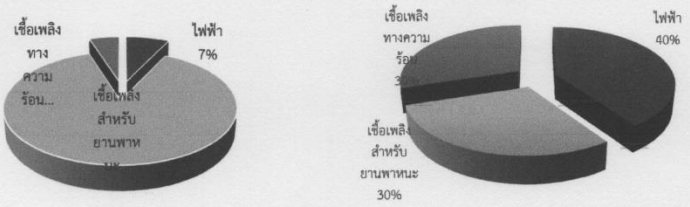
จากตารางที่ 4 และรูปที่ 1 พบว่าปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.21 173.05 434.65 470.57 และ732.16 kg CO_2 eq/เดือนสำหรับครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-5 ตามลำดับ



รูปที่ 1 ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย GHG ของครัวเรือน

ตารางที่ 4 ปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย GHG ของครัวเรือน

ประเภท			KOE/เดือน					kg CO_2 eq/เดือน				
			C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
ไฟฟ้า		แสงสว่าง	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	11.81	11.81	11.81	11.81	11.81
		ความร้อน	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	20.89	20.89	20.89	20.89	20.89
		ทั่วไป	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
		เครื่องปรับอากาศ	-	10.11	10.11	10.11	10.11	-	72.32	72.32	72.32	72.32
		รวม	5.76	15.88	15.88	15.88	15.88	41.21	113.52	113.52	113.52	113.52
เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ	เบนซิน	จักรยานยนต์	-	11.68	11.68	11.68	11.68	-	34.31	34.31	34.31	34.31
		รถยนต์ 4 ล้อ	-	-	89.01	-	89.01	-	-	261.59	-	261.59
	ดีเซล	รถยนต์ 4 ล้อ	-	-	-	93.44	93.44	-	-	-	297.51	297.51
	รวม		-	11.68	100.69	105.11	194.13	-	0.00	34.31	295.90	331.83
เชื้อเพลิงทางความร้อน		ก๊าซ LPG	-	9.45	9.45	9.45	9.45	-	-	25.22	25.22	25.22
		ถ่าน	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	-	-	-	-	-
		ฟืน	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	-	-	-	-	-
		รวม	1.44	10.89	10.89	10.89	10.89	0.00	0.00	25.22	25.22	25.22
รวมทั้งสิ้น			7.20	38.44	127.46	131.88	220.89	41.21	173.05	434.65	470.57	732.16



ครัวเรือนที่มีรายสูง (C5) ครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำ (C2)

รูปที่ 2 ปริมาณการใช้พลังงานตามชนิดของพลังงาน

4.สรุปผล

จากการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission) จากการใช้พลังงานระดับครัวเรือนของชุมชนหมู่บ้านวังป้อง ตำบลวังป้อง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ หมู่บ้านวังป้อง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ครัวเรือนกลุ่ม C-5 มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 186.32 kW-h/เดือน ครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-4 จะมีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 67.62 kW-h/เดือน

2. มีการใช้น้ำมันเบนซินในรถจักรยานยนต์15.67 ลิตร/เดือน ในรถยนต์เก่ง 119.47ลิตร/เดือน และมีการใช้น้ำมันดีเซลเฉลี่ย 108.40 ลิตร/เดือน

3. มีการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มนั้นมีการใช้ทั้ง LPG ถ่าน และฟืน รวม 17.35 kg/เดือน

4. มีการใช้พลังงานรวม 7.20 38.44 127.46 131.88 และ 220.89 KOE/เดือน สำหรับครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-5 ตามลำดับ

5. ปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.21 173.05 434.65 470.57 และ 732.16 kg CO_2 eq/เดือน สำหรับครัวเรือนกลุ่ม C-1 ถึง C-5 ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

1. งานวิจัยในครั้งนี้ทุนอุดหนุนการศึกษา โครงการผลิตและพัฒนาศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียนสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2559

6. เอกสารอ้างอิง

[1] พิพฒน์ นนทนาธรณ์ และคณะ, 2550.โครงการวิจัยเชิงบูรราการเพื่อ ศึกษาสร้างระบบพลังงานทางเลือเหมาะสมสำหรับประเทศไทย, กรุงเทพฯ, สภาที่ปรึกษาเศรษกิจและสังคมแห่งชาติ.

[2] วิลาสินี สรีสุวรรณ และคณะ, 2557.การสำรวจศักยภาพพลังงานทดแทนของชุมชนบ้านร่องปลายนา ตำบลบังสลี อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย, การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทญ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโตสินทร์.

[3] วิสาขา ภู่จินดา. 2552. การประชุมยุกต์หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการพลังงานในระดับชุมชน, วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, กรกฎาคม-ธันวาคมหน้า, 26-48.

[4] Taro Yamane (1973). Statistics: An Introductory Analysis.3rdEd.New York.Harper and Row Publications.

[5] รายงานพลังงานของประเทศไทย, ตาราง Conversion Factors, หน้าที่ 32, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [4]

[6] 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse GasInventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate. Change.

[7] Aumporn Lincharearn.(2012). Qualitative Data Analysis Techniques. *Educational Measurement Mahasarakham University, 17(1),*17-19.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายประภากร เลาเรือง

เกิดเมื่อ 28 มีนาคม 2533

ประวัติการศึกษา พ.ศ 2555 ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

พ.ศ 2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่

พ.ศ 2551ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนา เชียงใหม่